

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ
<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

А. А. Музалевский, Л. Н. Карлин

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Вернуться в каталог учебников
<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Узнайте стоимость написания
студенческой работы на заказ
[http://учебники.информ2000.рф/
napisat-diplom.shtml](http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml)

Вернуться в каталог учебников
[http://учебники.информ2000.рф/
uchebniki.shtml](http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml)

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. А. Музалевский, Л. Н. Карлин

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УЧЕБНИКИ, ДИПЛОМЫ,
ДИССЕРТАЦИИ -

полные тексты

На сайте электронной библиотеки

www.учебники.информ2000.рф

НАПИСАНИЕ на ЗАКАЗ:

1. Диссертации и научные работы
2. Дипломы, курсовые, рефераты, чертежи...
3. Школьные задания

Онлайн-консультации

ЛЮБАЯ тематика, в том числе

ТЕХНИКА

Приглашаем авторов

Санкт-Петербург

2011

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ
<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

УДК 681.2.08(07)

М89

Рецензенты:

д. т. - м. н., проф., Лауреат Государственной премии СССР,
профессор Санкт-Петербургского государственного университета
Ваганов П. А.

д. х. н., проф., Заслуженный химик Российской Федерации,
профессор кафедры общей и неорганической химии
Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
Блинов Л. П.

д. т. н., проф., зав. кафедрой экологии Российского
государственного гидрометеорологического университета
Смирнов Н. П.

Музалевский А. А., Карлин Л. Н.

М89 Экологические риски: теория и практика. — СПб.: РГГМУ,
ВВМ, 2011. — 448 с.

ISBN 978-5-9651-0491-8

В настоящем издании представлены современные взгляды на проблему экологического риска. Подробно рассмотрены теоретические и практические аспекты концепции риска.

Особое внимание уделено вопросам оценки и измерения риска, которые представлены в трех главах книги. Обсуждены методология и подходы к решению этой проблемы, описаны методики и достаточно большое количество методов оценки риска. Показано, как пользоваться этими методами при проведении качественной и количественной оценки риска, моделировать и прогнозировать развитие рискованных ситуаций с целью выработки оптимальных решений. В отдельных, важных для практики случаях, приведены примеры задач и предложены способы и приемы их решения. Достаточно подробно также рассмотрены вопросы теории и практики управления экологическими рисками, как в общем плане, так и при осуществлении некоторых конкретных видов деятельности. Описаны схемы, этапы, шаги и процедуры, связанные с планированием мероприятий, по управлению экологическими рисками, направленными на снижение их уровня.

Книга снабжена кратким глоссарием по рискологии, содержащим термины и их определения.

Книга предназначена для широкого круга читателей: студентов, магистров и аспирантов всех специальностей и направлений университетской и специальной подготовки и может быть использована при изучении дисциплин экологической группы, в том числе «Экология и природопользование», «Социология», «Охрана окружающей среды», «Вредные вещества и излучения в окружающей среде», «Инженерные методы защиты окружающей среды», «Риск», «Экологический риск», «Рискология», «Риск-менеджмент» и др.

Книга адресована также специалистам и лицам, ответственным за проведение экологической политики.

УДК 681.2.08(07)

ISBN 978-5-9651-0491-8

© А. А. Музалевский, Л. Н. Карлин, 2011

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	7
Глава 1. КОНЦЕПЦИЯ РИСКА	12
Введение	12
1.1. Эволюция концепции риска	15
1.2. Опасность и безопасность	18
1.3. Менталитет граждан России и их отношение к опасности и риску	22
1.4. Модели поведения человека в условиях риска	24
1.5. Определение риска. Субъект, объект и предмет риска	29
1.6. Экологический риск	38
1.7. Особенности экологического риска	43
1.8. Классификация некоторых видов риска с точки зрения конкретного участника	46
1.9. Классификация экологических рисков. Первый вариант	50
1.10. Классификация экологических рисков. Второй вариант	55
1.11. Экологические риски в сложных системах	57
1.12. Риск и социум	59
1.13. Неопределенность	61
1.14. Риск как атрибут неопределенности	65
Глава 2. ИЗМЕРЕНИЕ РИСКА	68
Введение	68
2.1. Социальное и человеческое измерение риска	71
2.2. Восприятие риска	74
2.3. Факторы восприятия риска	79
2.4. Механизмы восприятия риска	86
2.5. Поведение человека в условиях риска	91
2.6. Коммуникации риска	95
2.7. Общие принципы и подходы к оценке рисков	101

Вернуться в каталог учебников
<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

2.8. Анализ риска. Этапы, шаги, процедуры	109
2.9. Индивидуальный риск и его особенности	118
2.10. Проблема оценки риска здоровью населения	125
2.11. Модели оценки экологического риска для здоровья человека	131
2.12. Методология оценки риска действия токсиканта	134
2.13. Модельные подходы к оценке риска для экосистем	146
2.14. Концепция экологической безопасности в рискологическом аспекте	150

Глава 3. КАЧЕСТВЕННЫЕ И ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА 156

Введение	156
3.1. Группа методов оценки источников опасности и техногенного риска	158
3.2. Группа методов, применимых к оценке как техногенного, так и экологического рисков	164
3.3. Методы, используемые преимущественно для оценки экологического риска	176
3.4. Некоторые иные методы оценки экологического риска	181
3.5. Метод оценки риска для редких событий	185
3.6. Матрица риска. Сценарий первый	188
3.7. Матрица риска. Сценарий второй	193
3.8. Матрица риска. Сценарий третий	195
3.9. Применение метода матриц риска к оценке экологических рисков возникновения аварийных ситуаций на полигоне опасных отходов «Красный Бор»	199
3.10. Метод карт риска	206
3.11. Методика оценки ущерба при проливах нефтепродуктов на водную (морскую) поверхность	208
3.12. Методика оценки ущерба от автотранспорта в крупных городах и городах мегаполисах	214
3.13. Риск и цена человеческой жизни	225
3.14. Замечания относительно соотношения экономических и экологических рисков	237

Глава 4. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА 240

Введение	240
4.1. Структура экологического риска	242
4.2. Реакции биологических систем на поступление загрязняющих веществ	246

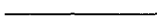
4.3.	Частота дополнительного риска	254
4.4.	Модель оценки риска, использующая распределение Вейбулла—Гнеденко	259
4.5.	Линейно-квадратичная модель оценки риска	261
4.6.	Оценка риска угрозы здоровью при воздействии беспороговых токсикантов. Фактор риска	263
4.7.	Оценка риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов	278
4.8.	Оценка источников опасности и риска	287
4.9.	Метод материальных балансов	289
4.10.	Экометрический метод оценки техногенного воздействия на природную среду	291
4.11.	Методы оценки экологического риска, основанные на понятии ПДК	292
4.12.	Метод оценки техногенного и экологического риска, основанный на исследовании эколого-экономической эффективности производства	300
4.13.	Метод энергетической оценки техногенного и экологического риска	303
4.14.	Оценка экологического риска на основе индикаторов, индексов и индексов качества	307
4.15.	Методология оценки риска здоровью населения, применяемая EPA USAи рядом Европейских стран	317
4.16.	Метод оценки риска здоровью человека основанный на российских принципах гигиенического регламентирования вредных факторов окружающей среды	330

Глава 5. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ 340

	Введение	340
5.1.	Основные принципы и сценарии управления риском	343
5.2.	Цикл управления риском	348
5.3.	Управление риском. Широкий контекст	350
5.4.	Классические теории и методы управления риском	356
5.5.	Управление риском с точки зрения концепции безопасности	361
5.6.	Экологическое законодательство и стандарты — инструменты управления экологическими рисками	370
5.7.	Управление рисками по методике РМІ и возможность ее применения в условиях России	373
5.8.	Системный подход к управлению риском	379
5.9.	Системный подход к управлению рисками в новом контексте	384
5.10.	Управление риском и страхование. Подход Бернулли и подход Колумба	389

Вернуться в каталог учебников

5.11. Геоинформационные системы и их место в управлении риском	391
5.12. Чрезвычайные ситуации (ЧС) и связанные с ними риски . . .	396
5.13. Риски природных и техногенных катастроф	400
5.14. Управление рисками ЧС	407
5.15. Управления экологическими рисками промышленного предприятия	410
5.16. Управление экологическими рисками при обращении твердых бытовых отходов	415
<i>Глоссарий</i>	430
<i>Литература</i>	441
<i>Об авторах</i>	444



ПРЕДИСЛОВИЕ

Доминирующая вот уже более двухсот лет экономическая парадигма свободного рынка, обеспечив невиданный ранее экономический, промышленный и технологический прогресс, перевела общество в конце двадцатого века в постиндустриальное и создала при этом огромное количество проблем, и, в том числе, экологических, которые человечество решить пока не в состоянии. Эти проблемы, угрозы и вызовы продолжают нарастать и усложняться. Изменился их характер, резко возросло число источников опасности, несущих угрозы экологического характера.

Согласно одной из современных социологических теорий, автором которой является немецкий ученый У. Бек, человечество вступило в новую фазу своего развития, которую условно можно назвать «обществом риска». Важным признаком этого общества являются продолжающаяся и все усиливающаяся поляризация общества. Она приводит к тому, что все большее количество рисков «оседают» в бедных и беднейших слоях населения. Вместе с тем нарастают риски одинаково опасные как для бедных, так и для богатых. Это экологические риски, и они связаны с разрушением биосферы, загрязнением мирового океана нефтепродуктами и отходами, истощением природных ресурсов, ростом числа и масштабов природных и техногенных катастроф, перенаселением, голодом, нехваткой питьевой воды, опустыниванием, обезлесиванием и другими глобальными угрозами.

Экспоненциальное увеличение темпов потребления, особенно в высокоразвитых странах, привело к появлению многих новых, ранее неизвестных рисков. Эти риски, в первую очередь, связаны с существованием и непрерывным появлением новых экологических угроз и вызовов, а также изменением характера функционирования сложных природно-технических и социальных систем и их взаимодействием.

К сожалению, свободный рынок не только не способствует решению экологических проблем, наоборот, он старается либо «откупиться», либо

Вернуться в каталог учебников

игнорировать эти проблемы. Все большее число здравомыслящих людей понимают, что даже в условиях развитого «свободного» рынка в рамках существующей экономической парадигмы, решение экологических проблем человечества весьма проблематично.

В последнее десятилетие число научных работ и книг по риску, в том числе и по экологическому риску, заметно возросло. Вышедшие из печати книги по риску стали более конкретными и в них начали приводиться методы оценки риска для того или иного вида событий или ситуаций, а также взгляды на построение понятийного аппарата и формулировку базовых положений теории риска.

Появился и пробивает себе дорогу термин «рискология». Само слово говорит, что это наука о риске. Рискологические исследования и рискологические подходы все чаще используются и в науке и в практических приложениях. Больше того, появились специалисты нового профиля — риск-менеджеры, задачей которых является идентификация рисков, их характеристика, оценка и управление рисками.

Авторы считают необходимым отметить, что целый ряд вопросов и подходов, представленных в книге, носят дискуссионный, порой спорный характер. Поэтому то, что представлено в книге, отражает вкусы и предпочтения авторов, не более того. Например, вопрос о том, что считать экологическими рисками. Это не так очевидно, как может показаться на первый взгляд. Техногенные риски с точки зрения их влияния на здоровье человека и окружающую среду очень часто переходят в категорию экологических. Что касается природных рисков, то они могут рассматриваться как экологические только потому, что мы так хотим. Например, риск столкновения планеты Земля с астероидом — природный, но, если столкновение все-таки произойдет, то последствия этого события неизбежно перейдут в экологическую плоскость. Поэтому, очень часто, мы не писали слово «риск» совместно со словом «экологический», «технический» или «природный», а писали просто «риск».

В научном сообществе появилась тенденция к уменьшению числа определений риска, подлежащих расчету. Договорившись об определениях, можно приступить к разработке способов, методов и приемов расчета риска. Результат подлежит проверке на практике. И если он совпадает с альтернативными приемами расчета, если таковые имеются, то его принимают за относительно верный. При этом очень часто не важны абсолютные значения величины риска, а важны его изменения, и поэтому для многих практических приложений вполне достаточно оценок риска на уровне: «риск выше», «риск ниже», «риск приемлем», «риски растут», «риски снижаются», либо «риск неприемлемый» «риск катастрофиче-

Вернуться в каталог учебников

ский» и т. д. Соответственно этому и решается следующий вопрос, связанный с управлением рисками.

Однако следует отметить, что результаты расчета риска в некоторых известных методах заметно зависят от числа стартовых параметров и собственно, от самого способа расчета. Кроме того, они зависят от квалификации того специалиста, кто их применяет, потому что в этих методах присутствует очень сильная субъективная составляющая. Понятно, что в таком случае, на выходе можно получить все, что угодно.

Так что вопрос расчета риска, тем более «точного», весьма непросто и требует очень вдумчивого и осторожного подхода. Важно то, что работы в этом направлении ведутся и их интенсивность нарастает. Надо отметить, что пока сейчас у нас нет универсального инструмента, с помощью которого мы можем точно рассчитать любой экологический риск, иногда не удастся этого сделать даже в относительно простых ситуациях.

В некоторых случаях мы приводили конкретные практические примеры применения того или иного метода, даже будучи несогласными с тем, что это метод может работать в условиях России, так как для этого нет соответствующего правового поля и необходимой статистической информации. Кроме того, менталитет граждан России по отношению к риску сильно отличается от западного менталитета. Этот факт отдельно отражен в первой главе в параграфе об особенностях отношения к риску граждан России.

В качестве отправных идей, используемых при написании книги можно назвать следующие:

1. Очевидно, что на саму науку и науку о риске, в частности, можно посмотреть с позиций риска. «Сначала речь идет о первом риске — риске принятия решения. Вторым риском, то есть риском предупреждения, он компенсируется, дополняется, ослабляется, но при определенных условиях (поскольку второй риск — это тоже риск). Другими словами любой риск, в том числе и экологический, всегда будет связан с недооценкой одних угроз и переоценкой других. История развития всех сфер человеческого знания показывает всю серьезность такого риска.
2. Попытки построить теорию природного, технического или экологического риска с позиций традиционного, аналитического подхода пока не привели к успеху, так как приводят к «растаскиванию» этого вопроса по «отраслевому» признаку и «размывают» проблему риска на фрагменты и кусочки, сшить которые пока не удается.
3. Проблема любого риска органически связана с объективной и субъективной составляющими, то есть человеческим сознанием, особенностями нашего мышления и восприятия, что диктует необходимость исследования генезиса субъективизма риска.

Вернуться в каталог учебников

При рассмотрении проблемы риска полезно применять принцип, известный как «Бритва Оккама», сформулированный английским епископом Уильямом Оккамом и гласящий: «Не приумножайте сущности без надобности». Действительно, сама проблема риска весьма сложна и не поддается описанию в универсальных терминах. Поэтому там, где подходят простое объяснение, интерпретация или гипотеза, вполне можно обойтись без замысловатых выражений и прочих туманностей и намеков. Если одна из теорий объясняет что-то проще и при этом работает на практике — нужно пользоваться ею.

При написании настоящей книги применены не только «бритва Оккама», но и так называемая «рассеянная» техника, то есть отдельные темы и вопросы не всегда рассматриваются в линейном «логическом» порядке. Так, например, оценка риска здоровью человека и некоторые другие вопросы, рассматриваются неоднократно, но под разными углами зрения.

Это означает, что используется прием возврата и повтора, но на другом уровне и в другом аспекте рассмотрения тех вопросов, которые обсуждались ранее. Кроме того, если вопрос рассматривается повторно, то все равно выдерживается та генеральная линия, которая объявлена в названии главы книги.

Мы постарались изложить проблему экологического риска с позиции междисциплинарного подхода, учитывающего наиболее современные достижения из разных областей знаний. Для удобства читателя собраны и сведены вместе основные видения проблемы экологического риска, начиная с определений основных понятий, толкования терминов, осмысления проблемы измерения риска, оценки и управления риском.

С точки зрения отбора и представления материала неизбежны различия, наверняка найдутся люди, имеющие другую, нежели авторы точку зрения на эти вопросы. Это неизбежно, поэтому авторы не стремились охватить все, что известно по рискам, в частности, экологическим рискам, на сегодняшний день.

Наряду с известными подходами к оценке и управления экологическим риском, в книге представлены также оригинальное видение этой проблемы и авторские разработки этих вопросов. Специально введен авторский материал об индикаторах, индексах и индексах качества и взаимосвязи этой области знаний с риском. Подчеркивается, что индикаторам, индексам и способам подсчета риска на их основе надо уделять серьезное внимание, так как это направление весьма перспективно и обещает обеспечить неплохую поддержку системам принятия решений в реализации процесса оценки и управления рисками.

Общее направление, объединяющее индикаторы и риск и методы их расчета, разработано также нами и получило название «индикаторно-Вернуться в каталог учебников

рискологического» подхода. Этот подход уже нашел свое применение на практике, где показал свою достаточно высокую жизнеспособность и эффективность как в плане приближенной, но вполне достаточной для нужд практики, оценки рисков разной природы, так и представления полученных результатов и их интерпретации при передачи рискологической информации в системы принятия решений.

Авторскими являются также ряд параграфов, посвященных вопросам теории риска, матрицам риска, оценке риска и системному подходу к управлению рисками. Важно подчеркнуть, что все материалы, использованные в книге, подверглись заметному переосмыслению и переработке и, главное, к чему стремились авторы — это сделать, по возможности, изложение максимально понятным для читателя.

В заключении предисловия авторы выражают искреннюю признательность рецензентам книги, взявшим на себя неблагодарный труд по внимательному чтению и оценке книги и сделавшим ряд замечаний, учет которых привел к улучшению текста книги.

Авторы будут благодарны всем тем, кто пришлет свои отзывы и пожелания на адрес, указанный в конце книги.

Глава 1

КОНЦЕПЦИЯ РИСКА

ВВЕДЕНИЕ

На всех стадиях своего развития человек тесно связан с окружающим миром, из которого он черпал и продолжает черпать все необходимое для своего существования. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился его масштаб, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества.

Хозяйственная деятельность приводит к появлению структурно-сложных природно-технических систем (ПТС), функционирование которых, в свою очередь, запускает множество процессов, ухудшающих экологическую ситуацию на планете.

Особое место в иерархии таких образований как ПТС занимают урбанизированные территории — промышленные зоны, крупные города и города-мегаполисы как место реализации совокупных технологий производства, потребления, быта, транспорта и связи, культуры, науки и образования, здравоохранения, рекреации. При всем разнообразии этих ПТС общим для них является использование материальных и энергетических ресурсов и образование отходов, загрязняющих природную среду и формирующих новые материальные, энергетические и информационные поля в зоне влияния. Размеры и структура этой зоны зависят, в немалой степени, от уровня развития общества и национальных особенностей населения. Все эти образования порождают множество источников экологических рисков.

Имеющий сейчас место экологический кризис отнюдь не сводится к проблемам загрязнения воздуха, воды, почвы, пищи, как представляется большинству политиков и даже ученых, не говоря уже о населении. Сегодняшний экологический кризис — это нарушение биогеохимического

круговорота в результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем и, как следствие, нарушение устойчивости окружающей среды. При этом возникает положительная обратная связь, ослабляющая устойчивость экосистем, сообществ и видов организмов (в том числе человека), что, в свою очередь, усиливает нарушение биогеохимического круговорота и т. д.

Это важнейшая особенность функционирования биосферы в условиях экологического кризиса и сам механизм его возникновения и развития выявлен и строго обоснован теорией биотической регуляции окружающей среды

Для человека экологический кризис сказывается не только в ухудшении качества окружающей среды, во всем многообразии непосредственно связанных с этим крайне опасных текущих и потенциальных угроз, но и в «ухудшении качества» самого человека — через распад его генома. В том, что это явление имеет место, не приходится сомневаться. Непрерывный и ускоряющийся рост количества наследственных заболеваний во всех странах мира однозначно свидетельствует именно о распаде человеческого генома.

Одной из причин наступления цивилизации на природу является, в первую очередь, демографический «взрыв» — резкое увеличение численности населения в мире в XX веке, увеличение потребностей человека и человечества и как следствие усиление давления на окружающую среду. Не менее важную роль играет и потребительский характер нашей цивилизации.

Однако в последнее время происходит изменение мировоззрения человечества: все большему числу людей становится ясно, во-первых, что человек, как существо биологическое, — не «царь» природы, а только ее часть, причем всецело зависящая от состояния биосферы в целом, и, во-вторых, что ресурсы природы конечны и близки к исчерпанию. Изменить отношение к природе, бережно относиться ко всему живому: и к природе, и к человеку, экономить природные ресурсы, перерабатывать отходы — вот задачи, которые выходят сегодня на передний план.

Сегодня нет острой необходимости доказывать, что принцип потребительства, точнее, условия природно-материальной жизни общества, послужившие его основанием, по существу уже исчерпаны. Поэтому современные концепции природопользования должны базироваться на принципах гармоничной оптимизации условий взаимодействия человека с природой.

В этих концепциях находит все более широкое применение методология риска.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Риск — понятие сложное, и в равной мере включает в себя как категории последствий, так и вероятности возникновения нежелательных опасных событий. В зависимости от областей применения, а также конкретных ситуаций и потребностей тех или иных ведомств и структур, различают риск профессиональный, риск общественный (социальный) и риск индивидуальный.

Риск как показатель и его оценка, становятся все более актуальными. В переносе понятия риска на проблемы экологии есть свои трудности. Эти трудности связаны с огромным числом самых разнообразных источников экологической опасности и экологически опасных факторов. Подсчитать риск даже для небольшого числа однородных источников — непростая задача. Отметим также, что для риска трудно предложить какую-то универсальную единицу измерения. В вероятностной интерпретации риск — безразмерная величина, в других ситуациях риск может выражаться через возможные потери и ущерб в любой форме, скажем, в денежной или через число человеческих жертв.

В последние годы в странах Запада и в России в природоохранной деятельности наблюдается ярко выраженная тенденция перехода к такому виду системы наблюдений, при котором ее целью является не только оценка экологического состояния природной среды, но и оценка состояния здоровья населения в увязке с состоянием природной среды. Как будет ясно из дальнейшего, такой подход коррелирует с наиболее распространенным определением экологического риска.

Это обстоятельство указывает на все возрастающую роль экологического риска как одного из приоритетных обобщенных показателей, на основе которого принимаются важные управленческие решения, на необходимость разработки новых, более совершенных и точных методов его расчета. Иначе говоря, на оценке экологического риска, особенно связанного со здоровьем человека, базируется один из важных элементов системы информационной связи человека с окружающим его миром.

Экологический риск возникает не только потому, что ухудшается состояние здоровья людей и качество окружающей среды, но и потому, что нарастающая техногенная деятельность воздействует на природные системы, изменяет их свойства, нарушает связи и процессы, имеющие место в этих системах.

Экологический риск выступает чаще всего как вектор — многокомпонентная величина, число компонентов которой, может быть достаточно большим, и варьируются в зависимости от конкретных условий. Эти компоненты могут быть классифицированы и ранжированы разными способами с учетом (или без учета) факторов экономического и социального плана.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Тогда риск как вероятностная мера возможного ущерба (последствий) от воздействия вредных факторов техногенных явлений — аварий, катастроф, а также повседневной хозяйственной деятельности, определяется соответственно показателями, которые определяют эти компоненты.

Распознавание (идентификация), последующий анализ и оценка экологического риска необходимы для постоянного информирования населения, общественности и других организаций об уровне экологической опасности.

Эта информация необходима также системам принятия решений, то есть административным органам, для организации мероприятий по минимизации вредного воздействия промышленных и иного рода предприятий на окружающую среду, предотвращения техногенных аварий, понижения или нейтрализации действия источников экологической опасности, подготовке к защите населения и окружающей среды, адекватному реагированию на возникновение чрезвычайных экологических ситуаций и обеспечению экологической безопасности.

1.1. ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИИ РИСКА

Имеются многочисленные доказательства, что понятие риска (хотя само слово «риск» появилось только в конце XIV века) известно людям очень давно — скорее всего, несколько тысяч лет назад. Так, еще почти 4000 лет назад в Месопотамии проводилось, выражаясь современным языком, страхование рисков. Уже тогда риски пытались оценить и рисками пытались управлять, и не безуспешно. На сегодняшний день проблема оценки и управления рисками превратилась в общемировую задачу.

Одна из точек зрения на риск утверждает, что есть риски вне нас, людей, то есть «объективные» риски, и есть риски, существующие только внутри нас, то есть «субъективные» риски. Такая точка зрения характерна для традиционного подхода, в котором принято выделять внешнее и внутреннее, то есть наблюдателя и наблюдаемое. Если встать на точку зрения, что риск субъективен, то необходимо поставить вопрос о генезисе субъективизма риска, ответ на который надо искать в таких науках как психология и социология. Отсюда следует, что сама наука о риске превращается в междисциплинарную, требующую привлечения знаний из разных наук и искусств. Учитывая, что человек живет в социуме, необходимо изучать также «коллективный субъективизм» риска, так как восприятие риска отдельным индивидом, может сильно отличаться от восприятия риска группами людей, куда входит этот индивид.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

Таким образом, круг вопросов, связанных с проблемой риска, его оценки и управления, оказывается чрезвычайно велик.

Первые систематические научные работы по риску, его определению и оценке появились во второй половине XIX века. Однако первые успехи по оценке и страхованию рискованных ситуаций были достигнуты еще в XVII–XVIII веках. С появлением и развитием междисциплинарных наук и формированием новых отраслей знаний и новых направлений деятельности человека, особенно во второй половине XX века, термин риск стал все шире применяться в научной литературе. Окончательное его проникновение в природоохранную терминологию можно отнести к 50-м годам XX столетия, когда впервые были смоделированы и проиграны сценарии так называемой «ядерной зимы» — последствий возможной ядерной войны между СССР и США, и даны прогнозы изменения глобального климата в связи с надвигающимся экологическим кризисом. К настоящему времени сфера применения концепции риска значительно расширилась.

Есть все основания думать, что наука о риске станет важнейшей в веке XXI. В центре этой теории стоят риски, порожденные техносферой, то есть, в конечном счете, человеком. С точки зрения этой теории в нынешнем обществе за антропогенные риски ответственны сами люди, фирмы, государственные учреждения и политики. Эти риски считаются предсказуемыми, следовательно, подвластными нам, людям, и такие ученые обещают нам указать способы минимизации этих рисков.

Однако это не так, и поэтому это опасная точка зрения, потому что опора на такую «теорию» вызывает появление социального противоречия между существованием высокоразвитых бюрократий, занятых проблемами безопасности, и открытой легализацией прежде невиданных, гигантских угроз, без всякой возможности справиться с их последствиями.

Западное общество, сверху донизу ориентированное на индивидуализм, безопасность и здоровье, столкнулось с их диаметрально противоположностями — такими разрушениями и угрозами, которые делают беспомощными любые мероприятия против них. По сути дела, появление концепции «общества риска» означает признание своей несостоятельности в способности решить проблему обеспечения устойчивого развития человеческой цивилизации

Задача обеспечения устойчивого развития мира и России, в частности, и прежде всего в области безопасности состоит в том, чтобы общество XXI века не стало «тотальным обществом риска».

В одной из моделей процесса жизнедеятельности окружающая нас природа рассматривается человеком с двух противоположных позиций. С одной стороны, для нормального существования нам необходимо обес-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
печивать стабильность всех факторов окружающей среды. Например, потепление, изменение давления, влажности, уровня радиации, уменьшение количества растений и т. д. может оказывать вредное влияние на человеческий организм. Насколько важна эта проблема, можно судить по возросшей роли «зеленых» в политической жизни развитых стран.

С другой стороны, жизнедеятельность человека невозможна без пагубного воздействия на природу. Извлечение полезных ископаемых, различные загрязнения грунта, вод и воздуха, выделение большого количества тепла и возврат в природу отходов — вот лишь небольшая часть «последствий» человеческой деятельности, которые оказывают вредное влияние на окружающую среду.

Именно в одновременности этих двух сторон состоит противоречие во взаимодействии человека с природной средой. Человеческая практика дает основание утверждать, что любая деятельность потенциально опасна (так называемая «аксиома о потенциальной опасности»).

В соответствии с этим существуют множество точек зрения на проблему риска. Диапазон мнений по толкованию риска и методам его оценки необычайно широк. Уже в определении риска многие ученые расходятся так сильно, что примирить или связать эти определения не представляется возможным.

Весьма разнообразны также подходы к оценке риска. Здесь, точно так же как и в определениях, исходные позиции принципиально отличаются. Такая ситуация приводит к тому, что каждая область знания определяет риск «под себя» и соответственно этому пытается разработать методы его оценки. Подобного рода фрагментарный, «отраслевой» подход малопродуктивен и не эффективен с точки зрения унификации наших знаний о риске. Правильно будет сказать, что отраслевой подход является тормозом на пути создания теории риска. Сначала надо определиться на понятийном уровне, то есть в вопросе «что считать», а потом решать вопрос «как считать». Правда, надо отметить, что есть сторонники одновременного решения этой проблемы.

Недостаточное внимание уделяется психологическим и социологическим аспектам риска. Порой эта сторона вопроса просто игнорируется.

Не очень благополучна ситуация и в вопросах управления риском. Пока нет работоспособных теорий предсказания, оценки и управления рисками возможных природных и техногенных катастроф. Справедливости ради надо сказать, что исследования в этих направлениях интенсивно ведутся и, возможно, очень скоро следует ожидать прорыва в нашем понимании существа проблемы, а значит в появлении новых более эффективных методов предварительной оценки и управления риском.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Этот прорыв наиболее вероятен на пути применения междисциплинарного системного подхода в новом толковании, активно разрабатываемого в последнее время.

В сочетании с методами синергетики, а также достижениями в понимании особенностей функционирования человеческого мозга можно надеяться и на лучшее понимание «субъективной» и «объективной» природы риска. Это позволит нащупать пути формализации задачи и более корректно подобрать или разработать заново соответствующий математический аппарат.

1.2. ОПАСНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Родственным по отношению к риску является понятие *«опасность»*, которое также связано как собственно с ситуацией, так и с возможностью неблагоприятного исхода в развитие тех или иных событий или феноменов, но в отличие от риска явно не зависит от решений и действий человека. Чтобы пояснить это, разделим все ситуации или события, которые потенциально могут привести к неблагоприятному исходу на два класса.

Первый класс содержит ситуации, которые могут иметь неблагоприятный исход, и которые, однако, непосредственно не зависят от действий субъекта, включенного в данную ситуацию. Такие ситуации называются *опасными*. К ним относятся различные ситуации в обыденной жизни людей или их профессиональной деятельности, когда «простой» человек вынужденно, независимо от своей воли подвергается возможной опасности, связанной, например, с природными явлениями, терроризмом, загрязнением окружающей среды, военными конфликтами и т. д.

Второй класс включает неопределенные ситуации, исход которых напрямую зависит от решений и действий человека. Такие ситуации называют *рискованными*. К ним относятся ситуации выбора в условиях неопределенности, когда человек, принимая решение, сознательно подвергается опасности ради достижения важного для себя результата.

Так, рискованные ситуации всегда связаны с предпринимательской и управленческой деятельностью, когда предприниматель или менеджер рискуют потерять вложенные средства ради получения прибыли и достижения других целей. В связи с этим еще в 1920 году западный экономист Ф. Найт отмечал, что «предприниматель — это человек, который не боится рисковать в условиях неопределенности».

Термин *«безопасность»* любому человеку также представляется вполне понятным, однако на практике это понятие каждый понимает по-своему.

своему и зачастую трактует его как ему удобнее и выгоднее. В Толковом словаре В. Даля «безопасность — отсутствие опасности; сохранность, надежность». В советскую эпоху в академическом Словаре современного русского языка это понятие трактовалось так же, но в несколько урезанном виде — «как отсутствие опасности, сохранность».

Наиболее общее понятие «безопасность» употребляется применительно ко многим процессам. Оно отражает не только присущие конкретному случаю специфические признаки безопасности субъекта и объекта, но включает в себя нечто общее, что и позволяет использовать это понятие в различных областях.

Безопасность с момента зарождения человечества является важнейшей потребностью человека. Как философская категория она выступает формой выражения жизнеспособности и жизнестойкости объектов материального мира. Однако столь прямолинейно упрощенное, чисто лингвистическое толкование данного понятия как отсутствие опасности или как «отсутствие угроз приобретенным ценностям», или как условие жизнедеятельности личности, общества и государства, представляется неправомерным, поскольку при этом как бы подразумевается возможность достижения подобной идеальной ситуации. С точки зрения количественной оценки это означает, что безопасность должна равняться бесконечности, что конечно, недостижимо.

Нетрудно видеть, что опасность и безопасность есть в «субъективном» смысле то, что организует наше собственное состояние, ощущение и может даже подвигнуть нас на определенные действия. Ум человека позволяет провести анализ и оценку ситуации, а также провести «распознавание» образов, и отнести их либо к опасным, либо к безопасным, после чего делаются окончательные выводы.

Огромное количество людей подвержено разного рода «фобиям». С фобиями связаны «страхи», а со страхами ощущение опасности. Таким образом, можно достаточно непротиворечиво построить логически замкнутую схему возникновения представлений человека об опасности и безопасности.

В рамках этой модели можно говорить об объективной и субъективной составляющих опасности и безопасности. Это подтверждает мысль о том, что категория «безопасность» — относительна и смысловое значение приобретает только в связи с конкретными условиями, факторами, событиями, объектами или действиями.

Дополнительно к сказанному обратим внимание, что по поводу определения опасности и безопасности нет согласия и среди ученых. Действительно, обратимся, например, к не так давно принятому Государст-

Вернуться в каталог учебников

это не выявленные опасности, иначе говоря, мы о них ничего не знаем, но они существуют, либо это такие опасности, о которых мы знаем, но считаем, что они несущественны и ими можно пренебречь.

Разумеется, это деление тоже достаточно условно, так как развиваться процесс может разными сценариями и в плане деления опасностей на виды, один вид опасности может переходить в другой и — наоборот. Но вот, что сейчас важно. Такое определение опасности легко увязать с понятием вероятности и ввести шкалу количественной оценки опасности посредством оценки вероятности. Такая шкала легко воспринимается человеческим сознанием и, как мы покажем ниже, может быть представлена множеством численных значений, лежащих в привычных и легко интерпретируемых диапазонах 0–1, или 0–10, или 0–100. Эти диапазоны при необходимости без труда можно перевести на качественный язык.

Вернемся еще раз к определению понятия «безопасность». В ряде документов и Законов РФ, безопасность определяется посредством слова «состояние». Например, «Безопасность человека, общества, окружающей человека природной среды в условиях возможных ЧС — состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, защищенности окружающей природной среды от угроз, присущих той или иной ЧС природного и техногенного характера». Аналогичное определение безопасности содержится в Законе об охране окружающей среды РФ (2002 г.).

Слово «состояние» и в том, и в другом случае, является ключевым. И это главное. Но определить, например, понятие состояния для экосистем пока удастся только в рамках весьма простых моделей

Действительно, как описать состояние объекта, который представляет собой сложную социально-техническую и биологическую систему? Пока этого никто не знает. Чтобы описать состояние сложного объекта тоже надо привлечь параметры. Но сколько их должно быть? Какие из них главные, значимые? Какие из них внешние, а какие внутренние, каково соотношение между ними? Пока ответов на эти вопросы нет.

Выход из затруднительного положения состоит в следующем. Попробуем определить безопасность через опасность. Ведь безопасность — это противоположность опасности, то есть ее отсутствие.

Тогда *безопасность — это совокупность условий и факторов, обеспечивающих защищенность человека, социума и окружающей среды от природных, техногенных и социальных катаклизмов, катастроф и действий, способных нанести им неприемлемый ущерб.* Обратите внимание, что в данном случае слово «состояние» не используется. Со всем не обязательно, чтобы набор условий и факторов, обеспечивающих безопасность человека, совпадал с набором условий и факторов, обеспе-

чивающих безопасность природы. Больше того, эти наборы могут даже сильно отличаться. И в этом смысле предлагаемое определение глубже и тоньше чувствует эту разницу.

Предложенное определение безопасности более универсально, так как говорит о том, что разные виды безопасности должны обеспечиваться в разных условиях разными факторами (способами). Действительно, наличие ядерного оружия выступает как фактор, обеспечивающий военную безопасность. Обеспечение же экологической безопасности должно достигаться не ядерным оружием, а другими средствами.

На сегодняшний день выделяют около двадцати основных видов безопасности — государственную, военную, экономическую, продовольственную, технологическую, экологическую, информационную и т. д.

1.3. МЕНТАЛИТЕТ ГРАЖДАН РОССИИ И ИХ ОТНОШЕНИЕ К ОПАСНОСТИ И РИСКУ

Категорию риска надо рассматривать в связи с другими категориями — *случайности и неопределенности*. Отношение человека к восприятию случайности и неопределенности предопределяет восприятие и оценивание им риска, а также принятие решений на основе сделанных оценок. Восприятие случайности и неопределенности зависит от многих факторов: уровня образованности, исторических, культурных, политических, национальных и других. Именно поэтому отношение граждан России к случайности и риску принципиально отличается от отношения к этим категориям, сформировавшимся в западных странах.

Развитие западной культуры в значительной степени было ориентировано на примат личности, на ее самооценку и на постоянное акцентирование ответственности индивида за последствия его поведения. Понимание важности случайности и риска давно вошло в массовое сознание в западных странах, оно выступает неперемным условием развития и свободы личности, функционирования демократической политической системы, гражданского общества и рыночной экономики. Это отражено в политических документах и в правовых нормах, в характерных особенностях сфер этики и религии (особенно выпукло в протестантизме), в экономических отношениях.

Люди в западных странах привыкли к мысли о том, что последствия случайных событий так же определены и конкретны, как и последствия обычных, неслучайных событий. В результате этого сформировалось сознание, в котором случайность воспринимается как закономерность. Поэтому ответственность того или иного человека, связанная с послед-

Вернуться в каталог учебников

ствием случайного события, рассматривается как нечто вполне реальное. Сознвая свою ответственность, человек оказывается подготовленным к поведению в условиях риска. Такое сознание можно назвать риск — ориентированным.

Можно указать следующую последовательность, отражающую диалектическое развитие отношения к случайности:

- *осознание случайного как закономерного (случайные события происходят);*
- *понимание того, что за последствия случайных событий приходится нести реальную ответственность;*
- *осознание необходимости что-то делать до того, как случайное событие произойдет.*

Последний этап этой последовательности в известной мере отражает первый, но это отражение имеет диалектический смысл. Люди с сознанием, ориентированным на принятие риска, готовы заранее нести материальные и моральные затраты для подготовки к возможным случайным событиям, это предопределяет снижение степени чрезвычайности опасных событий, а значит, уменьшает связанный с этими событиями ущерб.

Отношение к случайности в России имеет совершенно иную основу. Сознание современных граждан России характеризуется более или менее четко выраженной *детерминированностью*. Применительно к российским условиям под детерминированностью надо понимать «следование упрощенной линейной логике при восприятии мира и прогнозировании последствий поведения». Детерминированность сознания подавляет факторы случайности, ориентирует на заданность поведения по формуле «стимул — реакция». Иными словами, человек реагирует на событие лишь после того, как оно произойдет, в его сознании как бы запрограммировано правило: «Конкретная причина вызывает конкретное следствие через конкретный срок».

Таким образом, отличительными особенностями менталитета представителей большинства слоев российского общества являются детерминированность и, как следствие, риск — не ориентированность. Для среднего гражданина России характерна первичность восприятия, то есть восприятия всего происходящего как данности. Восприятие происходящего как данности снимает с него ответственность за развитие ситуации и последствия возможных событий. Поведение по схеме «реакция после стимула» означает, что восприятие всегда первично по времени, а действие — вторично.

Главенствующая роль детерминированности и подавление роли случайности в сознании гражданина России приводят к тому, что случайные

Вернуться в каталог учебников

события не имеют для них актуальной значимости. Люди, хотя и признают случайное происхождение многих явлений и процессов, но не придают возможности их осуществления должного значения в ходе принятия решений. Граждане России склонны как бы «выносить за скобки» случайность при оценке конкретной ситуации в конкретный момент времени. Вместе с тем детерминированность формирует особое отношение к ответственности за последствия возможных случайных событий. Большинство граждан России придерживаются образа мышления, в котором нет места и готовности нести ответственность за последствия. Оправданием является рассуждения типа: «Поскольку событие произошло случайно, моей вины здесь нет».

Сейчас никто не сомневается в том, что в течение длительного периода XX-го века сложился специфический тип сознания людей. В условиях тоталитарной системы человек зависел от множества случайностей, однако считалось, что практически о всех случайных событиях (включая природные и техногенные катастрофы) должно было заботиться государство. Роль и ответственность отдельного человека за последствия случайных событий были минимальными. Государство брало на себя обязательство реагировать на риски и результаты их проявления, именно поэтому не так давно, да, пожалуй, и сейчас, гражданин России был и пока остается *риск-неориентированным*.

1.4. МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ РИСКА

Психологами разработано несколько моделей поведения человека, оказавшегося лицом к лицу с риском. Обычно принято рассматривать особенности такого поведения в рамках какой-либо конкретной теории принятия решений.

Ниже кратко излагаются основы трех таких весьма распространенных теорий: *теории субъективно-ожидаемой полезности*, *теории гомеостаза риска* и *теории стремления к «нулевому риску»*.

Теория субъективно-ожидаемой полезности (теория SEU — Subjective-Expected Utility). Сущность этой теории можно уяснить на упрощенном примере ситуации, приведенной Гордоном Питцем. Эта ситуация весьма типична, она представляет собой следующую альтернативу для человека, столкнувшегося с риском: он может принять определенные меры для снижения риска или не делать этого, предпочитая игнорировать риск.

Предположим, что человек, работающий на строительстве, имеет дело с инструментом, который может причинить вред глазам. Он сто-

ит перед выбором: работать в условиях риска, но принять меры по его уменьшению — носить очки, или пренебречь риском, то есть работать, но без очков. Когда человек носит очки, вероятность травмы глаз становится значительно меньше, но полностью эта опасность не устраняется. С другой стороны, ношение очков причиняет человеку значительный дискомфорт и мешает работать.

Таким образом, возможны четыре сценария развития событий:

1. носить очки и избежать травмирования;
2. носить очки, но все же получить травму;
3. не носить очки и избежать травмирования;
4. игнорировать риск (не носить очки) и получить травму.

Эти сценарии анализируются с помощью теории субъективно-ожидаемой полезности. Каждый сценарий характеризуется определенной вероятностью и величиной полезности, которая представляет собой результат развития события по данному сценарию.

Полезность сценариев 1 и 2 зависит от дискомфорта (как физического, так и психологического), которым сопровождается ношение очков. Полезность сценариев 3 и 4 определяется степенью нежелания получить травму (здесь учитываются ожидаемые болевые ощущения, затраты на лечение, возможность необратимых последствий и т. д.).

В этой теории вводятся две вероятности — вероятность избежать травмы при ношении очков (P_1) и вероятность избежать травмы, когда очки не носятся (P_2). Очевидно, что $P_1 \gg P_2$. Введенные вероятности называются субъективными.

Полезность развития событий по сценарию 1, когда травмы не будет, обозначена через N . Эта величина показывает, какое преимущество имеет сценарий 1 перед сценарием 2, полезность которого можно принять равной нулю. Полезность сценария, по которому очки не носятся (эта полезность характеризует некоторую компенсацию дискомфорта, вызываемого очками), и человек получает травму, обозначена через M . Можно ожидать, что $N > M$.

Ожидаемая полезность сложного события, которое разветвляется на несколько простых событий, равна сумме произведений вероятности каждого сценария на соответствующую полезность. Поэтому ожидаемая полезность события «принять риск и меры по его снижению (носить очки)» будет $P_1 \cdot N + (1 - P_1) \cdot 0 = P_1 \cdot N$. Ожидаемая полезность события «игнорировать риск (не носить очки)» составит $P_2 \cdot (N + M) + (1 - P_2) \cdot M = M + P_2 \cdot N$.

В рассматриваемом случае $P_1 \gg P_2$, и $N > M$, поэтому $P_1 \cdot N > M + P_2 \cdot N$, то есть ожидаемая полезность игнорирования риска значительно меньше

ше, чем его учета и снижения. Однако так бывает далеко не всегда. Полезность, обозначенная M , может быть весьма значительной, тогда неравенство примет вид $P_1 \cdot N < M + P_2 \cdot N$.

Величина M может принимать большие значения, когда предприятие, которое ведет сопряженные с риском работы, платит за это рабочим существенные надбавки, а при несчастных случаях предоставляет им весьма значительные компенсации. Эффект неравенства $P_1 \cdot N < M + P_2 \cdot N$ проявляется в том, что рабочему, намеревающемуся принять решение, ожидаемая полезность игнорирования риска представляется больше, чем ожидаемая полезность учета риска и действий по его уменьшению. Пренебрежение риском приведет к тому, что будет принято решение, благоприятное для несчастного случая или аварии.

Существенное значение при оценке ожидаемой полезности альтернативных событий имеет соотношение между теми субъективными вероятностями, которыми характеризуются эти события (в рассмотренном примере это вероятности P_1 и P_2). Так как значения этих вероятностей основаны на субъективном восприятии, то вполне возможны сдвиги в их оценке, что также приведет к неадекватному выбору ожидаемой полезности.

Теория гомеостаза риска. Эта теория основана на том, что, находясь в связанной с риском ситуации, человек стремится минимизировать свои издержки (например, путем оптимизации соотношения между ценой времени и ценой риска), причем это стремление определяется не проводимым анализом, а зависит только от приобретенного опыта. Чтобы показать наглядно, как «работает» теория гомеостаза риска, Биллем Вагенаар предлагает разобратся в поведении водителя автомобиля, который выбирает оптимальную, с его точки зрения, скорость. В данном случае следует принять во внимание две категории — цену риска и цену времени, и посмотреть, как они изменяются с увеличением скорости автомобиля. Как видно из рис. 1.1, тенденции изменения этих величин противоположны: цена времени снижается с ростом скорости, а цена риска увеличивается. Характер таких изменений понятен —

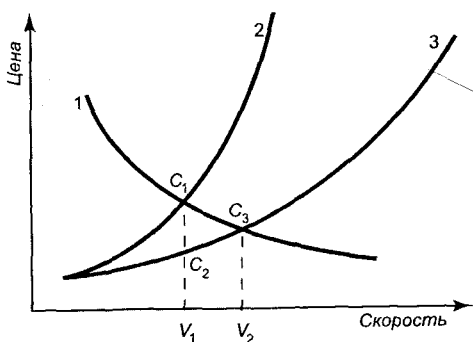


Рис. 1.1. Графическая иллюстрация теории гомеостаза

Кривые: 1 — цена времени; 2 и 3 — цена риска

при увеличении скорости выигрывается время и поэтому его стоимость становится меньше. Однако, чем больше скорость, тем больше вероятность аварии с вызванными ею расходами, следовательно, цена риска должна возрастать.

Из рис. 1.1 следует, что пересечение кривых 1 и 2 соответствует минимуму суммы цены времени и цены риска C_1 , этому минимуму отвечает определенная скорость V_1 . По теории гомеостаза риска водитель автомобиля и выбирает как раз эту скорость. При этом он руководствуется своим опытом, приобретенным в ситуациях, более или менее близких к той, которая складывается в данный момент (например, если идет сильный дождь, то в сознании водителя воспроизводятся сценарии его поведения на мокрой и скользкой дороге).

Теперь предположим, что на той же дороге предприняты меры по повышению безопасности движения (например, положено новое покрытие, которое делает дорогу менее скользкой). Результатом этих мер является снижение цены риска при неизменной скорости машины — вместо кривой 2 появляется кривая 3 (рис. 1.1). Если водитель едет по той же дороге и снова идет дождь, то прежней скорости V_1 будет соответствовать значительно меньшая цена риска $C_2 < C_1$. В новых условиях водитель, естественно, позволяет себе увеличить скорость. Какой будет эта скорость? Согласно теории гомеостаза риска нужно ориентироваться на минимум суммы новой цены риска и новой цены времени, который соответствует величине C_3 , а ей отвечает скорость V_2 (рис. 1.1). Видно, что величина C_3 меньше C_1 , но больше C_2 . Тот факт, что $C_3 > C_2$ означает, что некоторая часть ожидаемого снижения цены риска теряется из-за адаптивного поведения водителя.

Название рассмотренной теории не отвечает ее смыслу. Термин «гомеостаз» подразумевает постоянство чего-либо, поэтому под «гомеостазом риска» надо бы понимать постоянство риска. На самом деле, как показывает приведенный пример, в каждой ситуации ничего не поддерживается постоянным, но всегда минимизируется сумма цены риска и цены времени.

Теория стремления к «нулевому риску». Эта теория касается, прежде всего, принятия решений в таких сопряженных с риском условиях, которые часто возникают в повседневной жизни. Теория стремления к «нулевому риску» утверждает, что людям свойственно стремиться к ситуациям, в которых риск отсутствует. Точнее, люди склонны перейти к таким условиям, в которых, как им кажется, нет риска. В действительности же подобные решения могут быть ошибочными, так как люди просто не замечают того риска, которым характеризуется новая ситуация.

Вернуться в каталог учебников

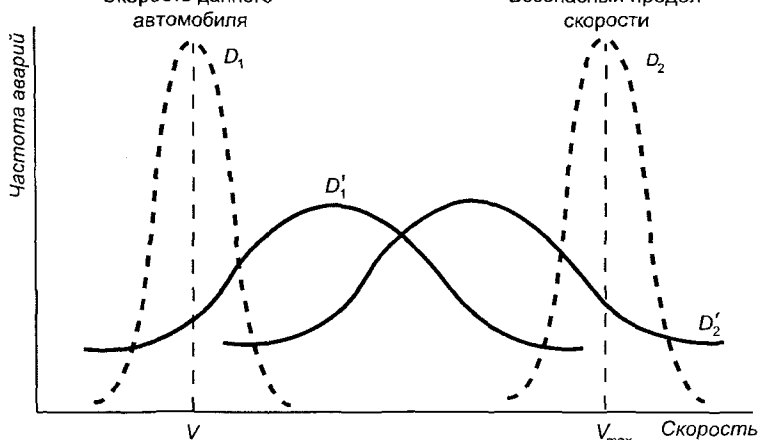


Рис. 1.2. Графическая иллюстрация теории «нулевого риска»:

штриховые кривые — воспринимаемое распределение;
сплошные кривые — реальное распределение

В качестве примера снова рассмотрим поведение водителя, выбирающего скорость автомобиля. На рис. 1.2 представлены островершинные кривые D_1 и D_2 , каждая из них соответствует дисперсии (разбросу) значений скорости вокруг средних значений V и V_{\max} . Значение V — это скорость, которую выбрал водитель, а значение V_{\max} показывает предел скорости на данной дороге.

Значения V и V_{\max} всегда воспринимаются не в виде фиксированных величин, а с некоторым разбросом, который и описывается кривыми D_1 и D_2 . Этот разброс обусловлен тем, что человек не может однозначно ощущать скорость движения (правда, чем больше опыт вождения, тем уже разброс восприятия скорости). Таким образом, эти кривые характеризуют психологический эффект восприятия водителем собственной скорости и предельной скорости. Поскольку обе кривые охватывают узкие области значений скорости, они не пересекаются, поэтому возникает представление о том, что риск отсутствует. Действительно, водителю представляется, что область предельной скорости (с учетом воспринимаемого разброса) находится сравнительно далеко от области выбранной им скорости (также с учетом воспринимаемого разброса). Водитель полагает, что выбранная им скорость создает надежную «зону безопасности» на шкале скорости. Однако, как утверждает теория стремления к «нулевому риску», это только кажется водителю.

На самом деле, как доказано многочисленными экспериментами психологов, в рассмотренной картине есть две принципиальные ошибки.

Во-первых, реальные распределения дисперсий (разбросов) скоростей вовсе не такие узкие, как воспринимаемые.

Во-вторых, максимумы реальных кривых смещены относительно максимумов воспринимаемых распределений, причем максимум левой кривой смещен вправо, а максимум правой кривой — влево.

Это означает, что водитель склонен занижать интервал между кривыми распределения скоростей. Более того, практика показывает, что водители склонны делать этот интервал как можно меньше. В результате, как показано на рис. 1.2, реальные кривые D_1 и D_2 , перекрываются. Следовательно, при выбранной скорости V существует заметный риск возникновения аварийной ситуации.

1.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА. СУБЪЕКТ, ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ РИСКА

Как следует из анализа весьма многочисленных публикаций, посвященных проблеме риска, на уровне определения самого понятия риска мы имеем ярко выраженный разброс мнений. Есть авторы, которые придерживаются позиции, что риск — малоинформативная характеристика, и расчет риска — безнадежная задача, так как величина риска будет зависеть от числа вводимых параметров, а также от способов его расчета. Есть и прямо противоположное мнение, согласно которому наука о риске — это точная наука и соответственно этому оценки риска можно проводить точно.

Главная трудность в проблеме определения риска заключается в необходимости различения между реальным, объективным и измеряемым риском, который подчиняется формальным законам математической статистики, и лишь качественно воспринимаемым субъективным риском. Именно по этой причине создание стратегии снижения рисков и построение эффективной системы управления рисками потребует внести ясность во многие понятия и определения. Необходимо провести пересмотр установившихся представлений и попытаться переосмыслить проблему, опираясь на последние достижения нелинейной динамики, динамической теории информации, квантовой психологии, теории систем и теории управления.

Связано это в первую очередь с тем, что в последнее десятилетие резко возросло число природных, экологических и антропогенных катастроф, усложнились и умножились угрозы и вызовы, с которыми теперь приходится сталкиваться человеку. Например, на глобальном уровне

Вернуться в каталог учебников

проблема перенаселения Земли становится одной из важнейших, так как с ней тесно связаны проблемы голода, нехватки питьевой воды и многих других ресурсов.

А за последних два десятилетия особенно заметно возросло количество неверно принятых решений. Это касается военной политической и хозяйственной деятельности человека, причем практически на всех уровнях, начиная с государственного и кончая местным самоуправлением. Одна из причин такого положения дел — недостаточно корректно проведенные оценки рисков, неверно просчитанные возможные последствия и ущербы.

Необходимо отметить, что понимание этого факта имеется, и ряд стран, в том числе Россия, прилагают усилия по улучшению и повышению эффективности оценок рисков. Так, к примеру, при Конгрессе США имеется комиссия, задачей которой является оценка рисков принятых решений. При этой комиссии имеется группа ученых, занимающихся разработкой новых методов оценки рисков, причем таких, которые были бы просты, понятны, по возможности универсальны и допускали бы возможность достаточно адекватного толкования.

Однако на практике все сложнее, так как слово риск содержит в себе весь спектр нежелательных событий, которые могут возникнуть при рассмотрении различных конкретных ситуаций в условиях неопределенности.

Этот вывод подтверждается тем, что многие крупнейшие специалисты мира по рискам, работающие в рамках Римского клуба, Всемирного банка, ООН и других солидных международных и национальных организаций, за последние 15 лет дважды пересматривали определение риска, а один из них — А. Адамс — заявил, что построить теорию, дающую возможность точно оценить риск — это значит «открыть формулу человеческого счастья». Иначе говоря, было признано, что создать точную науку о риске пока не удастся.

Именно поэтому мы имеем множество специфических определений риска. Первым доказательством этому являются многочисленные известные определения риска.

Определение риска. Как отмечается в этимологическом словаре Фасмера, термины «риск», «рисковать» происходят от греческого *rusicon* — утес, скала; отсюда рисковать — значит взбираться на скалу или лавировать между скалами.

Есть и другая точка зрения. Так, французы утверждают, что корни слова «риск» — французские и это слово означает «ущерб». Появилось слово риск во французском языке примерно в XIV–XV веках. В переводе

с французского языка риск определяется как «опасность, возможность убытка или ущерба». Французский энциклопедический словарь «Grand Larousse» определяет риск как «вероятность или возможность факта или события, рассматриваемое как некое зло или некий ущерб».

Однако на слово «риск» в смысле приоритета его ввода в человеческий язык претендуют и итальянцы, которые слово риск трактуют как глагол, то есть действие. В переводе с итальянского слово риск означает «направить». Это очень интересный момент, и он подтверждает точку зрения в том смысле, что риск понятие динамичное.

Интересно отметить, что в обоих языках слово риск пишется одинаково «RISK». Так оно пишется и произносится сейчас на большинстве языков мира.

В настоящее время существует много определений понятия «риск». В частности, под риском понимают действие, направленное на привлечение к себе определенной цели, достижение которой сопряжено с элементом опасности, угрозой потери или неуспеха. В словаре русского языка риск определяется, во-первых, как возможная опасность чего-либо, и, во-вторых, как действие наудачу, требующее смелости, бесстрашия, в надежде на счастливый исход. Согласно словарю Даля, *рисковать* — значит пускаться на неверное дело, наудачу, отважиться, идти на авось, подвергаться случайности либо действовать смело, решительно, предприимчиво, надеясь на счастье.

Кроме того, можно встретить определения, в которых риск трактуется как отклонение от желаемого результата, непредсказуемость результатов или просто возможность потерь. Однако во всех этих определениях внимание обращается только на то, что риск, так или иначе связан с какими-либо неблагоприятными исходами альтернатив, потерями, угрозами, опасностями и т. п., но не отмечается, что риск — это, прежде всего, характеристика неопределенности. Дело в том, что и в условиях определенности возможны неблагоприятные исходы, но поскольку они предопределены и неизбежны, то риск в таких «заведомо проигрышных» ситуациях отсутствует. Например, нельзя говорить о риске, если вам говорят, что после подбрасывания монеты независимо от его исхода вы должны выиграть один рубль.

Как отмечено выше, риск возникает только в условиях неопределенности. Скажем, если выпадает «решка», вы проигрываете один рубль, если «орел», то выигрываете. Поэтому более точным является определение, согласно которому *риск* понимается как возможность неблагоприятного исхода в условиях неопределенности. Противоположным риску является понятие «шанс», которое связывается не с угрозой потерь, а, напротив, с возможностью выигрыша. Вернуться в каталог учебников. Поэтому *шанс*
<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

можно определить как возможность благоприятного исхода в условиях неопределенности.

Таким образом, и риски, и шансы в процессах принятия решений связаны с воздействием неопределенных факторов, которые могут приводить либо к неблагоприятным, либо к благоприятным исходам альтернатив.

Существуют множество и других, самых разных определений риска, в том числе и таких, которые противоречат друг другу. Эти определения и причину столь резкого разброса мнений мы обсудим ниже. Сейчас обратим внимание на то, что термин риск современные исследователи наиболее часто отождествляют с опасностью. Примеров определения риска через опасность более чем достаточно. Другая четкая тенденция состоит в том, что риск связывается с вероятностью возможного ущерба, или развития события в нежелательном направлении. Эта ситуация обусловлена тем, что еще не сложились представления о риске, связанном с природными и техногенными процессами и генерируемыми ими угрозами. Поскольку проявление риска всегда связано с волей и сознанием человека, то *«риск — это выбор варианта поведения с учетом опасности, какой-либо угрозы, или возможных последствий»*.

Примером этому является подход к определению экологического риска (проф. Харченко С. Г., Москва), в котором: «Риск есть вероятность того, что то или иное вещество или ситуация под воздействием определенных условий перейдут в категорию опасных». Риск представляет собой комбинацию трех факторов:

- 1) вероятность возникновения неблагоприятной ситуации (например, участвовавшие случаи заболеваний или травм определенного рода);
- 2) последствия возникновения неблагоприятной ситуации;
- 3) неопределенность в оценке, как вероятности, так и величины последствий.

Риск не существует, если не зафиксирован источник опасности или вероятность наступления неблагоприятной ситуации равна нулю. Опасность определяется способностью конкретного вещества, явления, события или ситуации спровоцировать появление нежелательных последствий определенного вида при определенных условиях.

Все большее распространение получает точка зрения, гласящая, что риск многокомпонентное понятие. В простом варианте риск состоит из двух компонентов, рис. 1.3: первый компонент учитывает вероятность события, второй — возможные последствия. Иначе говоря, риск можно охарактеризовать как двухмерную величину, которая состоит из возможности происшествия и объема вызванных происшествием убытков (последствий):

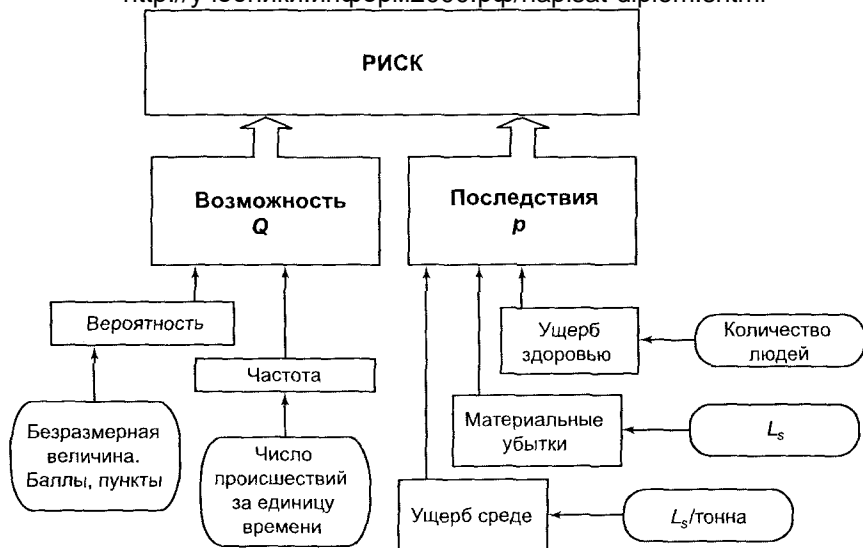


Рис. 1.3. Компоненты риска и их структура

Возможность риска измеряют его вероятностью, или частотой нежелательных событий. Вероятность численно равна отношению количества происшествий к возможному количеству всех событий того вида, который содержит происшествие, т. е. вероятность является отношением двух чисел, и у неё нет размерности. Вероятность не может быть меньше нуля (не может быть отрицательным числом) и не может быть больше единицы.

Частоту событий выражают количеством событий за единицу времени или на единицу расстояния, или на единицу площади. Это и определяет единицу измерения частоты событий: например, число событий за год, или, например, число событий на километр, или квадратный километр. Зная связующие зависимости и вероятность, возможно вычислить частоту событий.

Второй компонент риска — последствия, связанные с убытками (ущербами), причинённые событием — является (но не всегда) составной величиной риска и его тоже можно вычислить:

- можно вычислить ущерб, нанесенный здоровью, например, вычислив время, когда может проявиться профессиональная патология в результате влияния определённого фактора риска;
- можно определить материальные убытки, которые обычно показывают в денежном выражении;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

- можно определить ущерб, причинённый окружающей среде, как в денежном выражении (например, расходы на очистку акватории от пролива нефти), так и отразив, как окружающая среда влияет на здоровье людей (например, влияние утечки токсичных веществ на определённое количество людей и на их здоровье).

За каждым событием: взрывом, пожаром, утечкой токсичных веществ и т. п. может последовать разное количество пострадавших с ущербом здоровью различной степени тяжести и продолжительности. Если не принимать во внимание фактор изменения времени и рассматривать случай, когда причинённые происшествием потери выражаются как ущерб здоровью, постоянный во времени, становится возможным отобразить риск в трёх измерениях: количество пострадавших, зависимость от серьёзности ущерба и вероятности.

Трёхмерное графическое изображение риска показано на следующем рис. 1.4. Поверхность риска в данном случае отражает возможность всем потенциальным пострадавшим от происшествия получить ущерб здоровью различной степени тяжести. На оси количества пострадавших отложено возможное число пострадавших, от одного до максимального числа людей, находящихся в зоне риска, соответствующей сценарию происшествия.

Тяжесть ущерба выражена в процентах, при этом 0 % ущербу соответствует такое событие, которое не влияет на здоровье людей. Сечение риска с 100 % ущербом показывает вероятность того, что в результате происшествия n человек погибнут (рис. 1.4).

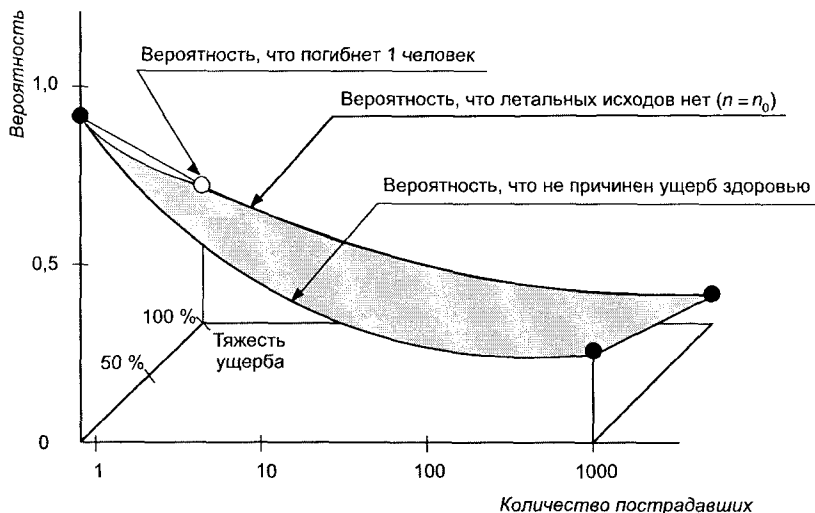


Рис. 1.4. Пространственное изображение двухкомпонентного риска

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Другие точки зрения на проблему определения риска. Вернемся к проблеме определения риска, и помимо тех, что уже приведены выше, процитируем в качестве примера некоторые из имеющихся в литературе. Более подробно с разными определениями риска и комментариями к ним можно познакомиться в соответствующей литературе (см., например, книгу: *Музалевский А. А., Яйли Е. А. «Риск: анализ, оценка, управление»*, Научное издание. Изд. РГГМУ, 2008. 234 с.).

Итак, подойдем к проблеме определения риска с разных точек зрения.

1. *Риск — это мера опасности.*
2. *Риск — возможность возникновения неблагоприятных последствий, вызванных антропогенными и природными факторами.*
3. *Риск с позиции процесса мышления. Тогда риск это коннотация, то есть некая мысленная конструкция, созданная нашим воображением для целей исследования и познания ситуаций, событий, феноменов и т. д. с целью их оценки и предсказания их исхода.*
4. *Риск с позиции логики. Аристотелевская логика при поиске определения риска не годится. Нужна логика, содержащая «может быть».*
5. *Риск с позиций математики. Риск — это вероятность. Оценка неопределенности.*
6. *Риск с позиции физики. Риск не физическая величина. Нет приборов или аппаратуры, позволяющей «измерить» риск.*
7. *Риск с позиции теории информации. Риск — объективное содержание связи между взаимодействующими материальными объектами, проявляющееся в изменении состояний этих объектов. Риск — это запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных. Мера незнания. Отсутствие необходимой информации или ее нехватка.*
8. *Риск с позиций синергетики. Риск — это вероятность потери устойчивости на траектории движения системы к намеченной цели.*
9. *Риск с позиции теории размерности. Величина, имеющая или не имеющая размерность. Риск также может выражаться в денежном исчислении, в числе человеческих жертв, в частоте событий и т. д.*
10. *Риск с позиции отнесения к наукам. Риск — это междисциплинарное понятие.*
11. *Риск с позиции конкретного человека — индивидуальный риск, риск в представлении конкретного отдельного человека. Понятие, зависящее от возраста, образованности, уровня культуры и уровня сознания человека, а также от ситуации, в которой он находится.*
12. *Риск с позиции социума. Общественный риск. Доминирующее в группе людей представление о значимости тех или иных опасностей.*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

13. *Риск с позиции экономической парадигмы. Выгодно — не выгодно.*
14. *Риск с позиции системы принятия решений. Инструмент оценки и управления.*
15. *Риск как явление. Используется во многих естественных, технических, гуманитарных и общественных науках.*
16. *Риск как прогноз. Попытка предсказания будущего в вероятностных терминах с учетом ущерба или потерь.*
17. *Риск как результат. Игрок. Сознательный поиск опасных ситуаций.*
18. *Риск как мера ответственности. Процесс принятия решений.*
19. *Риск для индивида. Возможная опасность случайного наступления отрицательных (личных и имущественных) последствий.*

Обзор научных публикаций показывает, что все большее распространение получает точка зрения, гласящая, что процесс анализа риска должен включать ряд факторов, влияющих на его определение и последующую оценку. Эти факторы связаны с восприятием риска и особенностями конкретных ситуаций. Некоторые из этих факторов выявлены психологами и социологами и отображены нами выше.

Развивая эволюцию понятия риск, в том числе и экологического, нами предложена процедура учета наиболее значимых основных факторов, позволяющая более полно отразить смысловые значения слова «риск» и помочь оценить его численное значение. Это точка зрения коррелирует с особенностями контекста системного подхода и концепцией интегрального видения. Рассмотрим следующую схему (рис. 1.5).

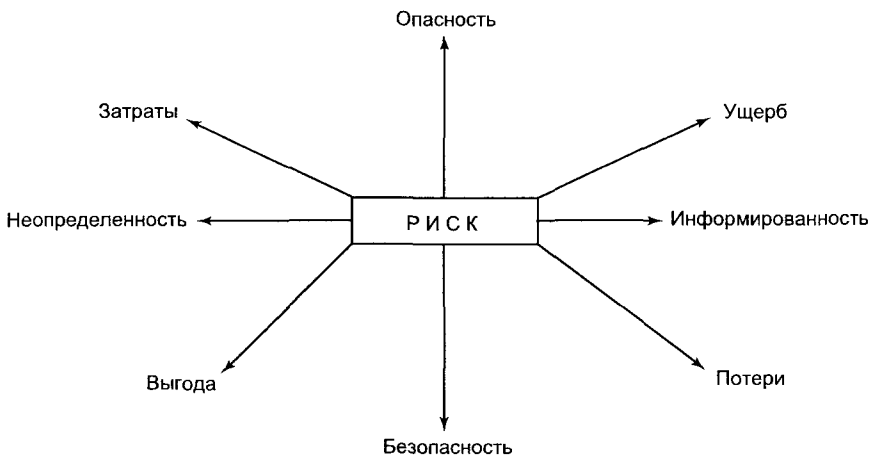


Рис. 1.5. Компоненты риска в модели интегрального видения

Вернуться в каталог учебников

Попарно эти компоненты, как противоположности, могут быть представлены следующим образом:

1. *опасность* — *безопасность*;
2. *выгода* — *ущерб*;
3. *затраты* — *потери*;
4. *информированность* — *неопределенность*.

В такой модели сам риск имеет более сложную структуру и его анализ и оценка должны проводиться с позиций интегрального видения. В этой схеме риск выступает как величина, скомпонованная из фрагментов разной природы, влияющих как на восприятие риска, так и на его оценку. Чтобы оценить риск, необходимо его проанализировать со всех этих восьми позиций и построить соответствующую конфигурацию отношений между всеми участниками процесса идентификации и оценки риска. Доминантой в этой конфигурации выступают отношения между подсистемами, а не сами эти подсистемы.

Субъект, объект и предмет риска. Обсудим кратко эти весьма важные часто употребляемые словосочетания. Дело в том, что толкование смысла этих слов тесно связано с той ситуацией, которая имеет место на данный момент и зависят от контекста, которым мы оперируем.

Слово субъект переводится как человек. Однако это только лишь одно из возможных толкований слова субъект. Так, например, в Конституции РФ толкование слова субъект имеет совсем другое значение и имеет смысл отдельной территории, входящей в состав РФ. Субъектами в этом смысле являются Москва, Санкт-Петербург, Республика Алтай и пр. и пр.

Выражение субъект риска надо понимать как наличие конкретного человека, который может, как породить риски, так и быть в то же время лицом, принимающим на себя последствия реализации тех или иных опасностей или угроз.

Объект риска — это также то, что может породить рисковую ситуацию, или то, на что могут быть обращены соответствующие угрозы и опасности. Это означает, что субъект риска может перейти в объект риска. Такую ситуацию чаще всего мы имеем в экономике.

Слово предмет имеет обобщающий смысл и потому большее количество конкретных значений. С другой стороны, предметы, как известно, есть одушевленные и неодушевленные. Таким образом, предмет риска может быть и субъектом риска и объектом риска. Также слово предмет может означать аспект научной деятельности. В этом смысле, говоря о предмете риска, мы можем иметь в виду то предметное направление, дисциплину, с позиций которой в данный момент рассматривается вопрос.

Вернуться в каталог учебников

По одному из определений риска, риск — двухкомпонентная величина, то есть — это вероятность наступления нежелательного события, умноженная на магнитуду последствий (ущерба). Тогда вопрос распадается на две части: Риск чего? Ответ ясен — риск наступления нежелательного события. Что касается второй части вопроса, то опять-таки уместны два вопроса: Риск чего? И риск для кого? Ответ на вопрос: «Риск чего» уже в данном контексте означает ту часть риска, которая привела к реализации события и возникновению последствий. После чего, наконец, следует ответ на вопрос: кто принимает на себя риск и понесет расходы по возмещению ущерба? В этом случае мы возвращаемся к понятиям субъект, объект и предмет риска.

Но есть и несколько другие ситуации. Например, в экономике субъектом риска может быть собственник живых ресурсов, который несет ущерб. Предметом риска в этом случае обычно является экономический ущерб, имеющий денежное выражение. С точки зрения экологии субъектом воздействия являются сами живые организмы, однако к ним понятие риска не применяется.

Таким образом, при обсуждении этого вопроса, надо исходить из той рискованной ситуации, с которой мы имеем дело на данный момент и из того определения риска, которым мы пользуемся в данном конкретном случае. При этом надо иметь в виду, что сами по себе в одиночестве субъект, объект и предмет риска не имеют смысла. Действительно, в рискологических ситуациях мы всегда имеем «источник» риска и «приемник» риска, которые во временном и пространственном интервалах могут выступать в разном качестве. Примером можно указать автовладельца и страхователя в ситуации обычной и в ситуации случившегося ДТП.

Следующий пример еще более симптоматичен. Возможна ситуация, в которой субъект, объект и предмет риска сосредоточены в одном лице, в самом человеке. Человек может быть источником риска, в то же время он принимает риск на себя, а генерируя конкретный риск, он порождает и предмет риска.

1.6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

В разных странах к экологическим рискам относят риски, многие из которых, по сути дела, назначаются быть таковыми. Источники этих рисков самые разнообразные. Например, в США довольно четко подразделяют риски медицинские и риски экологические. Во Франции, Финляндии и Голландии, например, такого резкого разделения нет. Нет его и в России.

Вернуться в каталог учебников

В настоящее время в России к экологическим рискам относят риски химического загрязнения окружающей среды вредными и ядовитыми веществами, риски разрушения биоты, риски перенаселения, опустынивания, обезлесивания, истощения природных, питьевых и пищевых ресурсов. Теперь к экологическим рискам относят риски электромагнитные и акустические. Особенно опасен в этом отношении МКВ-диапазон. Обнаружен также эффект воздействия на живые ткани низкочастотных полей, и механизм этого воздействия пока не известен. Геомагнитные воздействия на человека известны давно, и теперь их тоже относят к категории экологического риска.

Как и случае определения общего понятия риск, существует несколько определений экологического риска. В США, например, экологический риск двухкомпонентный и включает в себя вероятность возникновения нежелательного события экологического характера, а также возможные ущербы от этого события. Последнему приписывают магнитуду (уровень) и, таким образом, риск определяется как произведение вероятности наступления события на магнитуду последствий.

Риск в экологической сфере выражается в возможном причинении вреда здоровью человека или вреда окружающей среде и проявляется в результате их незащищенности и существования потенциальной опасности, связанной с негативными воздействиями. Экологический риск можно определить как «возможность возникновения неблагоприятных экологических последствий, вызванных как антропогенными, так и природными факторами» (Академик РАН Кондратьев К.Я.). Примем во внимание, что в этом определении заложена комплексность самого понятия экологического риска. Действительно, его компонентами будут:

- а) опасные природные и техногенные явления,
- б) уязвимость населения,
- в) социальный и природный фон развития событий,
- г) реакция населения на опасные явления, степень подготовленности к ним.

Важным этапом в решения проблемы определения понятия «экологический риск» явилось принятие Федерального закона РФ от 10.01.02 от № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». В соответствии со ст. 1 закона, **«экологическим риском является вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера».** Вернуться в каталог учебников

В методологическом плане, экологический риск — это риск нарушения динамического равновесия в экологических системах, который приводит к изменению параметров характеристик их абиотических и биотических составляющих в результате природных процессов или техногенной деятельности и перестройки экосистемы в состояние с новыми свойствами.

Понятие риска для экологических систем связано с источниками внутреннего и внешнего воздействия, значительная часть которых связана с хозяйственной деятельностью человека. Для динамических процессов, происходящих в экосистемах, критерии экологического риска адекватны оценке степени отклонения реализуемой или ожидаемой траектории эволюции экосистемы от оптимальной, то есть такой, при которой вред, нанесенный окружающей среде, равен нулю или сведен к минимуму.

Сопоставление и сравнение расхождения траекторий имеет множество интерпретаций, но по своему смыслу именно вероятность этого отклонения может быть принята в качестве определения меры экологического риска, если речь идет о динамической постановке задачи. Нетрудно видеть, что в такой интерпретации мера экологического риска выступает как составляющая, входящая в состав комплексного показателя, характеризующего в целом рискологическую ситуацию относительно качества компонентов природной среды. С другой стороны, эта составляющая должна связываться с другими способами оценки отклонения этого состояния и качества от эталона.

Задача идентификации, оценки и управления экологическим риском возникает естественным образом в связи с необходимостью поиска ответа на следующие вопросы:

1. *Что может быть нарушено в экосистеме в результате постоянной «накачки» в нее загрязняющих веществ и энергии в различных видах?*
2. *Какова вероятность появления этого нарушения?*
3. *Каковы показатели этого нарушения?*
4. *Какова степень его тяжести для природной среды и для человека?*
5. *Каковы последствия для природной среды и человека?*

Определение и оценка экологического риска включает части функционально связанные между собой, две из которых состоят в следующем:

- 1) *каков информационный ресурс анализа экологического риска,*
- 2) *существует ли возможность взаимной трансформации информации, полученной на основе результатов оценки экологического риска и любого другого способа описания экологического состояния и качества рассматриваемого объекта.*

Вернуться в каталог учебников

Информационный ресурс анализа экологического риска, дающий возможность реализовать задачу теоретически, базируется на совокупности сведений из соответствующих областей знаний, набора статистических данных об источниках техногенного воздействия, о состоянии здоровья населения и результатов расчета математических моделей различных процессов и явлений в рассматриваемом объекте.

Возможность взаимной трансформации информации, поступающей в систему наблюдения за состоянием контролируемого объекта, означает, что информация должна быть конструктивной, то есть сопоставимой с оценками, получаемыми другими методами.

Тот факт, что экологический риск своим происхождением обязан, в основном, хозяйственной деятельности человека означает, что в генезисе экологического риска изначально заложено его соответствие и корреляция техническому риску.

Для системы принятия решений, как показывает практика, полезным является увязка состояния промышленного объекта с состоянием окружающей среды. При этом имеются в виду, прежде всего, экологические угрозы, в числе которых могут быть различного уровня техногенные аварии, химическое, энергетическое (тепловое) загрязнение, воздействие электромагнитных и акустических полей, опасные технологии и т. д.

Отметим разницу между техническим и экологическим рисками. Отличий тут, по крайней мере, три, и они заключаются в следующем:

- 1) Предметная область, изучающая техногенные воздействия и техногенную безопасность включает в себя и условия существования живых организмов, и взаимоотношения между живыми организмами и средой их обитания, но угол зрения, под которым рассматриваются эти вопросы, иной, чем в экологии. Содержание базы знаний в области техногенной безопасности формируется, главным образом, на основе технических наук с привлечением физики, химии и их разделов, касающихся геофизических и геохимических процессов и явлений и не связано с биологической наукой. Что касается экологических последствий техногенных воздействий, то они относятся к предметной области не техногенной безопасности, а экологической.
- 2) Если сопоставить определения технической и экологической безопасности, то нетрудно видеть, что они отличны и заметно. Так как безопасность и риск имеют общие корни в своем происхождении, то понятно, что смысловое содержание технического риска будет всегда отличаться от смыслового содержания экологического риска.
- 3) На национальном и даже на локальном уровнях вопросами обеспечения техногенной и экологической безопасности обычно занимаются

Вернуться в каталог учебников

разные структуры и разные ведомства. Это объективно связано с тем, что научно-технические основы мер, действий и технологий по обеспечению этих двух видов безопасности существенно отличаются.

Не смотря на указанные различия между техническим и экологическим рисками, можно, применяя аналогии между состояниями технического объекта и качественными характеристиками экосистем, увязать экологические понятия с состоянием технических систем. Сказанное проиллюстрировано в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Некоторые экологические понятия, их величины, характеристики и диапазоны изменения численных значений

Величина	Смысл	Размерность	Диапазоны изменения
Опасность источника воздействия	Вероятностный	Отсутствует	0–1
Экологическая безопасность	Относительный	Отсутствует	1–10
Экологический риск Экологический риск в абсолютном смысле	Вероятностный Смысл может состоять в указании возможных потерь	Отсутствует Денежное выражение либо число человеческих жертв, отнесенное к единице времени или на определенное число жителей	0–1 Произвольные
Энергия	Мера движения и взаимодействия	$M \cdot L^2 T^{-2}$	Произвольные
Энтропия	В применении к задачам экологии — мера неопределенности	В термодинамике размерность энтропии $M \cdot L^2 T^{-2} \theta^{-1}$. В оценке неопределенности энтропия — безразмерная величина.	Произвольные
Экологическая информация	Набор измеренных и вычисленных данных (сведений) о состоянии и качестве окружающей среды	Размерность определяется размерностью рассматриваемых данных	Произвольные
Интенсивность воздействия источника экологической опасности	Мощность	Энергия или масса в единицу времени через единицу площади	Произвольные

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

**Состояния технической системы и экологической системы,
их соответствие и взаимодействие**

№ п/п	Тип состояния	Характеристика состояния
1	Отсутствие техногенной деятельности	Экологически устойчивое состояние (ЭУС)
2	Штатное безаварийное функционирование промышленного предприятия	Экологическое возмущение первого порядка (ЭВ-1)
3	Аварийная ситуация	Экологически напряженное состояние
4	Критическое состояние	Стресс
5	Аварии	Экологическое возмущение второго порядка (ЭВ-2)
6	Техногенные катастрофы	Экологическое возмущение третьего порядка (ЭВ-3)

1.7. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Агентство по защите окружающей среды (EPA) США рассматривает экологические риски (ecological risks) отдельно от рисков, угрожающих здоровью людей (health risks). По мнению экспертов Агентства, в начале 1990-х годов самыми серьезными экологическими рисками были следующие:

- *глобальное изменение климата;*
- *обеднение озонового слоя в стратосфере;*
- *изменение компонентов среды обитания;*
- *гибель популяций и потери в биологическом разнообразии.*

Те же эксперты указали в качестве наиболее серьезных перечисленные ниже риски угрозы здоровью людей:

- *загрязнение атмосферного воздуха (газами, аэрозолями);*
- *накопление радиоактивного газа радона в помещениях;*
- *загрязнение воздуха в помещениях;*
- *загрязнение питьевой воды;*
- *присутствие химических загрязнителей (токсикантов) на рабочих местах;*
- *загрязнение почв и вод пестицидами;*
- *обеднение озонового слоя в стратосфере.*

Вернуться в каталог учебников

Сопоставление этих перечней показывает, что разделение рисков на экологические и риски угрозы здоровью является условным и неоднозначным. Видно, что при этом обеднение озонового слоя приходится включать в оба списка. Распространение пестицидов приняло такие масштабы (их следы обнаружены даже в тканях обитающих в Антарктиде пингвинов), что вызываемый пестицидами риск следует считать не только риском угрозы здоровью, но и экологическим. То же можно сказать и о загрязнении воздуха и воды, которое наблюдается повсеместно.

При проведении социологических опросов, направленных на выявление приоритетов в обеспокоенности людей состоянием среды обитания, экологические риски не отделяют от рисков, угрожающих здоровью. Ниже в виде ранжированного по значимости позиций списка приводятся результаты такого опроса, выполненного в 1990 годах в США (аналогичные опросы проводились в это же время в ряде стран Европы). Перечислены первые 20 рисков из длинного перечня; в скобках указан процент опрошенных, классифицировавший соответствующий экологический риск как «очень серьезный».

1. Действующие полигоны захоронения опасных отходов (67 %).
2. Недействующие (старые) полигоны захоронения опасных отходов (65 %).
3. Загрязнение воды стоками промышленных предприятий. (63 %).
4. Химические токсиканты на рабочих местах (63 %).
5. Разливы нефти и нефтепродуктов (60 %).
6. Разрушение озонового слоя (60 %).
7. Аварии на атомных электростанциях (60 %).
8. Аварии в промышленности, приводящие к выбросам загрязнителей (58 %).
9. Излучение от радиоактивных отходов (58 %).
10. Загрязнение воздуха промышленными предприятиями (56 %).
11. Утечки из подземных хранилищ нефтепродуктов (55 %).
12. Загрязнение прибрежных вод (54 %).
13. Твердые отходы и мусор (53 %).
14. Риск от пестицидов для фермеров (52 %).
15. Загрязнение воды стоками сельскохозяйственных предприятий (51 %).
16. Загрязнение воды очистными сооружениями (50 %).
17. Загрязнение воздуха транспортными средствами (50 %).
18. Остаточные пестициды в пищевых продуктах (49 %).
19. Парниковый эффект (48 %).
20. Загрязнение питьевой воды (46 %).

Сравнение этого перечня с приведенными выше мнениями экспертов показывает, что простые люди и специалисты по разному оценивают значимость того или иного экологического риска. Так, опрос общественного мнения не выявил повышенной обеспокоенности ни глобальным изменением климата, ни воздействием радиоактивного газа (радона), ни сокращением биологического разнообразия. Эксперты и не специалисты расходятся в оценках серьезности риска, вызываемого постоянно возрастающим количеством полигонов захоронения опасных отходов. Подобные различия отчасти обусловлены различием в информированности экспертов и обывателей, однако специальные исследования выявили и ряд иных причин. Оказалось, что весьма существенными являются факторы и механизмы восприятия риска.

В 90-х годах XX века несколько международных организаций — Программа ООН по окружающей среде (UNEP), Организация объединенных наций по промышленному развитию (UNIDO), Международное агентство по атомной энергии (IAEA) и Всемирная организация здравоохранения (WHO) — разработали рекомендации по оценке и управлению рисками, связанными с угрозами здоровью людей и состоянию среды обитания в результате действия энергетических и промышленных комплексов. В состав этих рекомендаций входят основные признаки экологических рисков, связанных с угрозами здоровью и жизни людей и состоянию среды обитания.

Табл. 1.3 показывает, что экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей, с одной стороны, и с угрозой состоянию среды обитания, с другой, характеризуются как одинаковыми, так и различными признаками. И те, и другие риски могут происходить от источников непрерывного или разового действия. К источникам непрерывного действия относятся вредные выбросы от стационарных установок, а также от транспортных систем. К ним же следует отнести результаты использования в сельском хозяйстве удобрений, инсектицидов и гербицидов. Непрерывными поставщиками загрязнителей в среду обитания являются места сосредоточения промышленных и бытовых отходов (отвалы пород вблизи угольных шахт, хранилища горно-металлургических предприятий, городские свалки и т. п.). Разовыми источниками являются аварийные выбросы и сбросы вредных веществ в результате взрывов или других аварийных ситуаций на промышленных объектах, а также серьезные дорожно-транспортные происшествия при перевозке ядовитых веществ. Причинами разовых выбросов могут быть, разумеется, и природные катастрофы (землетрясения и оползни, бури и ураганы, наводнения и вулканические извержения).

**Основные признаки экологических рисков,
 связанных с угрозой здоровью людей и состоянию среды обитания**

Категории	Для людей	Для среды обитания
Характер действия источника риска	Непрерывный Разовый (Аварийный)	Непрерывный Разовый (Аварийный)
Контингент (группы) риска	Население данной местности Персонал предприятия	
Продолжительность действия	Кратковременное Средней длительности Длительное	Кратковременное Средней длительности Долговременное
Последствия	По степени тяжести: фатальные (риск смерти), нефатальные (риск травмы, болезни и т. д.) По времени проявления: немедленные отдаленные	По распространению: локальные региональные глобальные По продолжительности: кратковременные средней длительности длительные

Независимо от характера действия источника опасности, результатом ее проявления последней выступает ущерб, который наносится и людям и окружающей среде. Это требует одновременного рассмотрения обоих видов экологического риска. Вместе с тем, во многих случаях экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей необходимо рассматривать отдельно от рисков, обусловленные угрозой состоянию среды обитания.

1.8. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РИСКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОНКРЕТНОГО УЧАСТНИКА

Под классификацией можно понимать задачу расстановки, размещения, расположения имеющихся данных, событий, явлений, процессов по определенным признакам. Иначе, классификация — это процесс упорядочения. Так как упорядочение знаний — основная задача науки, то все науки стремятся непременно что-то классифицировать.

Можно ли классифицировать риски? Вопрос имеет смысл, так как классификация позволяет по-новому взглянуть на проблему и даже что-то предсказать. Такова, например, Таблица Д. И. Менделеева, которая

не только объяснила периодичность в появлении одинаковых свойств химических элементов, но и предсказала три новых элемента, которые вскоре были открыты. Однако все попытки классифицировать элементарные частицы, не смотря на то, что этой проблемой занимаются светлейшие головы человечества, пока не увенчались успехом.

Классифицировать риски можно по разным схемам. Например, по иерархическому уровню, попросту говоря, по масштабу проблемы. Тогда риски будут соответственно глобального, регионального, национально-локального уровня. Это так называемая вертикальная шкала. Такая классификация оправдана, и она действительно применяется повсеместно. Есть и так называемая горизонтальная шкала. Обычно под этим понимается классификация рисков по дисциплине (предмету) исследования. При этом молчаливо принимается джентельменское соглашение, что все науки одинаково значимы. Остановимся на этом подробнее.

Биологический риск. Возникновение биологического риска может происходить двумя путями:

1. В первом случае опасность для живого организма находится вне его. К этой категории рисков относится возникновение эпидемий и экологические бедствия.
2. Угроза для живого возникает в самом организме. Сюда относятся риски связанные с генной инженерией.

Риск эпидемий. Сегодня распространение различных инфекций достигло угрожающих масштабов. По данным ВОЗ стремительно шагает СПИД, грипп, малярия, кишечные заболевания, венерические болезни и т. д. Приоритетной задачей здесь специалисты считают разработку новых вакцин. Однако это меры *a posteriori*. Возникновение таких рисков пока не прогнозируется, так как отсутствует общая теория рисков.

Технический риск. Наиболее распространенный вид антропогенного риска. Понимается очень широко — от риска сбоя в работе отдельного агрегата или детали до риска аварий и катастроф в планетарном масштабе. Тесно связан с теорией надежности и теорией безопасности, в современной постановке вопроса — с безопасностью жизнедеятельности.

Риски генной инженерии. Опасная сторона генной инженерии состоит в том, что для ее «продукта» нет пути назад. Генетически модифицированный организм может размножаться, обмениваясь генетическим материалом, вызывая неожиданные эффекты в биосфере. Вмешательство человека привело к тому, что генами стали обмениваться организмы, которые в природе этого не делают. Могут возникнуть неожиданные побочные явления. Генетики и инженеры стремятся уменьшить или игнорировать такой риск, но хорошо известно, что микроорганизмы могут обменивать

Вернуться в каталог учебников

генетический материал между разными видами живых существ. Сейчас в продаже на Западе имеется достаточно много продуктов с этикеткой ГМП — генетически модифицированный продукт. В России такого предупреждения практически нет. Безопасно ли потребление таких продуктов? Ответа на это вопрос тоже пока нет. Уже обнаружено, что ГМП могут вызвать аллергические реакции. Известны даже смертные случаи. В ряде источников указывается, что кроме растений были созданы и «новые животные». Реализуются биотехнологические проекты, направленные на создание животных с заранее запланированными свойствами. Таким образом, человечество входит в «новый мир». Но все научные разработки, успешно применявшиеся в биологии, в этой области в настоящее время практически не используются. Мы можем выпустить джина из бутылки и не заметить этого.

Риски ядерной энергетики — радиационный риск.

Риски техногенных аварий и природных катастроф (риски ЧС — чрезвычайных ситуаций) можно классифицировать по уровню и масштабам их последствий и возможностям управления. В некоторых случаях классификация ведется с учетом уровня достаточности решения с точки зрения проблемы управления рисками. Нужно сказать, что эти классификации относятся к ситуации, которая образуется после свершения ЧС, то есть после того как, например, дом завалился, определяется масштаб катастрофы, число жертв, ущерб и т. д., и только тогда происходит соответствующая классификация.

Весь опыт человека показывает, что повторение видов катастроф означает, что частично они могут предсказываться и управляться на разных уровнях. Составляя такую классификацию видов катастроф, можно показать, что управление рисками этих катастроф возможно только при определенном уровне организации человека.

Так, человек или община способны при использовании всех ресурсов, находящихся в их распоряжении, организовать видовой образ жизни (питание, дыхание, движение, взаимодействие с окружающей средой), решить бытовые проблемы, применить опыт предыдущих поколений, установить наблюдение за состоянием окружающей среды, избежать части природных и техногенных рисков. В то же время проблему, например, устойчивого социально-экономического развития общества можно решить только на уровне государства, а экологические и планетарные проблемы — только в составе мирового сообщества землян.

Так как возможности любого государства ограничены, интеграция его с другими государствами представляется необходимой. Эта интеграция дает возможность управлять транснациональными и наднациональными

рисками, что является необходимой предпосылкой для перехода на более высокий уровень управления. Хорошим примером такой интеграции может служить международное сотрудничество в области наблюдения и исследований предвестников землетрясений, имеющих региональные и глобальные масштабы. Есть и другие крупные международные проекты.

Выше мы уже говорили о видах риска: военном, экономическом, информационном, медицинском и т. д. Их определения также отличаются друг от друга. Двигаясь дальше в плане классификации, можно сказать, что стройной системы, где каждый риск занимает свое место, нет. В каждой области знаний или сферах человеческой деятельности «изобретаются» все новые и новые виды рисков. Некоторые из них — результат развития технологий и общего прогресса, другие могут быть и надуманными, лишенными какого-либо смысла.

Препятствием на пути построения стройной классификации может служить тот факт, что человек не только генерирует новые риски, но и сами риски могут порождать также новые риски.

Например, *риск + риск = новый риск*.

Или *риск + защита = новый риск* и т. д.

Следует сказать также, что новые технологии порождают, в принципе, те же риски, что и старые, но более высокого уровня, что позволяет говорить о существовании целого поколения рисков.

Можно ли продолжить классификацию рисков? Да, можно, так как возможны и другие классификации, учитывающие, что риск от катастрофы, в том числе и техногенной, определяется двумя главными факторами:

1. Самим опасным явлением (его спецификой, масштабом и т. п.) и
2. уязвимостью населения (его реакцией, организацией мер предупреждения и пр.).

Последняя зависит от целого ряда обстоятельств, в том числе — экономических, социальных этнокультурных психологических и др. Естественно, что все указанные факторы изменяются в пространстве и во времени.

В современной научной литературе рассматривается несколько разновидностей риска, каждая из которых имеет свои особенности. Наиболее часто выделяют пять таких разновидностей:

- *риски, угрожающие безопасности (safety risks);*
- *риски, угрожающие здоровью (health risks);*
- *риски, угрожающие целостности среды обитания (environmental risks);*

- *риски, угрожающие общественному благосостоянию (public welfare/goodwill risks);*
- *финансовые риски (financial risks).*

Одновременно с этим можно выделить и другие риски, имеющим отношение к экологическим рискам, или влияющим на величину последних, например:

Политические и правовые риски, связанные с изменением законодательства и нормативных актов, являются пока самыми серьезными рисками, особенно в условиях России, и их тоже сложно учесть и оценить. В качестве меры защиты рекомендуется управляющему компании принять срочные меры по снижению действия этого риска на портфели фондов, созданных для защиты и охраны окружающей среды.

Операционные риски, связанные с ошибками операторов и менеджеров, ответственных за проведение экологической политики. Мерой защиты служит снижение риска каждого отдельного актива, диверсифицируя инвестиционный портфель и выбирая для него наименее коррелированные активы, чтобы падение одного могло быть компенсировано ростом другого.

Риск «потери знамени» — это риск ухода из бизнеса любой управляющей компании, уделяющей внимание проблемам экологии. Такое нередко случалось в недавней российской истории. Мерой защиты выступает пристальный государственный контроль, как регулирующих органов, так и общественных организаций.

Страхование рисков также является в определенном смысле мерой защиты от **финансовых рисков** хозяйствующих субъектов и граждан при наступлении **экологических страховых случаев** за счет денежных фондов, формируемых из уплачиваемых ими страховых взносов.

Предоставим читателю самостоятельно развить далее обозначенную тему.

1.9. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ

Продолжая тему классификации экологических рисков, отметим, что общепринятой точки зрения на этот счет пока не имеется. Поэтому рассмотрим некоторые варианты.

Первый вариант базируется на использовании трех понятий — *субъект риска, объект риска и предмет риска* в контексте спектра потенциальных экономических ущербов. В этом варианте экологические риски классифицируются **вернутся** в каталог учебников

Экологические риски первого рода, обусловленные негативным влиянием экосистем и их отдельных частей на экономическую деятельность, могут воздействовать на субъекты риска во всех трех секторах общества: население; сектор власти; коммерческий сектор.

Потенциальный ущерб от экологических рисков первого рода обычно включает материальный ущерб, выраженный либо в натуральных, либо в денежных единицах.

Примером экологического риска первого рода являются крупные экономические потери из-за нашествий саранчи. Большой ущерб экономическим субъектам наносят грызуны. В современной России потери зерна при хранении из-за грызунов достигают одной трети. Городские и коммунальные хозяйства крупных городов несут колоссальные ущербы из-за грызунов. Вместе с тем, эти ущербы носят привычный характер и обычно не воспринимаются как угрозы.

Попадание птиц во взлетающие или садящиеся самолеты могут привести к крупным экономическим потерям и даже человеческим жертвам. Этому виду экологического риска первого рода подвержены летательные аппараты.

Часть собственности экономических субъектов составляют живые организмы (сельскохозяйственные растения, домашний скот, домашние животные). Они также взаимодействуют с экосистемами и их отдельными частями и могут испытывать негативные последствия в виде заболеваний и гибели, как на уровне особей, так и на уровне биологического вида. Если эти последствия приводят к ущербам в экономической деятельности, то можно говорить о соответствующих экологических рисках первого рода.

К экологическим рискам первого рода на уровне жизни и здоровья человека относятся заболевания связанные с влиянием живых организмов (вирусы, бактерии, внешние и внутренние паразиты), укусы змей и ядовитых насекомых, травмы и гибель от крупных животных.

Особую группу экологических рисков первого рода в последнее время составляют генетически модифицированные продукты (ГМП) сельскохозяйственные продукты (трансгенные продукты).

В последнее время появились новые источники экологических опасностей первого рода, связанные с многолетними полетами орбитальных космических станций. Ряд специалистов считает, что в условиях постоянного космического облучения на этих станциях могут появиться мутационные формы бактерий и микроорганизмов, для которых не существует естественных врагов на Земле.

Бактериальные и грибковые экологические риски первого рода характерны не только в природе, но и в условиях жизни человека. Они могут являться

Вернувшись к началу учебника <http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

источником экономического ущерба для промышленных предприятий и зданий. К крупным экономическим ущербам приводит поражение деревянных и бетонных зданий различными грибами и бактериями.

К числу экологических рисков первого рода также относится и коррозия металлических изделий. Масштабы этого риска первого рода являются глобальными для современного индустриального общества. Получается, что человечество тратит огромные ресурсы на кормление бактерий, вызывающих коррозию.

Существуют и менее известные примеры бактериальных экологических рисков первого рода. Например, вентиляционные и климатизационные системы современных крупных отелей подвержены риску заражения особой бактерией — легионеллой, которая вызывает смертельное заболевание у жильцов в этих отелях (болезнь легионеров).

Образно говоря, человек в процессе экономической деятельности постоянно производит и возобновляет экологические ниши для огромного числа вредных организмов, а затем тратит колоссальные средства на борьбу с ними. Эти организмы составляют значительную группу экологических рисков первого рода. Вредными эти организмы являются только с точки зрения человека и его экономической деятельности. В природе они занимают соответствующие экологические ниши и не рассматриваются как вредные.

В современных условиях по-новому выглядят экологические риски первого рода, связанные с вирусными заболеваниями, например гриппом. Значительные экологические риски первого рода связаны с появлением новых вирусных организмов, против которых у людей, животных и растений нет иммунитета. Не исключено, что такие вирусы могут появиться и в результате целенаправленной деятельности по созданию биологического вирусного оружия.

Для каждой территории существует свой ограниченный набор существенных экологических рисков первого рода. Чем больше площадь рассматриваемой территории, тем длиннее список таких рисков. Для экономических субъектов, занимающих обширные площади, целесообразно использовать субрайонирование (зонирование) своих территорий. Примерами могут являться государства, области, мегаполисы, крупные сельскохозяйственные предприятия, предприятия пищевой промышленности, транспортные системы, включая морские и речные порты, аэропорты.

Экологические риски второго рода связаны с экологическими опасностями, возникающими в процессе негативного воздействия на экосистемы в условиях нормальной экономической деятельности в штатном режиме. Эти опасности разделяются на: **прямые и косвенные.**

Прямые экологические риски второго рода существуют у любого физического или юридического лица в рамках действующего законодательства по охране живого мира. Нанесение намеренного или ненамеренного вреда попадающим под действие такого законодательства живым организмам (растения, птицы, животные и т. п.) влекут за собой предусмотренную законом ответственность, вплоть до уголовной.

Прямые экологические риски второго рода связаны с потенциальными ущербами у различных субъектов риска из-за прямого негативного воздействия на живые организмы (избыточная охота, перелов рыб и морепродуктов, браконьерство и т. п.). Субъектом риска в таком случае является собственник живых ресурсов, который несет ущерб. Предметом риска обычно является экономический ущерб. С точки зрения экологии субъектом воздействия являются сами живые организмы, однако к ним, как отмечено выше, понятие риска не применяется.

Субъектом риска оказывается и экономический субъект, осуществляющий природопользование на уровне биологических ресурсов. Примером таких рисков является ряд инцидентов на Дальнем Востоке России, когда ряд местных и центральных руководителей рыбохозяйственной отрасли был обвинен в нарушении существующего порядка выдачи и использования квот на вылов краба в научных целях. Естественно, что у предприятий, участвующих в подобных инцидентах, наблюдаются незапланированные экономические потери на юридические процедуры, выплаты штрафов, взыскания доходов в пользу владельца ресурсов и т. п.

Косвенные экологические риски второго рода обусловлены техническими объектами, изменяющими свойства окружающей среды в процессе своего штатного функционирования. Субъектом риска также является, в первую очередь, собственник живых ресурсов, а также непосредственно человек (население, технический персонал) на уровне жизни и здоровья. Сектор власти может оказаться субъектом риска, если ему приходится за счет своего бюджета принимать мероприятия по уменьшению косвенных экологических рисков второго рода. Субъектом риска также может являться загрязняющее среду предприятие.

Однако для этого требуется, по крайней мере, два необходимых условия.

Во-первых, должно существовать экологическое право, устанавливающее размер платежей и штрафов за косвенный ущерб чьим-то живым ресурсам или здоровью человека при функционировании предприятия в штатном режиме.

Во-вторых, должна существовать правовая процедура, позволяющая установить, что в результате деятельности именно этого технического

объекта, функционирующего в штатном режиме, был нанесен ущерб именно этим живым ресурсам или здоровью именно этих людей. В этом случае предметом риска будут величины платежей и штрафов за нанесение ущерба живым ресурсам или здоровью человека при функционировании предприятия в штатном режиме.

Косвенные экологические риски второго рода, связанные с химическими веществами, рассчитываются для определения ущерба здоровью и для различных видов животных, составляющих живые ресурсы в практике природопользования. Здесь используются так называемые экотоксикологические кривые.

Косвенные экологические риски второго рода также связаны с определенными физическими полями (радиация, электромагнитные поля, шум и т. п.). Для определения степени такого влияния для каждого из полей определяются кривые связи физических параметров окружающей среды с состоянием здоровья человека и отдельных биологических видов.

Экологические риски третьего рода связаны с экологическими опасностями, которые вызываются авариями и катастрофами технических систем, а также с залповыми сбросами и выбросами токсических веществ.

Экологические риски третьего рода могут нарастать, что грозит превышением «запаса прочности» — экологической толерантности живых организмов, позволяющей переносить неблагоприятные условия в некоторых пределах. Попадая в область летальных концентраций и условий, живые организмы могут погибать в массовых масштабах. При этом может расстроиться и пораженная экосистема в целом, переходя в иное устойчивое состояние. Выживают резистентные биологические виды, и они замещают место вымирающих видов.

Именно экологические риски третьего рода оказываются наибольшими среди разовых выплат и затрат, а также по социальному напряжению. Массовая гибель животных, разрушение природопользовательских отраслей местной экономики вызывают резкую реакцию общества, способствуют принятию ужесточенного репрессивного природоохранного законодательства. Например, после катастрофы танкера «Эксон Валдез» погибло более 250 тыс. морских птиц. Эта катастрофа названа самой крупной, связанной с гибелью морских птиц в североамериканских водах. В результате целенаправленных действий природоохранных организаций, подсчитавших потери экосистем, уже через год в США был принят закон о нефтяных загрязнениях, существенно ужесточающих правила перевозки нефти в территориальных водах США.

Экологические риски четвертого рода — это риски, когда потенциальный ущерб возникает в результате ухудшения параметров живой

Вернуться в каталог учебников

природы, косвенно влияющих на стоимость имущества и доходность бизнеса. Примером являются охотничьи хозяйства, объекты туризма, ориентированные на любителей животных. Другим примером являются парки и сады, наличие которых влияют на рыночную стоимость жилых строений вблизи них.

Нанесение урона живым организмам на некоторой территории может вызвать множество исков от третьих лиц по возмещению ущерба, связанного с ухудшением условий бизнеса, падением доходности, потери привычных условий жизни и т. п. Важно отметить, что эти риски тесно связаны с действующим законодательством, следовательно, они содержат и политическую составляющую.

1.10. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. ВТОРОЙ ВАРИАНТ

Во втором варианте классификации принимается во внимание, что риски, угрожающие, в первую очередь, безопасности человека, обычно характеризуются малыми вероятностями, но тяжелыми последствиями; они проявляются быстро, к ним, в частности, могут быть отнесены несчастные случаи на производстве.

С другой стороны, риски, угрожающие здоровью человека, напротив, обладают довольно высокой вероятностью, но часто не имеют тяжелых последствий, многие из них проявляются с определенной задержкой.

Под рисками угрозы состоянию среды обитания понимается бесчисленное количество эффектов между популяциями, сообществами, экосистемами на микро- и макроуровнях, при наличии весьма существенных неопределенностей как в самих эффектах, так и в их причинах.

Риски, угрожающие общественному благосостоянию, обусловлены тем:

- как общество воспринимает и оценивает деятельность данного объекта (промышленного, сельскохозяйственного, военного и т. д.);
- в какой степени эта деятельность связана с рациональным использованием природных ресурсов;
- как она отражается на состоянии окружающей среды;
- как быстро проявляется негативное восприятие деятельности рассматриваемого объекта и как быстро это восприятие оказывается устойчивым.

Финансовые риски связаны с возможными потерями собственности или доходов, получением страховой премии или прибыли от инвестиций (включая инвестиции в природоохранные мероприятия).

Приведенное распределение рисков по перечисленным разновидностям является условным. Очень часто риски, сопряженные с угрозой состоянию среды обитания, одновременно являются рисками для жизни и здоровья людей. Поэтому классификацию рисков можно вести с точки зрения возможности их анализа. Считается, что к настоящему времени сформировались шесть типов анализа риска, они обладают следующими особенностями.

Анализ химического риска охватывает риски, вызываемые неканцерогенными химическими веществами. Характерная черта химических рисков состоит в том, что они проявляются лишь в тех случаях, когда доза токсиканта превзойдет определенную величину, называемой пороговой. Цель этого анализа — найти значения предельно допустимых концентраций токсических веществ в воде, воздухе и почвах, для чего служат эксперименты, проводимые на животных.

Анализ канцерогенного риска рассматривается отдельно от других типов в силу важности и необходимости частого использования. Развитие злокачественных образований (раковых опухолей) может быть вызвано химическими веществами (канцерогенами) или ионизирующими излучениями. Канцерогенное действие ионизирующих излучений считается беспороговым. Анализ канцерогенных рисков основан на использовании вероятностно-статистических представлений

Эпидемиологический анализ риска призван установить корреляции (статистические зависимости) и причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний. Этот тип анализа выполняется, как правило, при исследовании профзаболеваний людей, но из-за нехватки данных допускает экстраполяцию результатов, получаемых в процессе опытов с животными

Вероятностный анализ риска предназначен для того, чтобы обеспечить безопасность сложных и потенциально опасных технологических процессов. Важная особенность этого типа анализа заключается в использовании так называемого метода деревьев, учитывающего все возможные отказы оборудования, технологических узлов и крупных блоков, причем каждый отказ характеризуется собственной вероятностью. Это позволяет не только рассчитать вероятности сложных событий, но и оценить их конкретные последствия (например, выброс в атмосферу определенного токсиканта или радионуклида)

Апостериорный анализ риска, в сферу которого входят как природные катастрофы (землетрясения, наводнения, оползни и т. д.), так и сопряженная с опасностью деятельность людей (аварии на транспорте, острые отравления пестицидами, заболевания раком в результате курения и т. п.)

Вернуться в каталог учебников

Термин «апостериорный» означает, что данный тип анализа использует результаты статистической обработки проявлений опасных событий и процессов в прошлом.

Качественный анализ риска приходится использовать в тех случаях, когда количественное рассмотрение опасного события или процесса оказывается практически невозможным. Например, очень трудно оценить количественным образом риски, обусловленные кислотными дождями или глобальным изменением климата.

Все перечисленные виды анализа риска имеют непосредственное отношение к **экологическим** рискам, под которыми следует понимать совокупность рисков, угрожающих здоровью и жизни людей, и рисков угрозы состоянию среды обитания.

1.11. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Жизнь каждого человека протекает в системах, слишком сложных для того, чтобы можно было надеяться на полную предсказуемость благополучия каждого из нас. Тот или иной риск для здоровья и жизни каждого человека есть всегда. Так, любой из нас может стать случайной жертвой дорожного движения, железнодорожной или авиакатастрофы, аварии на промышленном предприятии, инфекционного или иного заболевания и умереть раньше генетически предопределенного срока.

В большинстве технических систем риск опасной для жизни или здоровья людей аварии может быть определен и заложен в конструкцию и технологию и, хотя он никогда не может быть нулевым, вероятность (риск) аварии по техническим причинам может быть доведена до приемлемого уровня. Приемлемым можно, по-видимому, считать уровень биологического риска, т. е. вероятность родиться с генетическим нарушением при фоновом уровне мутагенных факторов в природной среде, получить системное заболевание сердечно-сосудистой или иной системы организма при оптимальном образе жизни, погибнуть от молнии, землетрясения или иного экстремального природного фактора.

Вероятность преждевременной гибели (индивидуальный риск) от независимой от человека случайной причины оценивается приблизительно величиной 10^{-6} . Такой уровень риска при проектировании технических систем считается приемлемым. Вместе с тем, если, например, очень надежный автомобиль, риск опасной поломки которого доведен до минимального уровня и составляет даже 10^{-7} , движется по дороге с множеством ям, крутых закрытых поворотов и других опасных участков, да к тому же плохо оборудованной дорожными знаками, вероятность аварии уже

Вернуться в каталог учебников

почти не зависит от надежности самого автомобиля, а определяется наименее надежным элементом системы движения, в данном случае, качеством дороги.

Очевидно, что вероятность аварии по техническим причинам для любого технического устройства, машины — величина переменная. По мере эксплуатации вероятность аварии возрастает из-за износа деталей. Если риск аварии нового сооружения составляет 10^{-6} , это не означает, что она произойдет через миллион лет. За время эксплуатации уровень риска возрастает и через некоторое время достигает единицы. Поэтому срок эксплуатации любой технической системы должен устанавливаться не на время вероятного сохранения работоспособности, а на время, в течение которого риск уменьшается до допустимого предела.

Вероятность крупной экологической катастрофы может быть оценена в том случае, когда она может быть связана с аварией крупной технической системы, способной оказать существенное влияние на состояние природной среды на значительной территории. Например, если риск аварии на атомной электростанции составляет 10^{-5} , это означает, что в любой год из гарантийного срока ее эксплуатации авария может произойти с такой вероятностью. Понятно, что подобный чернобыльскому выброс радиоактивных загрязнений, разлив нефти при аварии крупного нефтепровода, или авария, подобная произошедшей в Бхопале и множество рисков в сфере техники более или менее управляемы, и вопрос заключается преимущественно в экономической и социальной приемлемости определенного уровня риска, которого должны добиваться создатели каждой технической системы.

Ясно, что чем больше на некоторой территории опасных производств, тем выше вероятность того, что произойдет экологическая катастрофа или более или менее существенное нарушение состояния природной среды антропогенного (техногенного) происхождения. До некоторого уровня сложности структуры территориального размещения технических систем, управление риском возникновения экологического бедствия того или иного уровня представляется осуществимым, поскольку мы имеем здесь дело с определенным риском, поддающимся количественной оценке и более или менее управляемым.

Иное дело — сверхсложные социоприродные или природно-технические системы, количество элементов которых и характер связей между ними не поддаются сколько-нибудь надежной оценке и не могут быть смоделированы. В этой ситуации количественная оценка риска невозможна, риск становится неопределенным. К сожалению, отсутствие оценки подчас воспринимается требующими точности планирующими и разре-

Вернуться в каталог учебников

шающими органами как свидетельство отсутствия реальной опасности негативных последствий реализации конкретного проекта. Такая точка зрения приводит к тому, что проект претворяется в жизнь.

Однако невозможность количественной оценки риска в сложных системах вовсе не означает его отсутствия. Тяжелые последствия нежелания и неумения учета неопределенных (скрытых или мнимых) рисков подчас многократно превышают доход или социальный эффект реализации крупных проектов. Так было с проектом орошения рисовых и хлопковых полей водами Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, что привело к ускорению падения уровня Арала и развитию в Приаралье экологической катастрофы. До сих пор никто не смог подсчитать соотношение доходов от дополнительно полученного риса и хлопка и потерь от исчезновения рыболовства на Арале, разрушения инфраструктуры поселений в Кара-Калпакии и массового ухудшения здоровья населения от разноса ветрами солей обсыхающих отмелей Аральского моря на многие сотни километров вокруг него. На ветер выброшенными оказались средства, вложенные в сооружение дамбы, отделившей залив Кара-Богаз-Гол от Каспия, падение уровня в котором сменилось подъемом в вековом цикле естественных колебаний уровней Каспия и Арала.

Многочисленные примеры подобных нарушений состояния крупных экосистем, произошедших в разных странах, породили не только афоризм-перефразировку известного высказывания И. В. Мичурина: «Мы не можем ждать милостей от природы... после того, что мы с ней сделали», вместо «...взять их у нее — наша задача!». Они убедили наиболее грамотных и дальновидных хозяйственников в том, что неопределенные риски не должны игнорироваться. Именно в них таится наибольшая опасность, и их учет необходим. Это — одна из причин того, что Закон Российской Федерации об Экологической экспертизе требует проведения наряду с официальной государственной еще и квалифицированной общественной экспертизы любого проекта, связанного с воздействием на природную среду.

1.12. РИСК И СОЦИУМ

Изучение риска применительно к различным сферам деятельности человека считается прерогативой отдельных, частных наук. Однако социум — это сложная система и развитие одних его сторон зависит от влияния других. Применение к этой сложной системе традиционного структурно-аналитического подхода пока не позволяет создать требуемую целостную картину, а то, что есть, представляет собой «фрагменты» отдельных результатов исследований по частным аспектам проблемы риска.

Вернуться в каталог учебников

Проблема риска в последнее время часто обсуждается в контексте устойчивого развития. Устойчивому развитию посвящено огромное количество статей виднейших ученых мира, из которых следует, что однозначного понимания этой проблемы пока не выработано. Нужно отметить, что после Рио де Жанейро (1992) содержание самого термина «устойчивое развитие» несколько раз пересматривалось. Изучение проблемы устойчивости и развития сложной системы, каковой является человечество в целом, представляет особый интерес, так как при этом необходимо ответить на вопрос: возможно ли какими-либо способами добиться устойчивости сложной системы и одновременно ее развития в желаемом направлении? Без устойчивости нельзя говорить ни о каком развитии системы, тем более оптимальном.

Однако следует всегда помнить, что любая социально-биологическая система не вечна и упрощенно имеет три фазы:

1. *становление;*
2. *существование и деградацию;*
3. *распад.*

Вместе с тем гибель системы может служить условием появления и существования системы более высокого уровня, так, как гибель особи есть условие существования вида. Исследуя этот процесс, необходимо уметь идентифицировать и оценивать соответствующие риски.

Однако следует иметь в виду, что в начале XXI века мы пытаемся решить порожденные техносферой проблемы методами XX века. Эта точка зрения разрушает социальную опору оценки рисков, безопасность общества вырождается в простую технику безопасности.

Опора на такую «теорию» вызывает также появление социально-го противоречия между существованием высокоразвитых бюрократий, занятых проблемами безопасности, и открытой легализацией прежде невиданных, гигантских угроз, без всякой возможности справиться с их последствиями. Западное общество, сверху донизу ориентированное на безопасность и здоровье, столкнулось с их диаметрально противоположностями — такими разрушениями и угрозами, которые делают беспомощными любые мероприятия против них. По сути дела, появление концепции «общества риска» означает признание своей несостоятельности в проблеме решения обеспечения устойчивого развития человеческой цивилизации.

Задача обеспечения устойчивого развития мира и России, в частности, и прежде всего в области безопасности состоит в том, чтобы общество XXI века не стало «тотальным обществом риска».

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

Сказанное лишней раз подтверждает необходимость наращивания усилий в пользу разработки общей теории риска, как вехи на пути движения к этой цели. Особое значение в этой связи приобретает методологические аспекты проблемы риска.

1.13. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

Неопределенность — одно из центральных понятий в современной теории и практике управления. Важность этого понятия обусловлена тем, что на деятельность любой организации и любого человека влияют неопределенные факторы.

Таким образом, понятия «риск», «шанс» и «опасность» связаны с воздействием неопределенных факторов. Учитывая важность этих понятий для построения моделей принятия решений, выполним классификацию неопределенных факторов и рассмотрим основные виды неопределенности, сопровождающей процессы принятия управленческих решений.

В общем случае *неопределенность* в моделях принятия решений следует понимать как наличие нескольких возможных исходов каждой альтернативы. Действительно, в обыденном понимании неопределенность обычно связывается с такими характеристиками, как непредсказуемость, случайность, неоднозначность, нечеткость. Если факторы, влияющие на принятие решения, обладают этими свойствами, то нельзя говорить о каком-либо определенном исходе альтернативы. В этих условиях необходимо рассматривать все возможные исходы или хотя бы наиболее вероятные из них. Например, управленческое решение о производстве новой продукции или открытии нового вида деятельности принимается в условиях неопределенности, поскольку его последствия не определены в силу влияния таких факторов, как потребительский спрос, действия конкурентов, изменения в законодательстве и других. Следовательно, при анализе данного решения необходимо рассматривать несколько возможных исходов, т. е. значений показателей эффективности (ожидаемой прибыли, объема продаж, доли рынка и т. д.), которые используются для принятия решения.

Таким образом, неопределенность выступает *необходимым и достаточным условием существования риска* в принятии решений.

Неопределенность человеческой среды возникает в условиях неполной информации о значениях факторов внешней или внутренней среды организации. К ним относятся такие факторы внешней и внутренней среды, значения которых неизвестны или известны не полностью. Несмотря на дефицит информации, возможное влияние неопределенных

факторов на организацию должно учитываться в процессах принятия управленческих решений. Если это происходит, то говорят о принятии решений в условиях неопределенности.

Неопределенность среды, во-первых, возникает при наличии целенаправленного противодействия других лиц или организаций, способы действий которых неизвестны. В этом случае говорят о «целенаправленной» среде, а связанную с ней неопределенность, обусловленную поведением других лиц, которые преследуют собственные цели, называют **поведенческой неопределенностью**. Принятие рациональных решений в подобных ситуациях основано на использовании принципов теории игр. Поэтому неопределенность такого рода иначе называют **игровой**. Наиболее яркий пример игровой неопределенности — это поведение конкурентов.

Неопределенность среды, во-вторых, возникает в силу недостаточной изученности некоторых явлений, имеющих объективный характер и сопровождающих процессы принятия управленческих решений. В этом случае имеет место так называемая объективная среда, а связанная с ней неопределенность называется **природной**. Примерами такой неопределенности служат экономические условия, политическая обстановка, поведение потребителей, социокультурные, природно-географические и другие факторы, которые являются неопределенными, однако в отличие от действий конкурентов не носят характера сознательного противодействия.

Неопределенность может быть обусловлена не только ситуацией, но и **личностью руководителя**. Дело в том, что объективно ситуация принятия решения может быть вполне определена и предсказуема, но субъективно она может выглядеть как неопределенная. Это объясняется тем, что разные люди неоднозначно воспринимают одну и ту же ситуацию, не обладают достаточными знаниями и опытом, мыслят непоследовательно и противоречиво, нечетко оценивают последствия альтернатив и т. д. В связи с этим говорят о **личностной неопределенности**, которая понимается как неопределенность психических процессов, состояний и свойств личности. В частности, можно говорить о таких проявлениях личностной неопределенности, как неопределенность восприятия, представления, мышления, памяти, воображения, эмоциональных состояний. Кроме того, существенное влияние на принятие решений оказывает неопределенность психических свойств, которая обычно проявляется как неопределенность предпочтений и неопределенность притязаний лица, принимающего решение (ЛПР). В силу этого часто возникает **целевая неопределенность**, которая выражается в нечеткой, расплывчатой формулировке ЛПР цели принятия решения или наличии у него нескольких

Вернуться в каталог учебников

противоречивых целей. Так, примером целевой неопределенности является стремление руководителя фирмы получить в результате проведения операции максимальную прибыль при минимальных издержках и уровне риска, что, как известно, очень редко встречается на практике и представляет собой крайне противоречивые требования к качеству управленческих решений.

К *вероятностной неопределенности* относят влияние случайных факторов, т. е. таких неопределенных факторов, которые при массовом появлении обладают свойством статистической устойчивости и описываются некоторым законом распределения вероятности. Если закон распределения и числовые характеристики случайной величины известны, то с их помощью можно относительно легко вычислить вероятность любого события, которое этому закону подчиняется. Когда закон распределения неизвестен, то решение принимается в условиях *статистической неопределенности*, которая, в свою очередь, делится на два вида — с известными и неизвестными параметрами распределения (числовыми характеристиками). К параметрам распределения, как известно, относятся математическое ожидание, дисперсия и другие характеристики случайной величины. Статистическая неопределенность менее «желательна», поскольку в таких ситуациях для определения закона распределения и вычисления вероятностей требуются накопление и обработка достаточно большого объема статистической информации, что не всегда возможно осуществить на практике.

Во многих случаях, когда отсутствует объективная информация, люди часто оценивают вероятности событий субъективно с помощью интуиции, знаний, опыта и косвенных данных о ситуации. Такие вероятности называются *субъективными*. Если они известны, то для принятия решений можно использовать аналогичные критерии, или правила, основанные на вычислении математического ожидания случайных исходов альтернатив. Однако в этом случае надо соблюдать известную осторожность, поскольку при использовании субъективных вероятностей может перестать действовать закон больших чисел. Тем не менее, эти вероятности играют важную роль в процессе принятия решений, так как субъективные оценки — это все-таки лучше, чем ничего, т. е. отсутствие каких-либо оценок вообще.

Таким образом, случайные факторы — это самый «удобный» вид неопределенности, поскольку при массовом появлении они подчиняются определенным закономерностям и становятся предсказуемыми в среднем, хотя и остаются непредсказуемыми в каждом конкретном проявлении. К случайным факторам, влияющим на процессы принятия управ-

Вернуться в каталог учебников

ленческих решений, можно отнести изменения потребительского спроса, колебания курсов валют и ценных бумаг, отказы технических систем, климатические условия и другие.

Неопределенность уверенности характеризуется влиянием неслучайных факторов, т. е. таких факторов, которые не обладают свойством статистической устойчивости. Подобного рода неопределенность возникает, когда требующие учета факторы по своей природе не описываются никаким законом распределения либо эти факторы настолько новы и сложны, что о них невозможно получить достаточно достоверной информации. В итоге вероятность того, что неопределенные факторы примут некоторое значение, невозможно получить с требуемой точностью. Другими словами, неопределенность уверенности — это **неизвестность**, которая обусловлена нехваткой или отсутствием информации о личностных или ситуационных факторах, не подчиняющихся законам теории вероятностей. Например, к таким факторам относятся изменчивость психических состояний лица, принимающего решения (ЛПР), его индивидуальные психические свойства, нечеткие или противоречивые цели деятельности, поведение конкурентов и поставщиков, изменение экономических и политических условий, появление новых технологий, законов и решений правительства.

Наиболее простой пример, демонстрирующий различия между вероятностной неопределенностью и неопределенностью уверенности, состоит в следующем. Предположим, что в двух урнах находится по 100 шаров. При этом известно, что первой урне — 50 белых и 50 черных шаров. Вместе с тем, относительно второй урны нельзя сказать, сколько шаров каждого цвета там находится (в частности, возможен случай, когда во второй урне шары только одного цвета — белого или черного). Некто должен достать шар из урны и, не глядя назвать его цвет. В первом случае человек находится в условиях вероятностной неопределенности, так как ему известно соотношение шаров и, следовательно, вероятность каждого случайного исхода. Очевидно, что эта вероятность равна 0,5 для белых и 0,5 для черных шаров. Во втором случае, когда число шаров каждого цвета неизвестно, человек находится в условиях неопределенности уверенности, так как ему неизвестна вероятность того или иного исхода, и отсутствует информация, которая позволяет эти вероятности оценить.

В самом худшем случае, когда отсутствует вообще какая-либо информация о факторах, влияющих на принятие решений, имеет место **полная неопределенность**. Однако на практике очень немногие управленческие решения приходится принимать в условиях полной неопределенности. Это объясняется следующими причинами.

Вернуться в каталог учебников

Во-первых, у ЛПР всегда существует принципиальная возможность получения дополнительной информации о неизвестных факторах. Этим часто удается уменьшить новизну и сложность проблемы. Например, решение о разработке нового товара принимается после проведения маркетингового исследования, в ходе которого собирается информация о предпочтениях потребителей, поведении конкурентов и других факторах.

Во-вторых, ЛПР может действовать по аналогии с прошлым опытом, чтобы сделать предположения о вероятности или об ожидаемых значениях неопределенных факторов. Например, если экономическая и политическая ситуации на протяжении долгого времени оставались стабильными, то можно предположить, что в ближайшей перспективе они существенно не изменятся. Использование прошлого опыта крайне необходимо, когда не хватает времени на сбор дополнительной информации или затраты на нее слишком велики.

В-третьих, неслучайные факторы иногда удается перевести в ряд случайных с помощью рандомизации. Под рандомизацией понимают искусственное введение случайности в ситуацию, где она отсутствует. Например, принятие решения о разработке нового товара может зависеть от того, какую стратегию поведения на рынке выберет основной конкурент. Точная стратегия конкурента неизвестна, но и неслучайна. Однако можно выдвинуть ряд гипотез об основных вариантах поведения конкурента и предположить, что в пределах этого набора он будет применять смешанную стратегию на основе некоторого распределения вероятности, которое введено на множестве так называемых чистых стратегий. Такой прием используется, если ситуация выбора описывается с помощью игровых моделей, в частности матричных игр. Далее, после рандомизации, проблемную ситуацию можно исследовать, используя методы теории вероятностей и математической статистики.

1.14. РИСК КАК АТРИБУТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Как отмечено выше, ряд теоретиков под риском понимают **меру опасности**, в то время как практики — **объект страхования**, то есть тот **предмет**, который при наступлении известного события может быть разрушен, поврежден или потерян в ценности.

В книге Ф. Найта «Риск, неопределенность и доход», вышедшей еще в 1921 году, рассмотрены два типа неопределенности:

- **неизмеримая неопределенность** («unmeasurable uncertainty») и
- **измеримая неопределенность** («measurable uncertainty»).

Вернуться в каталог учебников

Ф. Найт предложил словесное оформление этого различия в форме: **неопределенности первого и второго рода**, с которым полезно соглашаться в наше время.

Неопределенность первого рода имеет место, когда вариант поведения изучаемой системы известен исследователю с точностью до **фиксированного множества** всех возможных вариантов, а неопределенность второго рода характеризует ситуацию, когда исследователь может адекватно описать поведение системы при помощи **теоретико-вероятностной схемы**, предусматривающей числовую оценку вероятностей осуществления различных вариантов поведения изучаемой системы.

Таким образом, риск является неотъемлемым свойством неопределенности, т. е. ее **атрибутом**. Отсюда следует, что в реальной жизни риск присутствует везде. Иначе говоря, **риск** — это образ действия в условиях **неопределенности**, ведущей, в конечном результате, к преобладанию успеха над неудачей. Различие в понимании риска теоретиками и практиками приводит к неопределенности первого рода, когда определить **меру опасности** действительно невозможно.

Модель «неопределенность первого рода» кажется, на первый взгляд, более привлекательной для **практического** применения, так как требует от исследователя вроде бы меньше знаний об изучаемой системе, чем модель «неопределенность второго рода». Но это не так.

Следует иметь в виду, что в рамках концепции неопределенности первого рода возможны выводы и рекомендации, имеющие не только «интервальный» характер, но и «ранговый», «сценарный» характер и др.

Другим примером практически полезного результата может служить математическая модель (на базе теории цветных графов), позволившая описать логику функционирования большой и сложной технической системы.

Как раз наоборот, модель «неопределенности первого рода» требует от исследователей больших **знаний**, но не стандартных, общепринятых, а:

- *глубоких знаний объекта исследования и условий, в которых он функционирует;*
- *теории и алгебры множеств;*
- *математической логики;*
- *комбинаторики, теории графов и других разделов дискретной математики.*

Невозможность определения вероятности попадания системы в опасное состояние в моделях бизнеса вовсе не означает отсутствие **количественного подхода** в оценке их риска. Например, оценка **степени риска** аварий на магистральных нефтепроводах давно и успешно производится с помощью **показателей риска**:

Вернуться в каталог учебников

- *ожидаемый ущерб от загрязнения окружающей природной среды, руб/год;*
- *площадь выведения из естественного состояния сухопутных и водных объектов, м²/год;*
- *ожидаемый объем потерь нефти при аварийных разливах из нефтепровода, м³/год и др.*

Риск как возможность неблагоприятного исхода возникает только в условиях неопределенности. В условиях определенности риск отсутствует независимо от оценки исходов альтернатив. Таким образом, эти понятия не тождественны друг другу. В связи с этим неправомерно рассматривать условия риска как одну из форм неопределенности в ситуациях выбора. В этих случаях можно говорить о *стохастическом* риске, который возникает в условиях вероятностной неопределенности. В условиях неопределенности уверенности принятие решений связано с не *стохастическим* риском. Выявление источников и природы неопределенности необходимо для разработки адекватных моделей выбора и методов оценки риска в задачах принятия управленческих решений.

Глава 2

ИЗМЕРЕНИЕ РИСКА

ВВЕДЕНИЕ

Применяя термин «измерение» риска, мы, конечно, не имеем в виду процедуру измерения риска с помощью аппаратуры или установок, так как риск не физическая величина и нет, и не может быть приборов для его измерения. С другой стороны, на процесс «измерения» (оценки) риска влияют множество факторов, в том числе, субъективного плана.

В данном контексте слово «измерение» интегрирует в себе все возможные методы, приемы, способы и подходы к оценке риска.

Традиционно, оценка экологического риска, качественная или количественная, применяется в тех случаях, когда невозможно дать однозначный ответ о техногенном воздействии на состояние окружающей природной среды и здоровье человека.

Изучение проблем, связанных с оценкой экологических рисков, активно проводится в ряде стран (США, Японии, странах Евросоюза и других) уже в течение нескольких десятилетий. Так, многие работы N. J. McCormick (1981), C. J. van Luijen (1984), F. Bro-Rasmussen (1988), R. S. McColl (1990), Ecoindicator (1995, 1998) и др. посвящены вопросам нормирования окружающей среды и ее отдельных компонентов, оценке и управлению экологического природного и техногенного риска, разработке допустимых и вредных воздействий на среду в целом и человека в частности. Указанные исследования осуществляются и в настоящее время под эгидой международных организаций — ЮНЕП, ВОЗ, МАГАТЭ, ИИАСА и других организаций. Проводятся такие работы и в России.

Существует подход, согласно которому измерение риска и теория управления риском должны рассматриваться как единое целое. Сторонники такой точки зрения считают, что это позволяет:

— во-первых, оценить, в какой степени современная наука готова исследовать проблемы безопасности, в рамках соответствующей этой

*сфере деятельности самостоятельной научной дисциплины с прису-
щим только ей предметом исследования;*

- *во-вторых, правильно отобрать идеи и расположить их в нужном порядке до того, как они будут изложены.*

Есть еще одна точка зрения, заключающуюся в том, что при формировании концепции безопасности человека и окружающей его среды необходимо как обязательное условие учитывать, что теория измерения и управления риском является частью более общей концепции, определяющей общую стратегию развития общества.

Первые научные работы по отдельным элементам теории риска, его определению и измерению появились в XIX веке. Они уже содержали теоретическую систематизацию объективных знаний о действительности, но не позволяли описывать, объяснять и предсказывать процессы и явления действительности в области риска. Разработчики теории хорошо понимали, что для дальнейшего необходимо:

- *во-первых, сформулировать концепцию, определяющую способ трактовки, понимания явлений и процессов в рассматриваемой сфере деятельности;*
- *во-вторых, ввести термины и их определения, иначе говоря, разработать понятийный аппарат;*
- *в-третьих, на основе сформулированной концепции построить методологию научного познания;*
- *в-четвертых, разработать методы практического или теоретического освоения действительности.*

Двигаясь по этому пути, можно подойти к пониманию того, что называют критериями применительно к методологии измерения риска. Это означает попытку построить теорию измерения риска на основе разработки и обоснования набора критериев безопасности. Тогда центральным разделом теории должно явиться обоснование критерия безопасности. Наиболее широко используемый сейчас главный критерий такой теории — это ожидаемая продолжительность жизни, определяемая как функционал от распределения частоты смертности по возрасту. Этот критерий учитывает условия жизни, включая безопасность, за длительный отрезок времени.

Сложнее учесть ожидаемые условия жизни для последующих поколений и их демографические характеристики. Такой подход приводит к необходимости научиться количественно учитывать, как изменения в окружающей среде, происходящие в настоящее время, повлияют на продолжительность жизни последующих поколений людей. В качестве

Вернуться в каталог учебников

объектов защиты выступают также объекты окружающей среды, представители флоры и фауны, природные и искусственные образования. Однако следует отметить, что критерий ожидаемой продолжительности жизни в последнее время считается недостаточным, в связи с чем, ищутся новые решения этой проблемы.

Трудности при решении вопросов, связанных с оценкой риска состоят в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно измерить риск чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что, для каждой ситуации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется. Пока не разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы количественно оценить его действительность и адекватность существующим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономики и для отдельного человека. В практику теории риска вошла оценка неопределенности, полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методики таких оценок носит в основном качественный и фрагментарный характер.

Мы не умеем считать все риски точно. Нет готовых универсальных формул на все случаи жизни, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

Однако в отдельных случаях, риски можно весьма точно оценить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях можно прикинуть с удовлетворительной точностью и экологический риск. При этом слово «точно» надо понимать, что эта точность оказывается достаточной для практики.

Условием успешной оценки рисков является *одновременный учет технических, природных, социальных и психологических компонентов*. К сожалению, на практике произвести этот учет в полной мере пока не удается.

Однако отдельные аспекты факторов, влияющих на процесс оценки риска, в настоящее время исследованы достаточно подробно, как это следует из настоящей главы. Поэтому целесообразно эти аспекты обсудить, так как полученные при этом знания могут быть серьезным подспорьем при организации процедур проведения оценок риска.

Хотя оценка экологического риска в России пока не является обязательной составной частью разделов некоторых проектов, в частности, «Охрана окружающей среды и оценка воздействия на окружающую среду»,

среду» ее качественное и количественное определение чрезвычайно желательно как для лиц, принимающих решение в сфере производства и природопользования, так и для организаций, контролирующих экологическую составляющую их деятельности.

Еще раз хотели бы обратить внимание, что, к сожалению, риск часто путают с опасностью или ущербом. Это неверная точка зрения, так как такое отождествление не корректно. Особенностью любого риска является то, что риск, как коннотация, то есть наш мыслеобраз, существует только в нашем воображении и представляет собой один из элементов моделирования и оценки феномена, ситуации или процесса нашим сознанием. При определении риска можно включать ущерб в его состав как компонент, а можно и не включать. Существует немало примеров, когда мы говорим об ущербе, но при этом совершенно абстрагируемся от риска. Например, оценка ущербов, как экономическая процедура, может и существует совершенно независимо от понятия риск.

В этой главе представлены общие вопросы теории измерения риска, которые скомпонованы в следующие восемь блоков:

1. *Общий взгляд на проблему измерения риска.*
2. *Факторы восприятия риска.*
3. *Механизмы восприятия риска.*
4. *Поведение человека в условиях риска.*
5. *Подходы к оценке экологического риска.*
6. *Подходы к оценке риска здоровью человека.*
7. *Подходы к оценке риска деградации экосистем.*
8. *Показатель риска в проблеме обеспечения экологической безопасности и соотношение экономических и экологических рисков*

2.1. СОЦИАЛЬНОЕ И ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РИСКА

Человеческое общество в своем развитии подошло к рубежу, когда корреляция между процессами в окружающей среде и социальным устройством общества достигает критических величин, при которых поведение даже одного человека может резко изменить глобальные процессы. Примером этого является заявление Тони Блэра в сентябре 2005 г. на совещании 20 стран в Лондоне о необходимости пересмотра Протокола Киото и о том, что наука найдет другие пути разрешения проблемы глобального потепления. Он также сказал, что с точки зрения непосредственной политики ни одна страна не желает жертвовать ее экономикой в связи с этой проблемой. Должны быть найдены другие пути ее решения, которые не будут ограничивать экономический рост и сдерживать процессы

улучшения жизни во всем мире. Именно это высказывание одного человека открывает пути для поиска механизмов развития более высоких стандартов жизни и преодоления бедности.

Человечество перешло порог системной адаптации, позволявшей демпфировать отклонения от допустимых значений параметров системы «природа-общество» и сохранять среду выживания, а потому необходимы безотлагательные меры по формированию нового взгляда на процессы в окружающем мире. Особенно это касается технократической парадигмы, которая определяет принимаемые решения и соответствующее мышление руководителей государств. Поэтому социально-политическая составляющая риска существенно важна при его оценке и определении задач общества по предотвращению ущерба от возможных последствий от принимаемых решений. В этом смысле среди задач, решаемых правительствами, наиболее важными являются:

- *снижение уровня риска жизнедеятельности общества за счет государственной политики в сфере нейтрализации негативных процессов в окружающей среде;*
- *повышение социально-политической устойчивости общества путем формирования институциональных и информационных условий для подготовки населения к поведению в экстремальных обстоятельствах;*
- *увеличение мобилизационных возможностей общества для превентивного и адекватного реагирования на возникающие угрозы;*
- *развитие правовой основы и соответствующих структур для преодоления последствий от чрезвычайных событий и бедствий природного и техногенного происхождения.*

Социальные процессы в современном обществе зачастую не имеют целенаправленного управления, а потому расчет риска от принятия решений становится затруднительным. Взаимная зависимость социальных и природных процессов практически во всех регионах планеты обусловлена их интерактивностью. Поэтому регулирование социальных процессов неизбежно сказывается на функционировании природных систем, а это неизбежно приводит к необходимости развития правовых механизмов перехода к устойчивому развитию.

Принять решение об уровне потенциального риска от возможного изменения условий окружающей среды можно на основе анализа предыстории подобных событий и при помощи методов прогнозирования природных явлений. Как правило, методика оценки риска базируется на статистической обработке данных о параметрах процессов, **Вернуться к каталогу учебников**
<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

взаимодействие которых может инициировать нежелательное изменение характеристик окружающей среды.

Например, в случае оценки риска для здоровья от загрязнения окружающей среды для принятия взвешенного решения требуется определенный уровень информационного описания территории:

- *многолетние измерения концентрации химических элементов с указанием их распределения по местности и по характеристикам;*
- *данные о гидрологии территории и синоптические характеристики;*
- *оценки экологических последствий от загрязнения и их влияния на здоровье населения;*
- *характеристика состояния защитных сооружений и уровень развития и технической оснащенности служб по мониторингу, предотвращению и преодолению чрезвычайных ситуаций.*

Эффективность систем оценки риска зависит от формы и вида используемой процедуры принятия решения. Наиболее информативным является совмещение прогнозирующих процедур с режимом мониторинга окружающей среды, который может предусматривать ситуации принятия решений в реальном времени на основе накопленной до момента принятия решения информации или в результате анализа фрагментов базы данных без привязки к текущему времени.

Статистический анализ рядов событий, которыми сопровождается функционирование системы мониторинга, может быть осуществлен многочисленными методами, применимость которых в каждом случае определяется совокупностью вероятностных параметров, характеризующих изучаемое явление. Однако нестационарность и параметрическая неопределенность в ситуациях, когда каждое измерение требует больших усилий и затрат средств, заставляет искать новые методы принятия решений на основе фрагментарных во времени и отрывочных по пространству данных измерений.

С развитием альтернативных методов принятия статистических решений задача поиска объективных оценок параметров происходящих в окружающей среде процессов получила новое обоснование. Современное состояние науки позволяет рассмотреть и сравнить два подхода к этой задаче:

1. *классический, основанный на процедуре априорного ограничения числа наблюдений, и*
2. *последовательный анализ, базирующийся на процедуре пошагового принятия решений.*

Развитие компьютерных технологий, особенно в последние годы, позволяет реализовать оба подхода в виде единой системы принятия статистических решений.

2.2. ВОСПРИЯТИЕ РИСКА

Общее представление о восприятии риска. Восприятие риска опасных явлений неодинаково у различных групп населения и у каждого отдельного человека. Неодинаково оно и у систем принятия решений. Это связано с их социальным положением, образованием, информированностью и пониманием меры своей ответственности. Особенно чревато последствиями неадекватное восприятие ситуации риска у администрации города или района.

Информирование населения, восприятие им риска и эффективность действий администрации районов, подверженных риску катастроф, — эти факторы во многом определяют масштабы последствий стихийных бедствий. Именно отсутствие должного осознания риска, как населением, так и администрацией явилось главной причиной гибели сотен тысяч человек в Южно-Азиатском регионе во время цунами в декабре 2004 г.

Восприятие угрозы опасного явления окажется тем адекватнее (а с этим связано и снижение риска), чем полнее будут информированы население и администрация. Именно отсутствие подобных сведений о возможных сильных подземных толчках в Армении в 1988 г. (даже сокрытие их от населения) явилось одним из факторов неподготовленности населения к встрече с катастрофой.

Основная информация об опасных явлениях должна поступать в результате анализа данных мониторинга потенциально опасного объекта или явления. Важной составной его частью должны быть спутниковые наблюдения.

Не вызывает сомнений, что восприятие опасных явлений должно быть активным, а не пассивным. Следует помнить, что опасные, в том числе катастрофические явления, — обычны для многих регионов Земли. Они являются составной частью динамики окружающей среды. К опасным явлениям нужно и, как показывает опыт, можно в значительной мере приспособиться, тем более что почти все они приносят не только бедствия, но сопровождаются и некоторыми положительными последствиями. Грозные разрушительные стихийные явления иногда одновременно характеризуются и конструктивной стороной: они могут способствовать улучшению экологической обстановки, благоприятствовать жизнедеятельности людей. На вулканических породах иногда возникают пло-

Вернуться в каталог учебников

родные почвы. Реки, угрожающие людям наводнениями, в то же самое время откладывают плодородный ил. Тропические циклоны также приносят с собой, по крайней мере, в некоторых районах Земли, не только разрушения, но и пользу. Эрозия почв, вызванная сильными дождями, обуславливает вынос илистых частиц со склонов гор на прибрежную равнину. На равнине, где обитает местное население и развивается сельское хозяйство, местность обводняется, повышается уровень грунтовых вод. Год без сильных циклонов и дождей — это год засухи, и поэтому население ждет прихода циклонов.

Разумеется, население тех или иных регионов Земли, поражаемых природными стихиями, давно сосуществует со стихиями и авариями. Как это ни покажется странным, особенно неприспособленными к опасным явлениям нередко оказываются наиболее цивилизованные общества, высокоразвитые государства. Избранный ими путь борьбы со стихией оказывается не всегда удачным. Для *уменьшения риска наиболее приемлемым было бы принятие концепции неизбежности жизни с риском, активно развиваемой в настоящее время.*

Общество, исходя из своих возможностей, должно остановиться на некотором научно обоснованном, приемлемом уровне риска. Принцип приемлемого риска как раз и предполагает определение нижнего допустимого уровня безопасности и верхнего приемлемого уровня риска на основе соотношений «выгода—риск», «затраты—выгода», который показывает, что при увеличении затрат на технические системы безопасности технический риск уменьшается, но растет социально-экономический риск.

До недавнего времени в России основной концепцией по обеспечению экологической безопасности была концепция нулевого риска. Чернобыльская авария показала неправоту такого подхода, ввиду невозможности достижения абсолютной безопасности. На сегодняшний день концепция абсолютной безопасности признается неадекватной внутренним законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер и в соответствии с ними и законами термодинамики нулевая вероятность аварии имеет место лишь в системах, не обладающих запасом энергии, химически и биологически активных компонентов.

Развитие теории риска привело к последовательному формированию принципов, характеризующих отношение человека и общества к их роли в обеспечении безаварийного нормального функционирования техногенных объектов. Назовем эти принципы:

- *принцип нулевого риска*, то есть безусловного примата безопасности как важнейшего элемента качества жизни, сохранения окружающей среды и здоровья населения;

Вернуться в каталог учебников

- **принцип последовательного приближения к абсолютной безопасности**, то есть к нулевому риску, предполагающий определенное сочетание альтернативных структур, технологий и т. п., и исследование этих сочетаний;
- **принцип минимального риска**, в соответствии с которым уровень опасности устанавливается настолько низким, насколько это реально достижимо, исходя из допущения, что любые затраты на защиту человека оправданы;
- **принцип сбалансированного риска**, следуя которому учитываются различные естественные опасности и антропогенные воздействия, изучается степень риска каждого события и условия, в которых люди подвергаются опасности.
- **принцип приемлемого риска**. Этот принцип базируется на анализе соотношений «затраты — риск», «выгода — риск», «затраты — выгода», из которого видно, что увеличение затрат на повышение надежности технических систем приводит к уменьшению технического, но к росту социально-экономического риска. Суммарный риск имеет минимум при строго определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы (рис. 2.1).

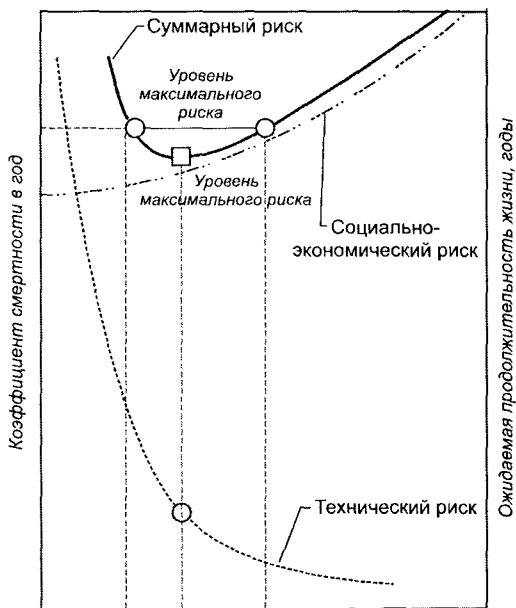


Рис. 2.1. Затраты на снижение риска

Вернуться в каталог учебников

В международной практике в настоящее время также принята концепция приемлемого риска, известная как принцип ALARA (As Low As Reasonable Achievable) — то есть настолько низко, насколько это достижимо в разумных пределах.

Как и в большинстве стран мира, в России на сегодняшний день принята концепция приемлемого риска.

Психологические и культурные аспекты восприятия риска. Психология человека, и общества в целом существенно влияют на восприятие и оценку риска. Механизмы такого восприятия разные и соответствуют контурам нашего сознания. Различные психологи по разному подходят к этой проблеме, тем не менее, можно выделить некоторые общие моменты в этих подходах. К таковым относятся:

1. *способы подачи информации;*
2. *неадекватная оценка вероятности;*
3. *асимметрия в обработке информации;*
4. *социальный эффект гашения или усиления рисков.*

К контексту восприятия риска имеет отношение то, что называют «культурой безопасности». Именно этот термин был введен после катастрофы в Чернобыле в апреле 1986 г. После этой аварии была создана международная консультативная группа (INSAG), которая в короткие сроки разработала целый пакет документов нового поколения, посвященных проблемам ядерной безопасности. Многие положения этих документов носят весьма общий характер и касаются не только ядерной энергетики. Это относится, прежде всего, к выражению «культура безопасности», означающему осознание личной ответственности за последствия действий, могущих повлиять на уровень безопасности. Культура безопасности включает разные аспекты, в том числе, отношения, структуры, восприятие, исполнение и т. д., как на уровне отдельной личности, так и на уровне организаций и государств.

Согласно определению Н. Пиджена *культура безопасности — это «свод убеждений, норм, установок, а также достижений социальной и технологической практики, который ориентирован на уменьшение попадания рабочих, менеджеров и населения в опасные условия».*

Нужно сказать, что культура безопасности при таком определении зиждется на единой основе известной как риск. Для развития культуры безопасности требуется развитие и совершенствование, как оценки риска, так и методов управления риском.

Таким образом, мы объективно подошли к необходимости исследовать тот феномен, который объединяет такие два диаметрально противо-

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
положных понятия как опасность и безопасность. В роли интегрирующего моста, связывающего опасность и безопасность, выступает риск.

Теоретики культуры безопасности считают, что различия в принятии риска (или его избегания) соответствуют культурным предпочтениям или предрассудкам. Эти предпочтения (предрассудки) представляют собой мировоззрения или идеологии, базирующиеся на глубоко укорененных ценностях, убеждениях и верованиях, которые стоят на защите общественных отношений.

В «культурной теории» восприятия риска общественные отношения представлены в виде очень небольшого количества моделей межличностных взаимоотношений. В соответствии с этим подходом, все люди разделяются на четыре типа культурных предрассудков:

- *индивидуалисты*;
- *иерархисты*;
- *эгалитаристы (сторонники равенства)* и
- *фаталисты*.

Индивидуалисты — это люди, преследующие собственные интересы и стремящиеся избежать какого-либо внешнего управления. Более того, индивидуалисты склонны объявлять природу «рогом изобилия» и игнорировать экологический риск. Опасности технологий с высоким риском люди с индивидуалистическими предрассудками рассматривают как незначительные, поскольку они верят в способность созданных ими институтов предотвращать, контролировать либо компенсировать технологический или экологический риск.

Иерархисты обычно считают, что природа устойчива только в определенных пределах и может выдерживать лишь ограниченные воздействия. Поэтому они выступают за принятие на разных уровнях, особенно на государственном, научно обоснованных мер, предотвращающих выход среды обитания за пределы устойчивости. Иерархисты положительно относятся к технологическому и экологическому риску, одобряют развитие технологических процессов и расширение ассортимента их продуктов, но при условии соблюдения мер безопасности и следованию всем необходимым правилам и инструкциям.

Эгалитаристы, или сторонники равенства. Сторонники равенства придерживаются групповой солидарности и относятся отрицательно к любому давлению извне. Как и индивидуалисты, они ценят свободу, но при этом выступают за уменьшение различий по богатству, расе, полу, авторитету и т. д.

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Сторонники эгалитаризма обвиняют индивидуалистов в том, что те, руководствуясь собственной выгодой, разрушают природу. Эгалитаристы противостоят и иерархистам, поскольку из принципа отвергают устанавливаемые ими предписания, правила, инструкции. Эгалитаризм тесно связан с восприятием технологического и экологического рисков как очень серьезной проблемы для современного общества.

Фаталисты — это люди, которые смирились со своей судьбой и проявляют безразличие к внешним влияниям. Они полагают, что ни технологический, ни экологический риски контролировать невозможно. Фаталисты считают, что ничего не остается делать, как «жить в условиях риска».

Согласно «культурной теории», восприятие опасности и риска не остается постоянным, оно меняется исторически, когда в обществе изменяется соотношение между охарактеризованными выше типами людей. Выводы этой теории, подкрепленные специальными практическими исследованиями, показали, что знания людей об опасностях слабо связаны с формированием восприятия риска, связанного с этими опасностями.

Следовательно, приоритезация рисков, то есть их ранжирование по актуальности привлечения общественного внимания, зависит от того, чьи голоса доминируют в обществе, а не от глубины научного понимания вероятности опасного события и способности оценить его последствия, связанные, прежде всего, с ущербами для окружающей среды и человека.

Таким образом, риск надлежит рассматривать как социальную конструкцию, создаваемую в конкретных социально-исторических, политических, экономических и природных (экологических) условиях.

2.3. ФАКТОРЫ ВОСПРИЯТИЯ РИСКА

Выявлением и изучением факторов, определяющих восприятие риска, занимаются психологи и социальные психологи. Важнейшая цель этих исследований состоит в установлении связи между процессами восприятия риска и выработкой решений по приемлемости (допустимости) риска.

От восприятия риска зависит его оценка, управление, принятие мер по его предотвращению или снижению, а также выбор пути информирования людей о том или ином риске.

Психологи установили, что **уровень риска** далеко не единственный фактор, влияющий на восприятие риска. Специально ставившиеся опыты показали, что это восприятие зависит от многочисленных факторов, с которыми приходится считаться.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

1. Фактор **катастрофичности** означает, что события в результате которых появляются человеческие жертвы сгруппированные во времени и пространстве (например, взрыв на химическом комбинате) вызывают усиленное восприятие риска по сравнению с событиями жертвы которых рассеяны по пространства и времени Пример последних — аварии автомобильного транспорта.
2. Фактор **знакомства** приводит к тому, что риски, вызванные мало или совсем неизвестными явлениями или процессами воспринимаются с трудом. Так, большинство людей не знают, почему использование некоторых веществ (фреона и других фтороводородов) влечет за собой истощение озонового слоя Земли, зато они хорошо знакомы с последствиями удара молнии.
3. Фактор **понимания** обусловлен тем, насколько данные явления или процессы понятны простым людям. Чем меньше понимание, тем больше внутренняя обеспокоенность и недоверие и, как следствие, меньшая склонность воспринимать соответствующий риск. Например, степень восприятия риска связанного с воздействием радиации существенно ниже, нежели риска, которому подвергается переходящий улицу пешеход.
4. Фактор **неопределенности** в последствиях событий или процессов вызывает обострение воспринимаемого риска Чем меньшим объемом имеющихся научных данных характеризуется событие или процесс, тем интенсивнее восприятие обусловленного им риска Примером могут служить проекты создания хранилищ высокоактивных отходов в геологических формациях, в которых содержится целый ряд неопределенностей, связанных прежде всего с необходимостью обеспечить экологическую безопасность в течение исключительного большого срока — порядка 10 тыс. лет.
5. Фактор **контролируемости** действий или событий на восприятие риска проявляется в виде осознаваемой индивидуумом возможности влиять на то действие (событие), в которое он вовлечен. Если человек находится в ситуации, развитие которой происходит независимо от его личного контроля, он склонен к большому беспокойству за последствия этого развития, его восприятие риска интенсифицировано. Исследования, в частности, показывают, что человек за рулем автомобиля воспринимает риск попасть в аварию в меньшей степени, чем его пассажир.
6. Фактор **добровольности** подвергнуться риску весьма существенно действует на его восприятие. Люди гораздо меньше задумываются о риске, если они **Вступиться в аварию** **учебников** Увлечение альпи-
<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

низмом или солнечным загаром сопряжено с немалыми опасностями, однако в этих случаях проблем с восприятием риска нет, поскольку действует поговорка «охота пуще неволи». Напротив, экологические риски, обусловленные, например, загрязнением питьевой воды или воздуха воспринимаются болезненно, так как они отнюдь не являются добровольными.

7. Фактор *воздействия на детей* приводит к усиленному восприятию риска, вызванного такими событиями или процессами, последствия которых сказываются в первую очередь на детях. Примером может служить опасность попадания пестицидов или иных токсикантов в продукты, предназначенные для детского питания.
8. Фактор *воздействия на будущие поколения*. Люди склонны проявлять тревогу не только за будущее детей, но и за судьбу отдаленных поколений. Этим обусловлено повышенное восприятие риска от таких процессов, как генерация генетических дефектов, индуцируемых ионизирующим излучением.
9. Фактор *времени проявления эффектов* связан с тем, что последствия опасных событий различны по скорости их развития — они бывают как немедленными, так и задержанными. Исследования показывают, что восприятие риска, обусловленного задержанными эффектами, более интенсивно, чем восприятие риска от немедленных эффектов.
10. Фактор *идентифицируемости жертв* проявляется в различном отношении людей к конкретным лицам, пострадавшим в опасных ситуациях, и к так называемым статистическим (неидентифицируемым) жертвам. Риск группы шахтеров, оказавшихся в завале на глубине, воспринимается значительно острее, когда известно время и место катастрофы, по сравнению с восприятием статистических сведений о среднем числе шахтеров, погибающих под землей ежегодно.
11. Фактор *устрашения* означает, что риск воспринимается особым образом, если вместе с его восприятием появляется чувство сильной тревоги, страха и ужаса. Примером такой реакции является обостренное чувство опасности от возможности повторения катастрофы типа чернойбыльской.
12. Фактор *обратимости* опасных событий или процессов по-разному влияет на восприятие вызванного ими риска в зависимости от того, обратимы они или нет. Необратимые события (например, кислотный дождь) характеризуются усиленным восприятием риска, обратимые (например, перелом ноги лыжника при неудачном спуске с горы) — ослабленным.

Вернуться в каталог учебников

13. Под фактором **доверия** понимают доверие ответственным за управление риском институтам. Этот фактор ослабляет восприятие риска при достаточно высоком уровне этого доверия, и, напротив, усиливает воспринимаемый риск в случае дефицита доверия к указанным институтам. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС показала, что лица и организации в России, ответственные за эксплуатацию и развитие гидроэлектростанций, перестали вызывать должное доверие. Следствием этого оказался значительный рост сомнений в способности системы управления справиться со своими обязанностями. Иными словами, стал больше воспринимаемый жителями России риск, обусловленный возможностью аварий на объектах энергетики.
14. Фактор **внимания средств массовой информации** имеет особое значение в связи быстрым развитием средств массовой информации (СМИ) и компьютерных сетей ИНТЕРНЕТ. Если СМИ совсем не уделяют внимания каким либо опасным событиям или информируют о них в незначительной мере, то восприятие риска этих событий как бы заторможено. Но, стоит сведениям о таких событиях появиться в заголовках новостей, как соответствующие риски переходят на значительно более высокий уровень восприятия.
15. Фактор **предшествующей истории несчастных случаев** заключается в том, что риск деятельности, в ходе развития которой не было ни крупных аварий (катастроф), ни даже сравнительно мелких несчастных случаев, воспринимается как малосущественный. Наоборот, если в истории производства или иной деятельности были как небольшие аварии, так и катастрофы, то риск воспринимается как весьма серьезный. Так, новая отрасль технологии — нанотехнология — имеет совсем короткую историю, в ней еще нет никаких фатальных происшествий. Поэтому люди не относят ее риск к разряду важных (хотя на самом деле это может быть неверным) История ядерной энергетики включает, как известно, несколько очень крупных аварий, следствием этого является подчеркнутое восприятие ее риска.
16. Фактор **справедливости** приводит к существенно различному отношению к опасному событию или процессу в зависимости от того, как распределяется соответствующий риск между членами общества. Если риск распределен более или менее равномерно, то влияние этого фактора невелико, однако оно резко увеличивается при явно неравномерном распределении риска.
17. Фактор **выгоды** зависит от того, насколько очевидна польза, которую предполагают получить в результате осуществления риска. Если

эта польза ясна. то влияние фактора выгоды мало, в противном же случае — велико.

18. Фактор *личной вовлеченности* прямо пропорционален степени подверженности риску отдельного (данного) индивидуума.
19. Фактор *происхождения* отражает различие в восприятии риска, обусловленного антропогенными и не антропогенными опасностями. Чувствительность к риску, вызываемому опасными действиями (или бездействием) людей, выше чувствительности к риску, обусловленному явлениями природы или проявлением высших сил (Бога).

Действие всех перечисленных факторов на восприятие риска можно изучать количественно, так поступают при проведении исследований, называемых психометрическими. Одновременно с этим пользуются методами факторного анализа. Каждому фактору приписывают взвешивающий коэффициент, который может принимать дискретные значения (1, 2 и т. д.), соответствующие субъективным качественным оценкам влияния фактора («очень слабое», «слабое», «среднее» и т. д.). Затем выполняется анкетирование, в котором принимает участие несколько десятков или сотен опрашиваемых. Данные анкетирования подвергаются обработке с помощью одного из методов многомерной статистики (как правило, факторного анализа).

На рис. 2.2 представлены результаты факторного анализа, выполненного с привлечением методики главных компонент. Главные компоненты представляют собой первые две или три новые (обобщенные) координаты из полного списка этих координат, упорядоченного по вкладу каждой новой координаты в полную изменчивость (дисперсию) исходного массива данных.

Участникам опроса предлагалось оценить собственное восприятие риска от различных событий и процессов. Были представлены как обычные события и процессы (курение, алкоголь, полеты на самолете, рентгенодиагностика и т. п.), так и экстраординарные (аварии на реакторах АЭС, действия с радиоактивными отходами, биогенетические эксперименты с ДНК, применение ядерного оружия)

В рассматриваемом случае, как следует из рис. 2.2, главный компонент F_1 зависит от десяти исходных факторов, а главный компонент F_2 — от пяти факторов. Перечни факторов, являющихся факторными нагрузками для главных компонент F_1 и F_2 , показывают, что в значение F_1 основную нагрузку вносят факторы *контролируемости и устрашения* риска а величину F_2 определяют, в основном, факторы *наблюдаемости и знакомства с риском*. **Ноябрь 2010 года**
<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

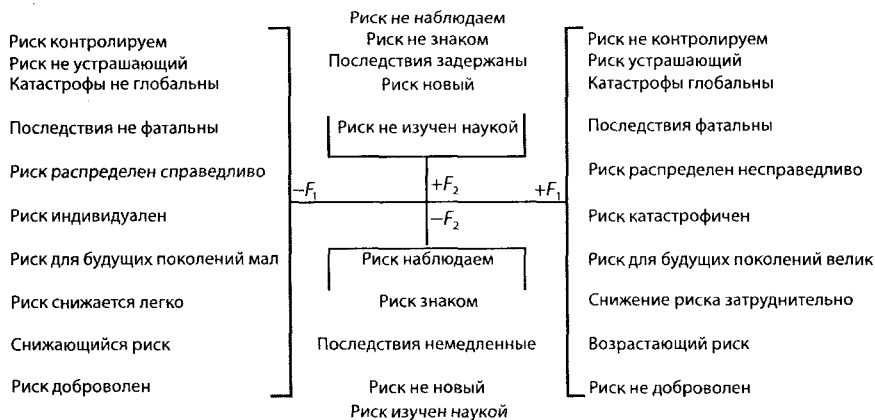
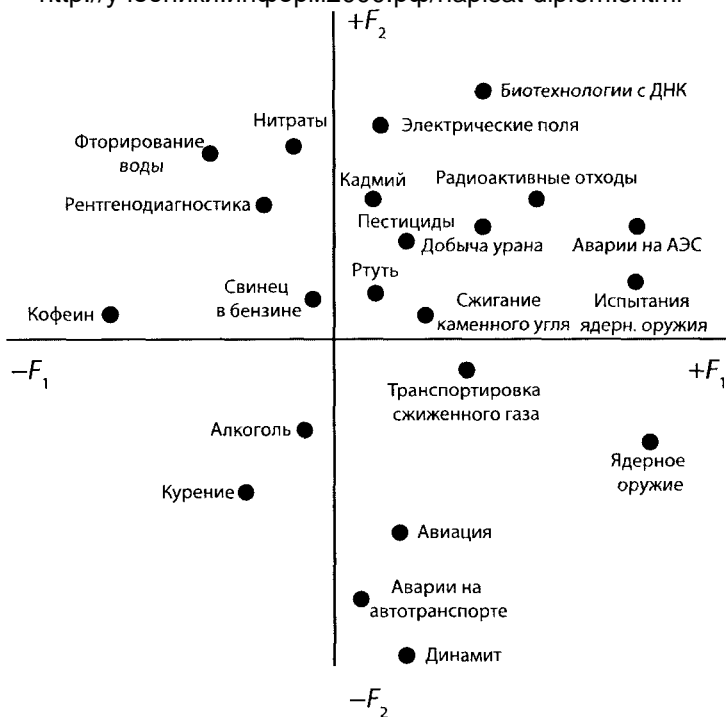


Рис. 2.2. Результаты многомерной статистической обработки (факторного анализа) данных по восприятию рисков различных событий и процессов

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

компонентов F_1 и F_2 характеризуются следующие события и процессы биотехнологии с ДНК, радиоактивные отходы, аварии на АЭС, испытания ядерного оружия. Как показывает рис. 2.2, соответствующим им точки расположены в той части правого верхнего квадранта диаграммы, которая отвечает большим положительным значениям величин обоих главных компонентов.

Рассмотрим результаты опроса, проведенного в США среди различных групп населения. Исследовалось восприятие риска, представляющими три социальные группы. Первую группу составляли женщины, вторую — студенты высших учебных заведений, третью — бизнесмены, т. е. представители деловых и промышленных кругов. Им предлагалось расположить в порядке убывания 30 возможных источников повышенной опасности. Статистические показатели по этим источникам сравнивались с усредненными результатами опроса. Результаты исследования представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Рейтинги восприятия источников повышенной опасности представителями трех социальных групп, в сравнении со статистическими данными

Женщины	Студенты	Бизнесмены	Статистика
1. Ядерная энергетика	1. Ядерная энергетика	1. Огнестрельное оружие	1. Курение
2. Автомобили	2. Огнестрельное оружие	2. Мотоциклы	2. Алкоголь
3. Огнестр. оружие	3. Курение	3. Автомобили	3. Автомобили
4. Курение	4. Пестициды	4. Курение	4. Огнестрельное оружие
5. Мотоциклы	5. Антибиотики	5. Алкоголь	5. Электричество
6. Алкоголь	6. Мотоциклы	6. Пожары	6. Мотоциклы
7. Авиация	7. Алкоголь	7. Работа в полиции	7. Плавание
8. Работа в полиции	8. Работа в полиции	8. Ядерная энергетика	8. Хирургическая операции
9. Пестициды	9. Противозачаточные средства	9. Хирургическая операция	9. Рентгеновское облучение
10. Хирургические операции	10. Пожары	10. Охота	10. Железные дороги
			11. Ядерная энергетика

Как следует из табл. 2.1, самые опасные с точки зрения людей события, угрожающие их здоровью и жизни, далеко не всегда являются тако-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

выми на самом деле. Видно, что ядерная энергетика, которую женщины и студенты поставили на первое место, а бизнесмены — на восьмое место в последовательности убывания риска, занимает в действительности (по статистическим данным) двадцатое место. Таким образом, между предполагаемыми и реальными опасностями есть существенные различия, обусловленные неадекватным восприятием риска людьми.

Таким образом, на восприятие риска отдельным человеком или группой людей, в том числе и ученых, влияют довольно значительное число параметров.

Основная информация об опасных явлениях, существенно влияющих на восприятие риска, должна поступать в результате анализа данных мониторинга потенциально опасного объекта или явления. Важной составной его частью должны быть спутниковые наблюдения. Недооценка их роли некоторыми специалистами, ошибочное мнение о недостаточном разрешении изображений и отсутствие должной периодичности наблюдений объясняются лишь слабым знакомством этих специалистов с соответствующими разработками.

2.4. МЕХАНИЗМЫ ВОСПРИЯТИЯ РИСКА

Механизмы восприятия риска, влияющие на его оценку, исследуются целым рядом наук, главным образом, в психологии и в социальной психологии. Рассмотрим наиболее значимые из них.

Принцип асимметрии. Эксперименты по восприятию сопряженных с риском событий и процессов показали, что при обработке получаемой информации люди по-разному относятся к «хорошим» и «плохим» новостям.

Оказалось, что человеческой психике присущ особый механизм, который значительно повышает чувствительность восприятия негативной информации. Этот механизм действует согласно так называемому принципу асимметрии, который проявляется в том, что «плохие» новости отфильтровываются от «хороших». Причины такой фильтрации заключаются в следующем.

Во-первых, по сравнению с положительными событиями отрицательные события представляются более зримыми, более эффектными, более выпуклыми. Это означает, что негативные события значительно чаще принимают более четкую и определенную форму. Положительные события, как правило, характеризуются нечеткой и даже расплывчатой формой.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Во-вторых, когда вниманию общественности представляют различные факты, то те из них, которые являются отрицательными, несут на себе больший «вес и производят больший эффект.

В-третьих, люди склонны полагать, что источники «плохих» новостей более надежны и в большей степени заслуживают доверия, нежели источники, из которых поступает положительная информация.

Принцип асимметрии действует в процессе восприятия экологического риска. Его роль существенно усиливается в сочетании с другими механизмами восприятия, к которым относится так называемое социальное усиление риска.

Социальное усиление риска. Исследования показали, что прохожде-ние сообщений, несущих сведения о событиях, сопряженных с риском, по информационным системам и каналам (прежде всего, через СМИ), сопровождается изменениями нагрузки на психику человека, в зависимости от того, как в этих сообщениях представлен риск. Выделены два вида таких изменений: **во-первых**, сигналы о риске могут стать усиленными или ослабленными, и, **во-вторых**, эти сигналы бывают как бы «отфильтрованными».

Последнее означает, что из сообщений могут быть удалены признаки риска или все то, что подчеркивает их важность.

Механизм социального усиления (ослабления) риска представляет собой взаимодействие первичных сигналов об опасном событии с другими сигналами характерными для психологических, социальных и культурных процессов. Это взаимодействие может привести к усилению или ослаблению восприятия сигналов о риске, что обычно отражается в изменении поведения. Последнее, в свою очередь, вызывает вторичные эффекты — социальные, экономические, культурные. Вторичные эффекты могут во много раз превзойти ущерб, обусловленный воздействием первичного события или процесса.

Взросшая уверенность в способности держать ряд рисков под контролем приводит к тому, что люди болезненно реагируют на ситуацию, в которой они оказываются в результате увеличения количества неподконтрольных им рисков. Следовательно, и здесь сфера проявления механизма усиления риска оказывается расширенной.

Механизм усиления или ослабления риска приводит к тому, что в процессе передачи сведений средствами массовой информации многим важным данным научного характера уделяется очень мало внимания. Журналистов обычно не интересуют количественные оценки вероятности и последствий опасностей, они скорее склонны искать связанные с ними политические причины или социальные конфликты. В результате неаде-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

кватно освещаются предположения и догадки о вине конкретного лица или организации, и чем больше престиж вовлеченных участников, тем значительнее может быть мера искажений.

Неадекватное восприятие вероятностей. Замечено, что люди очень часто неправильно судят о вероятности различного рода действий или событий. На это указывают, в частности, результаты психологических экспериментов.

Следовательно, люди могут действовать вопреки логике, следующей из вероятностных представлений. Это относится не только к рядовым обывателям, но и к специалистам в той или иной области (экспертам). Действие указанного механизма зависит от нескольких факторов, ведущим из них является, по мнению многих психологов, двойственный характер вероятности. Двойственный характер вероятности состоит в том, что кроме объективной вероятности, рассматриваемой в математике, вводится так называемая субъективная вероятность, определяемая как степень уверенности индивидуума в совершении действия или события. Объективная вероятность предполагает возможность использования частотного подхода к интерпретации вероятности (чем чаще происходит событие, тем больше его вероятность). Такой подход характерен для специалистов, простые же люди склонны полагаться на интуитивную степень уверенности, то есть пользоваться субъективной вероятностью.

Разновидностью механизма неадекватного восприятия вероятностей является систематическое искажение оценок риска. Это проявляется в недооценке людьми относительно высоких уровней риска и, напротив, переоценке ими низких уровней риска.

Искажение оценок вероятности приводит к тому, что риски, характеризующиеся низкими вероятностями событий, но тяжелыми последствиями их, воспринимаются как более угрожающие по сравнению с рисками, обусловленными событиями с большой вероятностью, но с относительно умеренными последствиями.

Стратегия оптимизации риска. Суть названной стратегии состоит в том, что человек обычно идет на определенный риск, чтобы предотвратить потерю чего-либо или свести эту потерю к минимуму, даже если при этом он рискует большей потерей. В других ситуациях, когда речь идет не о потере, а о возможном приобретении, люди, как правило, не желают подвергаться риску, предпочитая получить меньше, но со стопроцентной уверенностью.

В этом заключается так называемая стратегия оптимизации риска, ее смысл отображен в таких народных пословицах, как «лучше синица в руках, чем журавль в небе». Аналоги этой пословицы есть во всех

языках, англичане, например, говорят: «одна птица в руках стоит двух в кустах».

Устрашение «скрытыми» рисками. Механизм устрашения рисками, условно называемыми «скрытыми», близок по действию к эффектам, проявляющимся в случае восприятия риска от крайне редких, но очень опасных событий. Выше говорилось о том, что люди склонны преувеличивать риск, обусловленный весьма маловероятными событиями или процессами, являющимися катастрофами. Термин «скрытые риски» следует понимать в двух разных значениях.

Во-первых, он охватывает риски, связанные с гипотетическими событиями или процессами, которые никогда не имели места, но теоретически могут произойти. К ним можно отнести ядерную войну, столкновение Земли с крупным астероидом, катастрофическое изменение климата. Именно вследствие очень малой вероятности подобных событий их восприятие оказывается неопределенным и совершенно различным у разных людей, прежде всего у экспертов и неспециалистов. Например, в разгар холодной войны в США проводились социологические опросы, в ходе которых часто задавался вопрос: «Какова Ваша оценка шанса того, что в течение ближайших 10 лет начнется война с широким применением ядерного оружия?». Большинство американцев давало тогда очень высокую оценку вероятности этого события, ее среднее значение равнялось примерно $1/3$, в то время как оценки экспертов не превышали 10^{-3} . Психологи полагают, что сходная ситуация наблюдается в настоящее время, когда результаты изучения общественного мнения выявляют большую обеспокоенность людей последствиями таких событий, как крупная авария на атомной электростанции или утечка радионуклидов из подземного хранилища радиоактивных отходов.

Второе значение термина «скрытые риски» относится только к разновидностям ядерного или радиационного рисков. Угроза радиации воспринимается людьми по-особому, так как они знают, что ее носитель невидим и очень опасен. Ядерная энергия появилась во время войны и дала возможность быстро закончить войну. В течение многих лет все связанное с ядерной энергией хранилось в тайне. С термином «ядерная энергия» ассоциируются представления о мощных взрывах, разрушениях, радиоактивных осадках, лучевой болезни, генных мутациях. Все это способствовало формированию «ядерного страха», радиофобии (боязни облучения) и негативного отношения к ядерной энергетике. Устрашение необходимо учитывать при исследовании механизмов восприятия риска.

Архетип поверженного героя. Выдающимся психологом Карлом Густавом Юнгом было введено понятие о *коллективном бессознатель-*

Вернуться в каталог учебников

ном, обозначающее ту область человеческой психики, в которой удерживается и из которой передается по наследству многое из накопленного психологической сферой всего человечества. Имеются существенные различия между личным и коллективным бессознательным, последнее можно считать суммой всех наследственных факторов духовной эволюции людей. Юнг полагает, что коллективное бессознательное отнюдь не является простым вместилищем комплексов, оно представляет собой более глубокий и несравненно более важный слой в фундаменте бессознательной части которого хранится генетическая память всего человеческого рода. Коллективное бессознательное возрождается в мозгу каждого индивидуума, где оно впоследствии функционирует и проявляется.

Основные виды этого проявления — разнообразные образы и символы, за которыми угадываются контуры универсальных структур, называемых **архетипами**. По Юнгу, архетипы — это те устойчивые формы, в которых существует коллективное бессознательное. Их универсальная природа доказывается тем, что порождаемые ими символические представления с постоянством повторяются в снах, видениях, галлюцинациях и фантазиях совершенно различных людей в абсолютно разных условиях и обстоятельствах, а также в мифах совершенно различных народов, причем заведомо никогда не имевших контактов друг с другом. Архетипы несут на себе мощную эмоциональную нагрузку и могут интенсивно влиять на сознание человека, на его поведение, на отношение к чему-либо. Именно архетипы создают религии, мифы и философские течения, которые влияют на судьбы народов и характеризуют целые исторические эпохи. Одним из самых распространенных и наиболее известных является миф о герое.

Миф о герое встречается повсюду — в античной мифологии Греции и Рима, в средневековых сказаниях европейских стран, в эпосе народов стран ближнего и дальнего Востока, в сказках современных американских индейцев. Детали этого мифа, разумеется, варьируют, однако главное остается неизменным: некий герой вначале был любим и обласкан богами, но потом возгордился и восстал против них, вследствие чего был жестоко наказан. Это составляет основу архетипа поверженного героя, его типичными представителями можно считать Икара и Прометея.

Недавно было высказано предположение о том, что архетип поверженного героя играет значительную роль в формировании представления о рисках.

Значение архетипов состоит в том, что человек становится зависимым, им управляет некая сила, о которой он ничего не знает, но которая еще с доисторических времен является ему в представлениях, «напоми-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml> ная» с их помощью о себе. Зависимость людей от архетипов проявляется в процессе восприятия ими риска.

2.5. ПОВЕДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ РИСКА

Машинальные и обдуманые действия человека в условиях риска. Поведение людей далеко не всегда описывается теориями, описанными выше. Например, если бы человек строго следовал теории субъективно-ожидаемой полезности, его действия всегда были бы обдуманными. В действительности же люди часто действуют машинально, используя вместо продуманных решений своеобразные шаблоны, сформированные на основе прошлого опыта. Такие действия являются быстрыми, они важны в стрессовых ситуациях, когда для принятия решения остается очень мало времени. Машинальные действия не ограничиваются моторными движениями, они включают в себя и умственную деятельность, однако последняя ограничивается вызовом и использованием известных человеку правил и инструкций.

Автоматизм поведения является следствием «укороченных» (эвристических) путей принятия решений. В табл. 2.2 приведены различия в основных чертах поведения при машинальных и обдуманных действиях.

Т а б л и ц а 2.2

Сопоставление основных черт поведения при машинальных и обдуманных действиях (по Гордону Питцу)

Основные черты поведения	Различия в основных чертах поведения	
	Машинальные действия	Обдуманые действия
Осознанность действий	Человек может не осознавать полностью своих действий	Человек осознает свои действия
Степень контроля	Контроль слаб	Поведение контролируется полностью
Потребность в концентрации внимания	Концентрации внимания не требуется	Внимание необходимо
Роль отвлекающих факторов	Влияние отвлекающих факторов мало	Отвлекающие факторы могут прервать выполнение действий
Детерминанты реагирования	Заученные образцы (шаблоны) побуждения	Знания, убежденность, ценности
Скорость реагирования	Реакции относительно быстрые	Реакции относительно медленные
Скорость обучения	Мала, необходима сравнительно длительная практика	Может быть весьма быстрой в благоприятных условиях

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Основные черты поведения	Различия в основных чертах поведения	
	Машинальные действия	Обдуманнные действия
Подход к тренингу	Объяснить подробно, что надо изменить в поведении	Обучать навыкам решения задач или прививать новые знания
Области применения	Поведение в привычных ситуациях	Решение задач в новых (незнакомых) ситуациях
	Поведение специалистов или поведение опытных пользователей приборов и оборудования	Обдуманное принятие решений

Каково значение выявленных различий для прогноза поведения человека, поставленного в условия, сопряженные с риском? В подобных случаях надо действовать оперативно, поэтому автоматизм обладает рядом положительных свойств.

К ним можно отнести то, что для машинальных действий не требуется усиленной концентрации внимания, мало влияние отвлекающих факторов. Вместе с тем действия по шаблону в условиях риска приводят к весьма негативным последствиям. Прежде всего, сформированные шаблоны могут базироваться на таких ситуациях в прошлом, когда проблема безопасности не была доминирующей или отсутствовала вообще. Так как автоматизм не нуждается в концентрации внимания, сигналы об опасности будут малоэффективны, по крайней мере, до тех пор, пока не наступит перерыв в выполняемых действиях.

Человек, привыкший действовать по шаблону, может быть очень хорошим специалистом, но он затрудняется принимать решения в незнакомой ситуации. Знакомство с ситуацией всегда важно, оно может принимать различные формы. Например, установлено, что поведение человека в процессе эвакуации при пожаре зависит не только от того, знает ли он, как быстрее всего добраться до запасного выхода, но также и от того, знаком ли он с людьми, которые находятся рядом.

Наличие отрицательных факторов в поведении, характеризуемом автоматизмом, отнюдь не означает, что основанные на умении и на выполнении правил машинальные действия должны быть отвергнуты при планировании работы в условиях риска. При этом лицам, ответственным за безопасность сложной технической (технологической) системы, надлежит прогнозировать поведение операторов на двух уровнях.

Первый уровень основан на проведении анализа в рамках теории субъективно-ожидаемой полезности, который позволяет предусмотреть конкретные обдуманнные решения, необходимые для эксплуатации данной

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
системы. Кроме того, этот анализ призван изменить присущие персоналу субъективные вероятности и оценки полезности с тем, чтобы обеспечить максимум безопасности.

Второй уровень должен создать базу в поведении человека — автоматизма действий операторов в процессе управления системой. Разумеется, должны учитываться индивидуальные способности операторов при совершении машинальных действий, вариации таких действий при переходе от одной ситуации к другой, а также необходимость длительного тренинга персонала.

Влияние психологического стресса на процесс принятия решений. Стресс всегда создается конфликтной ситуацией, поэтому исследование его влияния на процесс принятия решений рекомендуется проводить с использованием выводов теории конфликтов. В случае необходимости принять решение конфликт вызывается тем, что человек должен сделать выбор, определить один из нескольких путей действий, причем эти пути могут быть взаимоисключающими, а, следовательно, соответствующие им решения будут противоречивыми. Эти противоречия и выступают причиной стресса.

Согласно психологической теории конфликтов выделяют пять типов поведения людей в кризисных условиях, обусловленных стрессом:

1. *бесконфликтная инерция;*
2. *бесконфликтный переход к новым действиям;*
3. *защитное уклонение от конфликта, которое может принимать одну из следующих разновидностей:*
 - *откладывание со дня на день,*
 - *передача ответственности за принятие решение другим лицам,*
 - *искажение в рассуждениях;*
4. *мнительность;*
5. *бдительность.*

Леон Манн проанализировал перечисленные типы поведения людей в свете необходимости принимать решения, связанные с риском. В результате он обнаружил для каждого типа поведения определенный набор свойств, которые сводятся к следующему.

Бесконфликтная инерция проявляется в том, что человек, который должен принять решение, продолжает ранее начатые действия, игнорируя информацию о риске. Его спокойствие обусловлено тем, что он уверен в безопасном характере выполняемых действий. Иначе говоря, он полагает, что риск, если и появится, то будет пренебрежимым. Следовательно,

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

конфликт, связанный с необходимостью принятия решения, не возникает, а значит, нет и стресса.

Бесконфликтный переход к новым действиям, в отличие от бесконфликтной инерции, действительно сопровождается изменением в поведении лица, которому надлежит принять решение. Человек реагирует на сигнал об опасности и совершает необходимые поступки, но при этом фактически не размышляет ни о самой угрозе, ни о возможных последствиях опасного события. Это означает, что его поведение адаптируется к новому курсу действий не критически. Человек считает, что переход к новым действиям лишен риска, он не видит альтернативы, поэтому нет причин ни для конфликта, ни для стресса.

Защитное уклонение от конфликта состоит по сути в том, что человек видит серьезный риск как в продолжении уже начатых действий, так и в их изменении. Такая ситуация представляет собой классическое состояние конфликта. Возникающий стресс усиливается сомнениями в том, что будет найдено наилучшее решение. В подобных случаях поведение человека мотивируется стремлением выйти из некомфортного и беспокойного состояния с помощью одного из трех механизмов защитного уклонения.

Откладывание со дня на день позволяет индивидууму отсрочить принятие решения, переключить внимание с конфликтной ситуации на иную, менее тревожную и более спокойную.

Передача ответственности за принятие решение другим лицам дает возможность человеку не бояться сделать неправильный выбор, тем самым уйти от конфликта и снять стресс.

Искажение в рассуждениях сводится к тому, что в имеющихся альтернативах акцентируются положительные аспекты и игнорируется негативная информация. Этим достигается полное или частичное разрешение конфликта и снижение уровня стресса.

Мнительность заключается в том, что принимающий решение человек переоценивает серьезность рисков. Он знает, что наилучшее решение может быть найдено, но при этом уверен, что для этого не хватит времени. В результате он испытывает тяжелый психологический стресс. В таком состоянии индивидуум панически представляет себе нависшую угрозу, с каждой минутой ее масштабы кажутся все больше и больше. Идет спешный поиск выхода из стресса, вследствие чего человек импульсивно «цепляется» за первое пришедшее ему в голову решение, которое может, на его взгляд, дать немедленное облегчение. На те последствия, которые влекут за собой сделанный выбор, внимания не обращается. В результате может быть принято решение, сопряженное с очень высоким риском.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Характерной чертой сверхбдительных людей является непостоянство в поведении. Другие симптомы — высокая эмоциональность, укороченная по времени память и упрощенное, склонное к повторам мышление. Экстремальная форма рассматриваемого поведения эквивалентна обычной панике.

Бдительность характерна для людей, которые, находясь в конфликтной ситуации, осознают серьезность рисков, связанных с каждым из возможных решений. Вместе с тем они уверены в том, что выберут адекватное решение, и что для выбора есть достаточно времени. Поэтому психологический стресс не развивается выше некоторого умеренного уровня. Оптимум бдительности позволяет индивидууму быть во всеоружии в процессе выбора решения. Он ищет и тщательно обрабатывает необходимую информацию, при этом не возникает субъективных сдвигов в оценке реальных фактов и явлений. В результате все возможные решения подвергаются анализу, что обеспечивает правильный выбор одного из них.

Таким образом, теория конфликтов говорит о том, что как слишком низкий, так и чрезмерно высокий уровень стресса ведет к принятию ошибочных решений и неадекватным действиям. Умеренный стресс, напротив, помогает человеку с успехом выйти из конфликтной ситуации, выбрав оптимальное решение.

Как следует из рассмотренных характеристик поведения в условиях риска, важнейшее значение в создании стрессовой ситуации имеет фактор времени. Психологический «пресс», вызываемый дефицитом времени, в значительной степени определяет поведение мнительного («сверхбдительного») индивидуума. Дефицит времени может быть как реальным, так и воображаемым. Восприятие недостатка времени зависит от того, в какой форме людям сообщается о нем.

2.6. КОММУНИКАЦИИ РИСКА

Определение и цели коммуникации риска. Коммуникация риска представляет собой целенаправленный процесс *обмена* сведениями о различных видах риска (технического, технологического, экологического, риска для здоровья) между заинтересованными сторонами. Обмен сведениями может затрагивать:

- во-первых, *уровень* риска;
- во-вторых, его *значимость* для здоровья человека и состояния среды обитания;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

— в-третьих, **различные решения и действия** (политические, административные, правовые, экономические), направленные на управление риском.

Заинтересованные стороны — это правительственные учреждения, предприятия, профсоюзы, СМИ, ученые, общественные организации и отдельные граждане. Следует подчеркнуть, что приведенное выше определение предполагает процесс коммуникации риска не односторонним, а **интерактивным**, базирующимся на существовании и действии обратных связей, обеспечивающих взаимный обмен сведениями. В этом заключается отличие коммуникации риска от информирования о нем.

По О. Ренну, основные задачи коммуникации риска состоят в следующем:

- *сделать сообщения максимально простыми, чтобы все адресаты смогли понять его смысл;*
- *обеспечить условия для широкого обсуждения проблем риска с привлечением всех заинтересованных участников, в рамках демократического и эффективного процесса, направленного на разрешение конфликтов;*
- *создать предпосылки для того, чтобы убедить получателей сообщений изменить свое отношение к тому или иному виду риска.*

Коммуникация риска является неотъемлемой частью более общего процесса — анализа риска для его последующей оценки. Взаимосвязь между основными компонентами анализа риска показана на рис. 2.3. Видно, что коммуникация риска имеет двусторонние связи с оцениванием риска.



Рис. 2.3. Взаимосвязи между основными компонентами анализа риска и управления риском

Инструментами управления риском выступают результаты образования (обучения), экономические и социальные мотивы, правовые ограничения. Выбор инструментов определяется уровнем риска (результатом процесса оценивания), техническими возможностями по его предотвра-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
 щению или снижению, а также политическими и социальными критериями, определяющими приемлемый (допустимый) риск.

Формирование этих критериев зависит от процесса коммуникации риска. Действительно, представления о допустимом риске не могут сложиться без знаний и обмена мнениями о всех сторонах сопряженного с риском события, о его последствиях, о возможных альтернативах этому событию. Чем сложнее связанная с риском проблема, тем больше необходимо исходных сведений и больше подготовительной работы с тем, чтобы прийти к согласию и принятию соответствующего решения.

Таким образом, методология коммуникации риска позволяет аргументированно воздействовать на общественное мнение, ориентируя его на объективные, а не на эмоциональные или популистские оценки.

А. Плаф и С. Кримски выделяют два подхода к коммуникации риска — технократический и социолого-культурологический. Эти подходы сопоставляются в табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Технократический и социокультурологический подходы
к коммуникации риска (по Плафу и Кримски)**

№ п/п	Технократический подход	Социолого-культурологический подход
1	Используются научные методы и доказательства	Делается упор на демократические методы и политическую культуру
2	Признается авторитет ученых и экспертов	Признается роль опыта народной мудрости и традиций
3	Границы анализа фиксированы и сравнительно узкие	Границы анализа широки и охватывают аналогии и исторические прецеденты
4	Риски деперсонифицированы, учитываются в основном статистические показатели	Риски персонифицируются, учитывается их влияние на семью и общество
5	Последствия сопряженных с риском событий могут не рассматриваться, если они не имеют четких характеристик	Непредвиденные или нечеткие риски подлежат рассмотрению

Технократический подход допускает возможность абстрактного анализа риска, вне связи с конкретными условиями и обстоятельствами его проявления. Он оперирует с вероятно-статистическими оценками, вырабатываемыми специалистами. Сфера действия технократического подхода ограничена. Она практически закрыта для широких слоев населения. Вследствие этого чисто технократический путь коммуникации риска часто оказывается неприемлемым.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Социолого-культурологический подход, как показывает табл. 2.3, обладает рядом преимуществ. Главное из них состоит в том, что подвергающийся риску индивидuum рассматривается не изолированно, а ставится в центр социума. Результатом этого должно явиться чувство социальной защищенности, которое может изменить индивидуальное восприятие риска. Вместе с тем социолого-культурологический подход нуждается в услугах технократической элиты общества, поскольку лишь она способна выполнить профессиональное оценивание того или иного риска.

Специфика задач СМИ в процессе формирования связанных с риском сообщений приводит к неадекватному освещению событий. Известно, что СМИ склонны «сгущать краски», чтобы придать оттенок сенсации любому сообщению, если имеется хотя бы минимальный повод для этого. Помимо сенсационности, подчеркиваются разногласия между учеными в описании или объяснении сопряженных с риском событий, дефицит научных данных, их неточность и т. п. (табл. 2.4).

Таблица 2.4

**Задачи, решаемые средствами массовой информации и специалистами
в области экологии и охраны здоровья**

№ п/п	Задачи средств массовой информации	Задачи экологов и специалистов в области охраны здоровья
1	Информировать или развлекать	Обучать
2	Освещать кратковременные события	Работать по долгосрочным программам
3	Концентрироваться на наиболее «выпуклых» новостях и «жареных» фактах	Обеспечивать понимание сложной информации
4	Отражать события и процессы в обществе	Изменять события и процессы в обществе
5	Обращаться к озабоченности отдельной личности	Обращаться к озабоченности всего общества
6	Получать прибыль	Улучшать состояние окружающей среды и здоровья населения

Д. Пауэлл и У. Лейсс отмечают существенность различий в языках, на котором говорят специалисты в области риска и обычные люди, к которым, естественно, относятся и журналисты. Эти различия характеризуются табл. 2.5

Таблица 2.5

Различия между языком специалистов по оценке риска и обычным языком

№ п/п	Язык специалистов по анализу и оценке риска	Обычный язык
1	Опирается с научными данными	Базируется на интуиции
2	Использует технический жаргон	Использует простые и ясные выражения
3	Рассматривает вероятности событий	Ставит вопросы типа «ДА» или «НЕТ?»
4	Подразумевает, что знания о событии или процессе могут меняться	Ставит вопросы типа «ТАК это или НЕ ТАК?»
5	Акцентирует сравнение рисков	Делает упор на конкретные события
6	Опирается со статистическими, усредненными данными	Имеет дело с последствиями касающимися конкретного человека
7	Руководствуется принципом «смерть есть смерть»	Руководствуется принципом «обстоятельства смерти имеют значение»

Особый характер стоящих перед СМИ задач приводит к ограничению их возможностей в адекватной подаче информации. У этого ограничения есть свои объективные причины, на них указал В. Ковелло. По его мнению, необходимо учитывать следующее.

Большинство журналистов работают в постоянном цейтноте, это лимитирует время для расследований и получения выверенных и более надежных сведений. Журналисты, за небольшим исключением, располагают слишком коротким телевизионным временем (или временем на радио) и малым объемом газетного (или журнального) текста, чтобы изложить сложность и неопределенность ситуации, связанной с риском. Понятие об объективности (истине) в журналистике и в науке не является абсолютно одинаковым.

Немецкие исследователи разработали собственные рекомендации для вовлечения общественности в принятие решений, сопряженных с экологическим риском. Они представляют собой следующее.

1. Стратегия коммуникации должна быть хорошо структурирована и тщательно подготовлена. Фактический материал, его интерпретация, мнения и выводы, а также оценки этих выводов должны рассматриваться и готовиться по отдельности, с учетом возможных изменений формы коммуникации на каждом этапе.
2. Стратегия коммуникации должна ориентироваться на диалог. Аудитория должна быть привлечена к диалогу и должна иметь возможность выразить свое

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

отношение к рассматриваемым проблемам, но также принимать участие в подготовке соответствующей программы и иметь доступ к тем, кто ответствен за экологическую политику.

3. В процессах всестороннего оценивания риска и последующего управления им должны учитываться трудности, стоящие перед теми, кто вырабатывает и принимает решения (администраторы, юристы и т. п.). Это подразумевает наличие доверия к властным структурам.

О том, насколько важна информированность людей о риске, связанным с производством ядерной энергии, можно судить на примере Франции. В настоящее время в этой стране три четверти всей электроэнергии вырабатывается на АЭС, ядерная энергетика стала здесь жизненно необходимой. На ряде французских АЭС ведется широкая просветительская работа с населением, проживающим в данной местности — устраиваются экскурсии и «дни открытых дверей», издаются популярные брошюры и буклеты, которые распространяются бесплатно. В результате удается формировать адекватное восприятие ядерного риска, о чем свидетельствуют результаты социологического опроса, проведенного во многих странах Европы в 90-х годах.

Респондентам предлагалось оценить риск различных источников повышенной опасности, обработка ответов позволила определить рейтинги этих источников, которые распределились следующим образом, табл. 2.6.

Таблица 2.6

Рейтинги рисков от разных источников

№ п/п	Источник риска	Мера риска	Примечание
1	Дорожные аварии	0,8	
2	Алкоголь	0,77	
3	Лесные пожары	0,74	
4	Курение	0,7	
5	СПИД	0,64	
6	Городские опасности, в том числе уличная преступность	0,62	
7	Озоновая «дыра»	0,58	Мера риска спорна
8	Бытовые аварии	0,52	
9	Изменение климата	0,52	

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

№ п/п	Источник риска	Мера риска	Примечание
10	Химические заводы	0,46	
11	Транспортировка опасных веществ	0,42	
12	Промышленные аварии	0,33	
13	Ядерная энергетика	0,32	
14	Авиация	0,26	
15	Железные дороги	0,24	
16	Землетрясения	0,24	
17	Пожары в производственных помещениях	0,19	
18	Пожары в жилых помещениях	0,13	

Видно, что, как отмечено выше, в списке рейтингов ядерная энергетика занимает далеко не первое место, ее мера риска значительно ниже, чем у химических заводов, что отражает реальное соотношение между соответствующими факторами риска.

2.7. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ

Несмотря на специфику различных видов деятельности и их своеобразную внутреннюю структуру, принципиальные подходы к оценке рисков имеют много общего, хотя могут существенно различаться в методах и способах реализации тех или иных положений.

Одна из точек зрения состоит в том, что в системе принципов оценки рисков, том числе и экологических, можно выделить три уровня:

- первый уровень — *методологические принципы*, иначе говоря, принципы, определяющие концептуальные положения, являющиеся наиболее общими и не зависящие от специфики рассматриваемого вида риска;
- второй уровень — *методические принципы*, т. е. принципы, непосредственно связанные с конкретным видом деятельности, ее спецификой, ценностными представлениями и т. д.;
- третий уровень — *операциональные принципы*, т. е. принципы, связанные с наличием релевантной информации и возможностями ее обработки.

Сама структура системы принципов в свою очередь должна удовлетворять определенным требованиям, например таким, как *полнота* и *кластерность*.

Принцип полноты связан с построением такой системы, которая учитывала бы все, что необходимо на всех уровнях. Удовлетворить принцип полноты на сегодняшний день пока не представляется невозможным.

Другой принцип — кластерность — связан с требованием, чтобы смысловое содержание одного принципа не имело ничего общего с другими принципами. Но зачастую это сделать затруднительно хотя бы потому, что смысловое содержание многих принципов нередко «ползет», изменяется, модернизируется и т. д. Поэтому предлагаемые на сегодняшний день структуры системы принципов не являются жестко фиксированными.

Методологические принципы

- **Однотипность.** Принцип однотипности рисков означает, что для любого участника деятельности представление о риске совпадает друг с другом, т. е. если риск представляется как мера опасности — то нет субъектов, которые рассматривают риск как-то по-другому.
- **Позитивность.** Этот принцип рисков означает, что полный риск, по крайней мере, не больше уровня приемлемого риска.
- **Объективность.** Принцип объективности рисков означает, что при их оценке необходимо обеспечить правильное отражение структуры и характеристик изменяющегося объекта. При этом нужно стремиться опираться на качественные (структурные, функциональные и др.) и количественные показатели процессов (с учетом переходных процессов), а также по возможности учесть степень неопределенности, объективно присущую будущему.
- **Корректность.** Принцип корректности рисков означает, что при оценке должны выполняться определенные формальные требования, к числу которых могут быть отнесены:
 - а) *интервальная монотонность*, т. е. на определенном интервале значений показателей при увеличении интенсивности деятельности растет величина риска;
 - б) *непропорциональность*, т. е. рост риска не прямо пропорционален увеличению интенсивности деятельности (в заданном интервале изменения показателей);
 - в) *транзитивность*, т. е. если первая ситуация менее рискованная, чем вторая, а вторая менее, чем третья, то это означает, что первая ситуация менее рискованная, чем третья;
 - г) *аддитивность*, т. е. если риск первого вида деятельности равен — R_1 , а второго — R_2 и оба вида деятельности совершают-

Вернуться в каталог учебников

ся одновременно, то общий риск равен сумме частных рисков или $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$.

Приведенные формальные принципы, кажутся на первый взгляд естественными, однако на практике они соблюдаются не всегда или их выполнение трудно выявить по каким-либо причинам.

- **Комплексность.** Комплексность рисков означает, что в своей совокупности они должны образовывать замкнутую систему, имеющую иерархический вид. Первоначально идут *эмерджентные риски*, т. е. риски, относящиеся к эмерджентным свойствам и видам деятельности объекта исследования, далее — *неэмерджентные риски*, т. е. риски относимые к структурным составляющим объекта исследования.
- **Взаимозависимость.** Взаимозависимость рисков означает, что возникновение одних рисков либо автоматически, либо через сложные опосредованные связи влечет возникновение других рисков, то есть $\text{риск} + \text{риск} = \text{риск}$. Необходимо учитывать, что все экологические риски могут быть разбиты на три группы:
 - а) те, которые уже сегодня допускают прямую экономическую оценку;
 - б) те, которые принципиально допускают прямую экономическую оценку, но сегодня отсутствует информационная база и алгоритмическое обеспечение;
 - в) те, которые даже принципиально не допускают экономической (прямой) оценки. В последних двух случаях учет экологических рисков осуществляется экспертным образом.

Естественно, что номенклатура методологических принципов может не ограничиваться перечисленными шестью позициями.

Методические принципы

Если речь идет об экологических рисках, то из всего массива методических принципов можно выделить следующие.

- **Специфичность** рисков означает, что любая новая деятельность вносит в окружающую среду что-то специфическое и может оказать воздействие на здоровье человека. С позиций экологических рисков именно эта специфика определяет, в конечном итоге, величины конкретных показателей, а величина риска тем больше, чем значимее величина диссонанса новой деятельности.

Вернуться в каталог учебников

- **Разновосприимчивость** рисков связана с наличием различных участков деятельности, что предопределяет несовпадение их интересов, разное отношение к возможным ущербам. Отсюда вытекает необходимость оценки рисков с позиций каждого участника деятельности (например, государственных чиновников, журналистов, банкиров и т. д.).
- **Динамичность** рисков предполагает, что методическое обеспечение учитывает изменчивость рисков и позволяет однозначно дать характеристику предполагаемой динамике процессов.
- **Согласованность** связана с тем, что риски начинают наступать в строго определенный период (не раньше и не позже) и процессы предупреждения должны быть согласованы с другими процессами.

Операциональные принципы

- **Моделируемость** рисков связана с тем, что ситуация, при которой возникают риски, может быть описана моделью. Не надо путать «принцип моделируемости» и «метод моделирования» — последний применяется для расчета величины риска, в то время как первый определяет «правила игры». Принципы вообще требуются для определения «правил игры», и моделируемость есть одно из главных правил третьего уровня.
- **Принцип простоты** рисков говорит о том, что при оценке рисков выбирают тот метод, который наиболее «прост» с информационно-вычислительной точки зрения.

Естественно, что данный список может быть дополнен.

После определения принципов оценки рисков необходимо особо оговорить подходы к формированию методического аппарата.

В системологии проблема, независимо от ее характера и методов решения, трактуется как абстрактная система, а при использовании понятий изоморфизма как просто система. Данные положения можно применить и к проблеме оценки риска. Будем любую рискологическую проблему представлять как систему и говорить об исследовании систем, понимая, что этой системой является рискологическая проблема или совокупность рискологических проблем.

Как известно, все многообразие подходов исследования систем (в том числе и рискологических) в самом общем виде делится на анализ и синтез, которые в свою очередь классифицируются самым различным образом, например, как это представлено на рис. 2.4.

Вернуться в каталог учебников

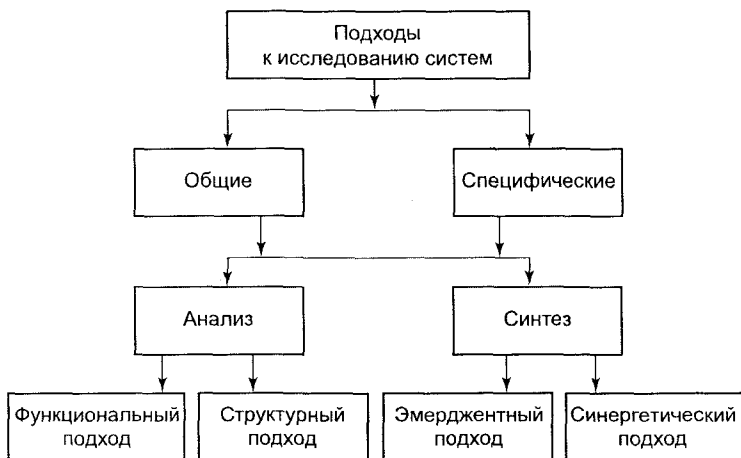


Рис. 2.4. Угруппированная структура исследования проблем

Очевидно, что единую, универсальную классификацию методов изучения абстрактных систем на современном этапе развития креативных наук создать невозможно.

Исторически проблемы анализа и разработки методов анализа систем начали осознаваться и развиваться раньше, чем проблемы синтеза систем. Анализ во многом предназначен для того, чтобы понять, что представляет из себя система, какова ее структура, что можно ожидать от системы в той или иной ситуации.

Синтез же строится, как правило, на решении проблем создания нового из «кирпичиков» известного, разработанного, осознанного ранее. Но это совершенно не означает, что анализ и синтез противостоят друг другу, на самом деле — это разные стороны одного и того же единого процесса познания.

Весь массив подходов анализа систем принято делить в зависимости от степени проникновения во внутреннюю сущность системы на два подхода: *функциональный и структурный*.

Функциональный подход используют там, где невозможно или по каким-то причинам нецелесообразно «влезать во внутренность» системы. Социальные, социально-экономические и тем более креативные системы нередко не допускают перехода с целостного представления системы к изучению их состава, связей элементов, дробления на подсистемы и т. д. В этом случае функциональный подход является единственно возможным.

Прогресс науки осуществляется в сторону перехода от функционального к **структурному подходу**, т. е. идет процесс дополнения функционального подхода структурным, который, естественно, уточняет, дополняет, объясняет и во многом исправляет положения, зафиксированные на функциональном уровне.

В табл. 2.7 представлено обобщение некоторых специфических сторон функционального и структурного подходов анализа систем.

Таблица 2.7

Анализ систем

Функциональный подход	Структурный подход
1. Использование абстракции типа «черный ящик»	1. Использование абстракции типа «белый ящик»
2. Система рассматривается как единая (цельная), далее неделимая	2. Система рассматривается как совокупность отдельных взаимосвязанных частей (подсистем, модулей, блоков, элементов)
3. Система представляется как элемент более сложной надсистемы	3. Система представляется как верхний, далее не изучаемый уровень, который имеет различные по значимости структурные составляющие
4. Классификация систем строится на базе анализа надсистемы	4. Классификация систем строится на базе анализа структурных составляющих системы
5. Моделирование системы исходит из анализа взаимосвязи системы с другими системами	5. Моделирование системы исходит из анализа взаимосвязи элементов
6. Функциональный подход используют, как правило, как самостоятельный, нередко предшествующий структурному	6. Структурный подход нередко используются в совокупности с функциональным

Окружающий мир, процессы, поддерживающие нашу жизнедеятельность, собственные поступки и деяния и тем более высоко рисковые события, полны системных свойств, которые также называют эффектами (феноменами) или процессами.

Исходя из задач управления рисками все многообразие системных свойств целесообразно делить их на эмерджентные и синергетические (табл. 2.8).

Вернуться в каталог учебников

Таблица 2.8

Системные свойства

Эмерджентные	Синергетические
«Эмерджентность — наличие у системы свойств целостности (эмерджентных свойств), т. е. таких свойств системы, которые не присущи составляющим ее элементам».	«Синергетика (от греч. Syner-getiros — совместный) возникла в середине 70-х годов. Это новое междисциплинарное направление научных исследований, ставящее задачей выявление и познание общих закономерностей, управляющих процессами самоорганизации в системах разной природы: физических, химических, биологических, технологических, экологических и др.».

Эмерджентные свойства связаны с появлением у объединяющихся (взаимодействующих, вступающих в отношения и т. п.) систем (элементов) новых, не принадлежащих ни одной из систем (элементов), свойств. Простым примером появления эмерджентных свойств являются рама, колеса, двигатель, рулевое управление и тормоза, обеспечивающие появление самодвижущегося экипажа — автомобиля. То есть совокупность подсистем, соединенных определенным образом, обладает новым свойством — способностью к движению.

В философской литературе отмечается, что все свойства, которые выявляются в процессе объединения, содержатся эксплицитно (внутренне) во вступающих во взаимодействие системах (элементах), а появление новых свойств диктуется структурой.

Появление эмерджентных свойств и эмерджентных рисков у объединенных (объединяющихся) систем может служить основой для методики определения системности данного образования.

Выявление эмерджентных свойств и эмерджентных рисков зачастую связано с познавательным (когнитивным) процессом. В этом случае проблема обнаружения эмерджентных рисков переходит с уровня объективности на уровень субъективности, т. е. становится значимой позиция познающей системы, ее внутреннего интеллектуального потенциала и т. д. Именно это положение вызывает многочисленные трудности, которые связаны с выявлением эмерджентных рисков в реальных ситуациях.

Выделение эмерджентных рисков — весьма значимый процесс в исследовании, однако он лишь констатирует факт появления новых рисков у взаимодействующих объектов. Но на вопрос «почему это происходит?» ответа не дается.

Частично на этот вопрос отвечает синергетика — наука о самоорганизации. Наука, не рассматривающая системные риски, исходит из того, что внешними (силовыми) воздействиями на объект всегда можно добиться от него желаемого эффекта, т. е. перестроить его так, как хочется исследователю. Однако, как показывает большой исторический опыт, это очень часто, а скорее всего в большинстве случаев, крайне затруднительно.

Современная точка зрения исходит из того, что «командными», «административными», то есть силовыми методами, получить необходимую реакцию от сложного объекта невозможно. Для того чтобы усилия были не напрасными, необходимо учитывать синергетические свойства, и, прежде всего, самоорганизационные процессы, происходящие в системе, понимать внутреннюю логику происходящего. Синергетические свойства связаны с двумя, кажущимися противоположными процессами:

- первый — это процесс самоорганизации, т. е. «образование чего-то из ничего», «рождение системы из хаоса», «переход в новое состояние», «скачок в новое состояние» и т. д.;
- вторая группа процессов — это так называемые процессы деструкции, т. е. разложение, разделение, распад и т. д. более сложных объектов на более простые.

Изложенное позволяет говорить о том, что в науке и практической деятельности человека сложились два взаимообусловленных и два взаимодополняющих подхода к синтезу систем.

Первый подход можно назвать эмерджентным. Такой подход во многом связан с инженерией, созданием посредников (технических систем) между человеком и «дикой природой». Большинство методов ускорения интеллектуальной деятельности тем или иным образом связано с эмерджентным подходом. Проектирование — процесс создания систем с эмерджентными свойствами и, следовательно, эмерджентными рисками, которые заранее заданы и, как правило, должны удовлетворять определенным требованиям.

Второй подход можно назвать синергетическим. Данный подход интенсивно разрабатывается в настоящее время. Синергетические процессы заставили говорить первоначально о техносфере, а затем о ноосфере. Синергетические процессы пока еще плохо поддаются проектированию, но прогресс явно идет в сторону овладения этой, может быть главной, загадкой мира, являющей собой систему систем.

В табл. 2.9 произведено обобщение некоторых специфических сторон эмерджентного и синергетического подходов синтеза систем.

Таблица 2.9

Синтез систем

Эмерджентный подход	Синергетический подход
1. Появление эмерджентных свойств и эмерджентных рисков связано с процессом взаимодействия исходных систем без перераспределения их элементарного состава	1. Появление эмерджентных свойств и эмерджентных рисков связано с процессом взаимодействия исходных систем с перераспределением их элементарного состава
2. Номенклатура систем до взаимодействия и в процессе взаимодействия остается постоянной, а риски, как правило, аддитивны	2. Номенклатура систем до взаимодействия и в процессе взаимодействия изменяется, а риски всегда не аддитивны
3. Номенклатура исходных свойств взаимодействующих систем остается постоянной, а номенклатура рисков — постоянна	3. Номенклатура исходных свойств взаимодействующих систем изменяется, а номенклатура рисков качественно изменяется
4. После прекращения взаимодействия системы могут быть возвращены в исходное состояние	4. После прекращения взаимодействия системы не могут быть возвращены в исходное состояние
5. Классификация эмерджентных свойств и эмерджентных рисков строится на базе анализа взаимодействующих систем как единого целого	5. Классификация синергетических свойств строится на базе анализа каждой взаимодействующей системы отдельно
6. Моделирование эмерджентных свойств и эмерджентных рисков объектов происходит с использованием абстракции «черный ящик»	6. Моделирование синергетических свойств объектов происходит с использованием абстракции «белый ящик»
7. Эмерджентный подход может быть использован как самостоятельный	7. Синергетический подход используется в совокупности с эмерджентным

2.8. АНАЛИЗ РИСКА. ЭТАПЫ, ШАГИ, ПРОЦЕДУРЫ

Анализ риска определяется как систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды. Анализ риска заключается в выявлении опасностей и оценке риска.

Оценка риска — это использование доступной информации и научно-обоснованных прогнозов для оценки опасности воздействия вредных факторов окружающей среды и условий на здоровье человека. Исходным этапом в процессе оценки риска является определение границ изучаемого региона и идентификация источников опасности. Риск — три нормального функциони-

ровании промышленных объектов может быть обусловлен за счет выбросов или утечки вредных или опасных веществ, сбросов неочищенных стоков, захоронения опасных и высокотоксичных отходов и др. в количествах, превышающих санитарно-гигиенические нормативы и оказывающих постоянное воздействие на здоровье населения и окружающую среду.

Первый шаг в анализе техногенных выбросов заключается в установлении их источников, количественных характеристик, а также физических и химических свойств выбрасываемых в окружающую среду веществ.

Второй шаг заключается в идентификации загрязняющих веществ, а также в описании процесса их переноса в выбросах от источника к реципиенту (главным образом путем использования математических моделей). Моделирование переноса выбросов от источника к реципиенту позволяет оценить количественную характеристику опасности.

Третий шаг состоит в идентификации или установлении зависимостей «доза—эффект» между опасностью и эффектами так, чтобы эффекты или риск могли быть определены количественно.

Определение величины опасного воздействия от данного источника является одним из начальных этапов количественной оценки риска. Точность и правильность решения данной задачи во многом определяет точность и правильность всей дальнейшей работы.

Оценка экологических рисков может быть различной в зависимости от того, с позиций чьих интересов производится анализ проекта. Как правило, анализ проекта должен отражать интересы юридического лица, которое его осуществляет. В этом случае в числе затрат, направленных на ликвидацию экологических последствий аварии учитываются лишь те затраты, которые несёт непосредственно лишь данное юридическое лицо. Если проект претендует на поддержку со стороны федеральных или местных органов управления, наряду с расчетами традиционных показателей эффективности проекта, анализируют его значение для народного хозяйства, экономики субъекта Федерации или страны в целом.

Для определения степени экологической опасности производственного объекта используются разнообразные методы оценки экологической опасности.

Оценка экологических рисков включает следующие этапы:

- *установление, какие аварийные ситуации, связанные с загрязнением окружающей среды, могут возникнуть на данном предприятии;*
- *оценка стоимости работ по полному устранению экологически значимых последствий, вызванных аварийной ситуацией каждого вида;*
- *определение вероятностей аварийных ситуаций каждого вида.*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Для выявления и анализа исходных предпосылок возможно использование, как статистического подхода, так и метода экспертных оценок. Статистический подход предполагает использование аппарата теории вероятности и рекомендуется в случаях, когда накоплен значительный опыт реализации проектов данного вида. Если же проект данного типа реализуется впервые, то необходимо пользоваться экспертными оценками.

Оценка риска включает в себя анализ частоты появления событий, анализ последствий и их сочетание.

Эффективность оценки риска существенно зависит от уровня:

- 1) *развитости и точности расчетных методик;*
- 2) *вспомогательных средств для применения методик на практике (баз данных, системы получения информации и пр.);*
- 3) *квалификации и компетентности экспертов, осуществляющих анализ риска;*
- 4) *организации анализа риска, включающей вопросы выбора объектов для анализа, финансирования экспертизы и способы привлечения наиболее квалифицированных специалистов для экспертизы.*

В более широком понимании риска как меры опасности количественные критерии риска могут быть разными. Соответственно конечной целью анализа риска может быть определение социального, потенциального или экологического риска или вероятности реализации определенного нежелательного события. Использование конкретных процедур для анализа риска может иметь отличие, но неизменной остается необходимость идентификации опасностей, оценки риска и разработки, если нужно, рекомендаций по снижению риска.

Наличие экологического риска означает, что имеются воздействия, приводящие к одному или совокупности из следующих последствий:

- *отклонению здоровья человека от среднестатистического значения, т. е. к заболеванию или даже смерти человека;*
- *ухудшению состояния окружающей человека среды или ухудшением качества природной среды;*
- *значительному материальному ущербу (1 % и выше от ВВП).*

Мера степени опасности должна включать следующие показатели:

- *Степень возможности появления случайного события — опасного фактора;*
- *степень значимости этого события для человека и окружающей среды, если оно произошло;*
- *степень опасности, которая может считаться «приемлемой»;*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

- степень опасности, которая может считаться «чрезмерной»;
- степень опасности, которая может считаться «пренебрежимой».

Сюда же следует включить следующие количественные показатели:

- величину ущерба от воздействия того или иного опасного фактора;
- вероятность возникновения (частота возникновения) рассматриваемого опасного фактора;
- неопределенность в определении ущерба;
- неопределенность в определении вероятности.

Выше уже отмечено, что в последние годы принято деление риска по степени его значимости для человека на индивидуальный и социальный.

Социальный риск определяется как зависимость между определенным числом погибших людей, подвергшихся поражающему воздействию определенного вида в одном инциденте при реализации определенных опасностей, и вероятностью того, что это число будет превышено. Это дает возможность учитывать количество людей, которые могут быть одновременными жертвами одного инцидента.

Социальный риск связан с субъективным восприятием и зависит от большого ряда факторов, включая психологию общества, уровень его образования, распределение угрозы риска во времени, его контролируемость, новизну, значимость последствий и т. д.

Показатели здоровья и в первую очередь количество здоровья, т. е. среднюю ожидаемую продолжительность предстоящей жизни (СОПЖ) при рождении, или при том, или ином возрасте, используют в соответствии с рекомендациями Программы развития ООН для количественной оценки уровня безопасности. СОПЖ является интегральным показателем общественного здоровья и зависит не только от успехов медицины, но и от уровня социально-экономического развития общества и состояния окружающей среды.

Так как целью наших действий является не только защита здоровья населения, но и защита окружающей среды, то в единицы для измерения риска, кроме величины СОПЖ, входят показатели, которые количественно определяют состояние окружающей среды. К количественной характеристике степени безопасности экосистем относится степень близости состояния экосистемы к границе ее устойчивости (к точке бифуркации), где будет потеряна предсказуемость изменений экосистемы в ответ на внешнее воздействие. В Нидерландах такие оценки состояния безопасности экосистемы уже используют для определения

Вернуться в каталог учебников

количественных значений предельно допустимых экологических нагрузок (ПДЭН). Такие ПДЭН должны гарантировать отсутствие неустойчивости и непредсказуемости в состоянии экологических систем. В соответствии с законодательством по безопасности населения и окружающей среды в Нидерландах уровень воздействия на экосистему (т. е. ПДЭН) не должен превышать уровня, при котором могут пострадать 5 видов в экосистеме.

Процесс принятия решения на основе анализа риска имеет 4 последовательные стадии:

1. *Идентификация опасностей для населения и окружающей среды и их мониторинг.*
2. *Количественная оценка степени каждой из этих опасностей (их вероятностей, последствий и степени неопределенности той и другой).*
3. *Решение о приемлемости риска такой хозяйственной деятельности и о мерах уменьшения риска, которые необходимо принять (с оценкой стоимостной эффективности каждой из предложенных мер по уменьшению риска).*
4. *Контроль за поддержанием ситуации приемлемого риска.*

В свою очередь, саму оценку риска также можно разделить на следующие четыре этапа:

1. *Распознавание опасности — процесс определения, случайно ли какое-либо вещество ассоциируется с определенным нарушением здоровья, например вызывает рак или врожденную патологию. Так как трудно получить такую информацию для людей, этот этап обычно направлен на выяснение того, токсично ли данное вещество для животных или других тестируемых организмов.*
2. *Оценка «дозы — эффекта» — процесс описания взаимоотношений между примененной или полученной дозой вещества (агента) и частотой отрицательного влияния на здоровье. Для разных агентов возможны многочисленные виды взаимодействий типа доза — эффект, в зависимости от того, является ли ответная реакция (эффект) канцерогенной или не канцерогенной, а также от того, проявился ли данный эффект в результате одноразового или многократного воздействия. Так как большинство тестов проводится при высоких дозах, то оценка дозы — эффекта должна включать обоснование метода экстраполяции данных в условия с низким уровнем воздействия (в область малых доз), в которые обычно попадает человек. Одна из частей оценки должна также включать метод экстраполяции данных, полученных на животных, на человека.*

Вернуться в каталог учебников

3. *Оценка воздействия — включает определение размера и характера популяции, подвергшейся воздействию данного токсиканта, а также периода воздействия и концентрации вещества. Необходимо учитывать также и такие факторы, как возраст и здоровье группы, подвергшейся воздействию, привычки к курению, учесть наличие в группе беременных женщин, стариков, детей и инвалидов, и, кроме того, что могли иметь место синергетические эффекты, связанные с одновременным воздействием разных токсикантов.*
4. *Характеристика риска — интеграция трех вышеуказанных стадий, приводящая к оценке степени влияния данного воздействия на здоровье населения.*

Принятие решения о приемлемости риска для той или иной ситуации или хозяйственной деятельности, и о мерах по уменьшению риска, обычно основываются на критериях риска, которые должны устанавливаться на правительственном или на законодательном уровне. Исходной точкой при рассмотрении таких критериев является то, что риск от опасной деятельности для отдельного человека и для всего общества не должен быть большим, чем риск в повседневной жизни.

Уровень риска, приемлемый для той или иной деятельности, определяется, исходя из конкретных социально-экономических условий той или иной страны, и закрепляется законодательно.

В практике различают риск, связанный с профессиональной деятельностью, и риск, связанный с непрофессиональной деятельностью (риск для всего населения). Относительно профессионалов, чья работа постоянно связана с риском, на который они идут добровольно и который соответственным образом оплачивается, установилась традиция, что для него не должно быть предельно допустимого уровня (ПДУ). Но, тем не менее, полагают, что нельзя допускать, чтобы он превышал риск смерти от болезней для всего населения, составляющего 10^{-2} на человека в год.

Оценка риска необходима для принятия решений, прежде всего связанных с нормированием содержания вредных веществ, попадающих в окружающую среду, а также для определения возможного ущерба при ухудшении качества этой среды. Количественно риск выражается в величинах от 0 (полная уверенность, что риска нет) до 1 (полная уверенность, что нежелательное событие реализуется и ущерб здоровью будет нанесен). Обычно высокий риск требует принятия незамедлительных мер. Нулевой риск не предполагает никаких действий.

При оценке риска следует различать канцерогенную опасность химических соединений, т. е. способность веществ вызывать онкологические

Вернуться в каталог учебников

заболевания, и неканцерогенную опасность, т. е. способность веществ оказывать другие воздействия, например, вызывать изменения к иммунной системе, в ферментативной активности и др.

Неканцерогенные вещества (токсичные) имеют порог воздействия т. е. уровень, ниже которого они не оказывают влияния; это отличает их от канцерогенных веществ, для которых такого порога нет.

Природа факторов, приводящих к неблагоприятным отклонениям в здоровье человека или состоянии окружающей среды от их среднестатистических значений, связана как с причинами естественного, природного характера (природные катастрофы, низкокалорийное питания, не достаточный уровень здравоохранения, образования и т. д.), так и с причинами техногенными (повышенный уровень загрязнения окружающей среды в результате производственной деятельности, аварии на производстве и т. д.). Изменения состояния окружающей природной среды могут быть обусловлены различными причинами (имеют разное происхождение). Они характеризуются различием в масштабах и темпах проявления, вызывают специфические последствия у объектов, которые подверглись воздействию измененной природной среды.

К причинам возникновения экологических опасностей на территории РФ можно отнести:

- *экстенсивное развитие экономики, сопровождающееся одноцелевым использованием природных ресурсов, огромными объемами добычи и продажи сырья, отсутствием системы переработки бытовых и производственных отходов, освоением новых и списанием нарушенных сельскохозяйственных угодий;*
- *деформацию структуры народного хозяйства с превалированием природозаexploатирующих производств, создающих постоянную чрезмерную нагрузку на экосистемы;*
- *энергоёмкость производства;*
- *недостаточную квалификацию кадров на предприятиях повышенного экологического риска;*
- *стихийные и антропогенные аварии и катастрофы;*
- *искаженность системы оценок экологической выгоды и экологических издержек, ведущую к убыточности охраны природы;*
- *низкий уровень экологического сознания, образования и воспитания населения.*

Исключить опасность проявления экологического риска или любого другого вредного воздействия и тем самым оградить людей и окружающую природную среду от воздействия токсичных веществ, вредных из-

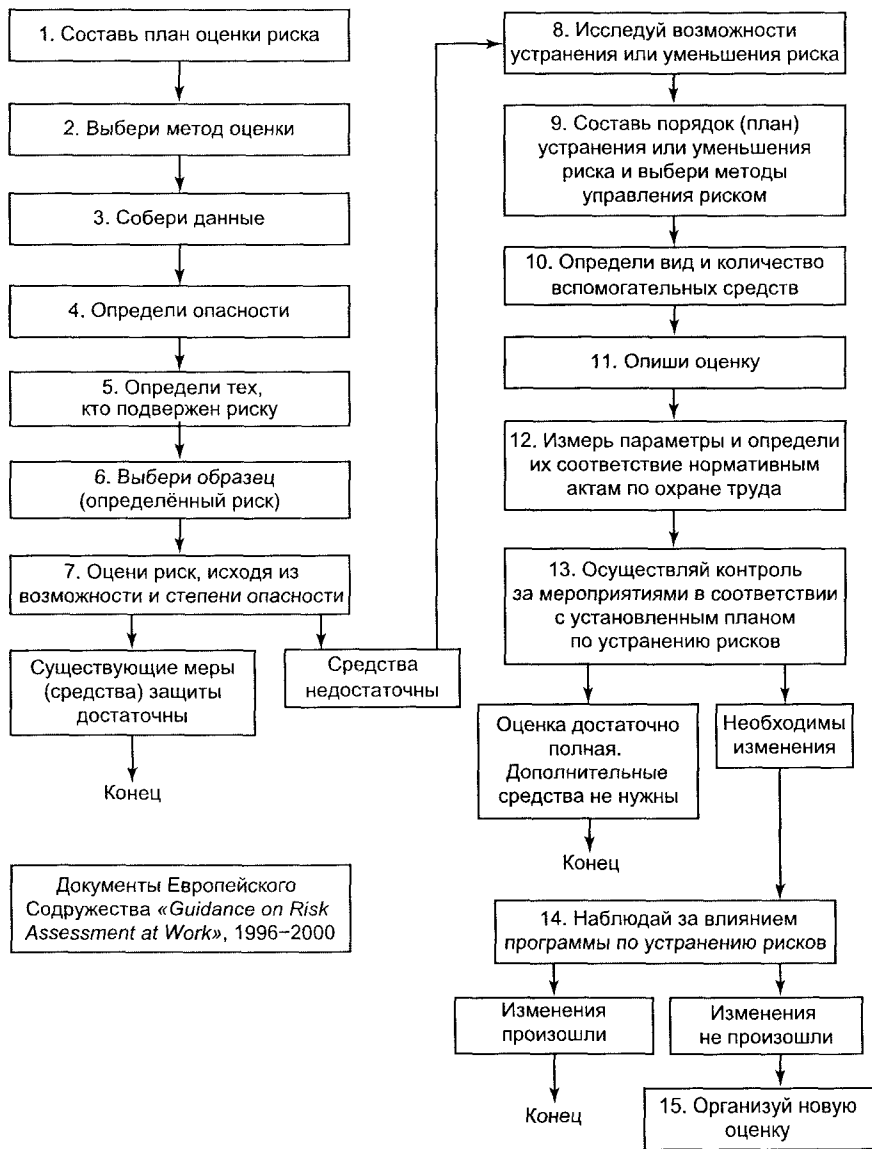


Рис. 2.5. Схема процедуры оценки рисков, предложенная Европейским Союзом

лучений, других неблагоприятных факторов практически невозможно. Однако уменьшить эту опасность, другими словами, минимизировать вероятность риска — реальная задача. Для ее решения необходимо располагать методами оценки риска, которые позволяли бы определять вероятность возникновения неблагоприятного события и ущерб от последствий наступления этого события.

В концентрированном виде процедуры оценки риска представлены на рис. 2.5 и 2.6.

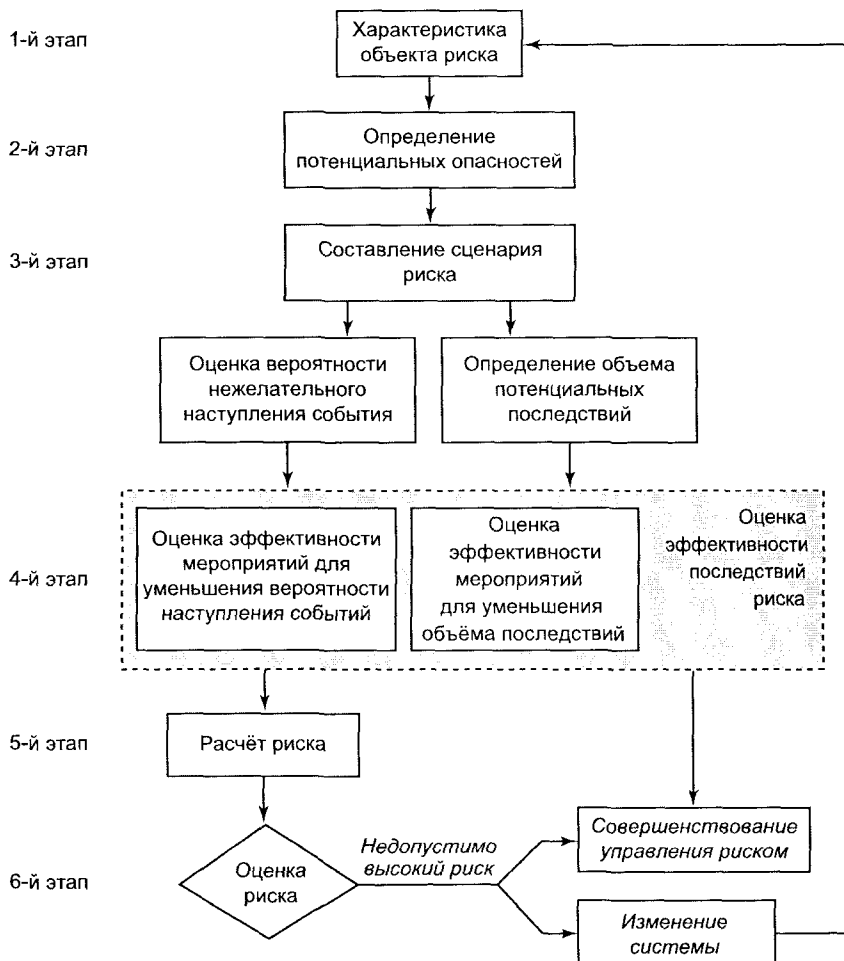


Рис. 2.6. 6-этапная процедура оценки риска

Вернуться в каталог учебников

2.9. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РИСК И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

Выше мы отметили существование понятия «индивидуальный экологический риск». Рассмотрим этот вопрос подробнее. Это риск, который обычно отождествляется с вероятностью того, что человек в ходе своей жизнедеятельности испытает неблагоприятное экологическое воздействие. Индивидуальный экологический риск характеризует экологическую опасность в определенной точке, где находится индивидуум, т. е. характеризует распределение риска в пространстве. Это понятие может широко использоваться для количественной характеристики территорий, на которые оказывают воздействие негативные факторы.

Индивидуальный риск смерти определяется как вероятность того, что в течение года незащищенный человек, находящийся в определенной точке пространства по отношению к источнику опасности, погибнет при реализации определенных условий.

Определение индивидуального риска представляет собой особую форму медико-экологической экспертизы, целью которой является диагностирование случаев экологически обусловленных заболеваний. К сожалению, в настоящее время еще не разработана правовая основа государственной системы диагностирования этих заболеваний в равной степени, как и утвержденного определения «экологически обусловленное заболевание». Пока основные функции по установлению признаков заболеваний экологической этиологии возлагаются на лечебно-профилактические учреждения, расположенные на административной территории города, независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности. Выявление признаков заболеваний производится в период обращения населения за медицинской помощью и проведения медицинских осмотров. При этом выделяются следующие этапы диагностики.

1. Определение внутренней дозы. Для оценки индивидуального риска важным является определение внутренней дозы химического вещества, зависящей от конкретных особенностей контакта человека с окружающей средой. Наиболее точным методом расчета внутренней дозы является ее биоиндикация, т. е. лабораторное количественное определение экологических загрязнителей или их метаболитов в тканях и органах человека. Сопоставление лабораторных результатов с существующими стандартами позволяет определить реальную внутреннюю дозу экологической нагрузки. Однако для большинства наиболее распространенных химических загрязнителей биоиндикация или невозможна, или затруднена.

Поэтому другим способом определения внутренней дозы является расчетный путь. Одним из вариантов такого расчета является использо-

вание информации о концентрациях химических веществ в различных зонах пребывания человека и среднего времени его нахождения в этих зонах. Так, например, проведением анкетирования возможно определить среднее время пребывания человека внутри жилища, жилой зоны, загородной зоны, на транспорте, в рабочей зоне. Зная концентрации вещества, объем вдыхаемого воздуха, время нахождения в различных зонах, эксперт может рассчитать получаемую за год внутреннюю дозу, которая в данном случае называется аэрогенной нагрузкой. Суммировав аэрогенные нагрузки отдельными веществами, можно рассчитать суммарную индивидуальную аэрогенную нагрузку. Различные вещества обладают неодинаковой токсичностью, в связи с чем, для более точной оценки полного риска целесообразно использовать не просто аэрогенную нагрузку в мг вещества, а величины каждого из потенциальных рисков.

2. Определение биологических эффектов (расчет биодозы). Под биодозой чаще всего подразумевают накопленную сумму неблагоприятных эффектов, вызванную воздействием экотоксиканта. В традиционной трактовке кумуляция означает суммирование действия повторных доз загрязнителей окружающей среды, когда последующая доза поступает в организм раньше, чем заканчивается действие предыдущей. В зависимости от того, накапливается ли при этом в организме само вещество, различают следующие виды кумуляции:

- **Материальная.** Под материальной кумуляцией понимается не само по себе накопление вещества, а участие все возрастающего количества экотоксиканта в развитии токсического процесса.
- **Функциональная.** В случае функциональной кумуляции конечный эффект зависит не от постепенного накопления небольших количеств яда, а от повторного действия его на известные клетки организма. Действие небольших количеств яда на клетки суммируется и в результате этого и создается накопленный эффект (биодоза).
- **Смешанная.** При кумуляции смешанного типа имеют место как те, так и другие эффекты. Одним из вариантов этого типа кумуляции может быть ситуация, когда загрязнитель полностью выводится из организма, однако с рецептором оказывается связана часть его молекулы или метаболит.

Существует несколько вариантов математического расчета биодозы. Не вдаваясь в их подробное описание, отметим, что все они основаны на использовании следующих основных показателей:

- *максимальная и/или средняя воздействующая концентрации;*
- *продолжительность однократного контакта;*

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- *доля вещества, задерживаемого в организме при дыхании;*
- *кумулятивные особенности примеси;*
- *количество контактов с примесью (режим воздействия);*
- *общая длительность воздействия;*
- *вес тела.*

Оценка неблагоприятных эффектов (диагностика). Этиология и патогенез экологически обусловленных состояний (явления дискомфорта, заболевание, смерть) требуют применения как традиционных, так и специальных методов диагностики.

Основанием для подозрения на экологическую этиологию заболевания являются:

- *выявление в клинической картине характерных симптомов, не встречающихся при других нозологических формах и не связанных с профессиональной деятельностью обследуемого;*
- *групповой характер неинфекционных заболеваний в районе проживания у лиц, не связанных общей профессией или местом трудовой деятельности;*
- *наличие вредных или опасных экологических факторов в зоне проживания обследуемого.*

Необходимо также учитывать возможность развития заболевания экологической этиологии после прекращения контакта с вредным фактором. Диагностическими критериями заболевания экологической этиологии являются:

- *санитарно-гигиеническая характеристика района проживания;*
- *длительность проживания в данном районе;*
- *профессиональный анамнез;*
- *общий анамнез;*
- *учет неспецифических клинических признаков, встречающихся и при других нозологических формах, но патогномичных именно для данного заболевания;*
- *изучение динамики патологического процесса с учетом как различных осложнений и отдаленных последствий, так и обратимости патологических явлений, выявляющейся после прекращения контакта с действующим агентом.*

Диагностика экологически обусловленных состояний, как правило, основывается на их ретроспективном анализе с поиском соответствующих причинно-следственных связей и построением на их основе вероятностных диагностических моделей. При этом одним из важных направле-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
ний исследований в этой области следует считать определение факторов или их комбинаций, вызывающих, провоцирующих, способствующих или сопровождающих возникновение этих состояний, что в дальнейшем используется для целей их прогнозирования и предупреждения.

Подобные исследования предполагают получение и анализ достаточно объемной и разнородной информации. При этом современные медико-экологические данные характеризуются достаточно сложными взаимосвязями, вследствие чего общепринятые традиционные методы статистического анализа часто оказываются недостаточно корректными, поскольку опираются на существенно упрощенные модели величин и связей между ними (предполагая, например, связи — линейными, корреляции — квадратичными и т. п.). В реальных же задачах, как правило, связи значительно многомернее, когда значимость признака решающим образом зависит от контекста и применение традиционных методов обработки величин становится неприемлемым.

При выполнении медико-экологических исследований, имеющих целью разработку диагностических правил идентификации экологически обусловленных заболеваний, целесообразно использование комбинированных подходов, основанных на применении различных методов.

Примером такого подхода может служить использование комбинации методов математической логики и статистики. Исходные данные, на основе которых предполагается разработать систему правил для диагностики экологически обусловленных заболеваний, должны содержать информацию, которая касается условий, когда возникали различные заболевания (не только обсуждаемые), и которая описывалась бы логическими признаками. При анализе таких данных целесообразно задаться тремя основными вопросами.

1. Какие сочетания признаков характерны для группы случаев, при которых возникали те или иные заболевания?

Характерными будем считать те сочетания, которые достаточно часто встречаются в группе случаев, описывающих данное заболевание, и никогда не встречаются (или — редко) в остальных. Количество признаков в характерном сочетании не ограничено. Отметим, что каждый отдельный признак из характерного их сочетания может не быть специфичным в традиционном смысле (т. е. может одинаково часто встречаться в сравниваемых группах). Признак приобретает значимость при участии в характерной комбинации, т. е. в контексте других, входящих в характерное сочетание признаков.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

2. Позволяют ли надежные характерные сочетания достоверно отличить, идентифицировать всю группу случаев конкретного заболевания от остальных?

3. Входят ли в характерное сочетание признаки, характеризующиеся как экологические факторы?

Описываемый подход позволяет получить ответы на оба вопроса и, если ответ на второй и третий вопросы положителен, возникает возможность построения статистически достоверной системы логических правил для диагностики экологически обусловленных заболеваний.

Поиск сочетаний признаков имеет ясный смысл лишь для данных логического типа, и данный метод работает исключительно с этим типом данных. Поэтому, прежде чем анализировать данные с помощью этого метода, необходимо трансформировать их в логическую форму. Под термином «сочетание» подразумевается конъюнкция логических признаков, которая принимает положительное значение, если все входящие в конъюнкцию признаки также принимают это значение. Иными словами, сочетание признаков в описании случая очевидно только тогда, когда в нем встречаются все признаки, входящие в его состав.

Метод предполагает реализацию следующего условия: в процессе поиска сочетаний отрицательное значение расценивается не как отрицание признака, а как отсутствие информации о нем и никак не учитывается. Признаки с отрицательным значением не могут входить в состав характерных сочетаний. Это позволяет работать с неполными данными в условиях существенной информационной неопределенности и помогает избежать появления бессмысленных сочетаний, когда отсутствие признака не является информативным и ни о чем не свидетельствует. Если негативное значение некоторого признака все-таки является информативным для решения задачи, то достаточно явно определить дополнительный признак, который будет принимать положительное значение тогда и только тогда, когда исходный признак принимает отрицательное значение.

Если допустить, что достоверность есть оценка того предположения, что частота появления случайного события в выборке равна его вероятности, то достоверность определяется количеством случаев в выборке и растет по мере увеличения объема выборки. При этом достоверность нескольких событий (равномерная оценка) определяется отношением между числом событий и объемом выборки. Отличие данного подхода от многих других методов состоит в том, что достоверность результатов не зависит от размерности исходного пространства признаков. Она зависит лишь от количества характерных сочетаний, необходимых для решения поставленной задачи. Чем их меньше, тем лучше.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Поиск характерных сочетаний предполагает перебор достаточно большого объема комбинаций признаков, что наиболее успешно может быть выполнено с использованием компьютерной техники. Для этой цели возможно использовать как пакеты программ общего применения (табличные процессоры), так и специализированные пакеты.

Выводы об эффектах и индивидуальном риске здоровью. Окончательное решение, связанное с диагностикой экологически обусловленного состояния, выносится, как правило, группой экспертов. При выявлении лица с признаками заболевания экологической этиологии лечебно-профилактическое учреждение направляет извещение по установленной форме в центр госсанэпиднадзора по месту жительства больного. Все лица с выявленными заболеваниями, а также лица, у которых выявлены не резко выраженные отклонения со стороны органов и систем, в этиологии которых основную роль играет экологический фактор, должны находиться на диспансерном наблюдении у соответствующих специалистов (терапевта, невропатолога, дерматовенеролога и др.)

Право на установление группы инвалидности по заболеванию данной этиологии и определение процента утраты трудоспособности представляется врачебно-трудовым экспертным комиссиям. Заключение экспертов является основой для обращения пострадавшего с иском о возмещении ущерба, вызванного влиянием экологической ситуации.

В соответствии с этим подходом для большинства опасных воздействий максимально приемлемый уровень индивидуального риска, определяемый как уровень риска, тот, который увеличивает риск смерти от всех других причин на один процент. Максимальный риск смерти для человека соответствует первому году его жизни и в Голландии и США равен $2 \cdot 10^{-2}$ в год. Индивидуальный риск «естественной смерти» подростков в возрасте от 10 до 14 лет, который согласно статистическим данным по возрастной смертности составляет 10^{-4} в год и является минимальным на протяжении всей его жизни, был принят за «базовый» риск.

Максимально приемлемый (или предельно допустимый) индивидуальный риск в Нидерландах и США установлен как 10^{-6} в год, и он не должен превышать в зависимости от вида хозяйственной деятельности. Другими словами, риск фатальной аварии, которому может подвергнуться человек вследствие его постоянного присутствия (365 дней в году) под воздействием опасной активности, будет менее чем один на миллион в год или один за миллион лет.

Уровни риска опасного воздействия менее чем 10^{-6} в год, или менее чем один в 100 миллионов лет в Нидерландах и США рассматриваются

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

как пренебрежимые. Уровень риска между пренебрежимым и максимально допустимым рассматривается как пригодный для хозяйственной деятельности и в соответствии с принципом ALARA требующий постоянного уменьшения в той степени, которая считается разумной для данного вида деятельности в данных условиях.

Уровень индивидуального риска, превышающий предельно допустимый — ПДУ, должен рассматриваться как чрезмерный. Любая практическая деятельность, подвергающая того или иного индивидуума жизни в условиях чрезмерного риска, является недопустимой. Ее внедрение в практику возможно только при условии принятия технических или организационных мер, позволяющих снизить уровень рассматриваемого риска до величины ПДУ.

Т а б л и ц а 2.10

Индивидуальный риск фатального исхода в год, обусловленный различными причинами

Источник риска	Значение, 1/год
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$
Пожар и ожоги	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Общий риск	$6 \cdot 10^{-4}$
Ядерная энергия (100 реакторов)	$2 \cdot 10^{-10}$

Таким образом, на «шкале» индивидуальных рисков можно выделить три зоны:

- 1) *область чрезмерного риска: любая деятельность, имеющая такой уровень риска, недопустима (в Нидерландах и США более 10^{-4} в год);*

- 2) область пренебрежимого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области не контролируется регулирующим органом (в Нидерландах и США менее чем 10^{-6} в год);
- 3) область приемлемого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом контроля для регулирующего органа в целях постоянного снижения риска настолько, насколько это допустимо по социально-экономическим соображениям (в Нидерландах и США в диапазоне 10^{-6} – 10^{-8} на человека в год).

По соглашению, общепринятому в большом числе стран Европы, Азии и США, индивидуальный риск фатального исхода определяется как вероятность для каждого человека быть убитым в течение года в результате воздействия рассматриваемой опасной деятельности. В качестве примеров индивидуального риска в табл. 2.10 приведены данные для населения США.

2.10. ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Отдельно стоит проблема оценки риска здоровью населения в различных ситуациях. Оценка риска здоровью является естественной поведенческой реакцией человека (людей) и сопровождает его (их) с первых дней и до смерти. Поведение человека (людей), как сознательное, так и рефлекторное, основано на оценке ситуации во взаимосвязи с возможными отрицательными последствиями. На оценке риска здоровью базируется вся система информационной связи человека с окружающим его миром.

В Уставе ВОЗ указывается, что здоровье населения следует понимать как «состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только, как отсутствие болезни или физических дефектов». Универсальные критерии оценки здоровья человека до настоящего времени, к сожалению, не разработаны, а его характеристики оцениваются достаточно широким кругом известных показателей.

Одна из точек зрения специалистов на эту проблему состоит в том, что в данном случае должен оцениваться только риск возникновения тех или иных заболеваний.

Однако в реальных условиях врач часто сталкивается с ситуациями, когда загрязнение объектов окружающей среды вызывает различные дискомфортные явления (появление неприятных запахов, рефлекторные реакции и пр.), что, естественно, вызывает поток жалоб со стороны населения, без реальной угрозы возникновения каких-либо массовых заболеваний. В связи с этим, необходимо определиться, следует включать в общую систему оценки риска и эти аспекты.

Рассмотренные выше понятия опасности и безопасности связаны, прежде всего, с информацией о риске нашему здоровью. Принято считать, и к этому есть весьма веские основания, так как загрязнение окружающей среды создает опасность для здоровья человека. Основанием для такого суждения служат:

- **во-первых**, многочисленные жалобы населения, проживающего в условиях загрязненной окружающей среды, на неприятные запахи, головные боли, общее плохое самочувствие и другие дискомфортные состояния;
- **во-вторых**, данные медицинской статистики, свидетельствующие о тенденции к росту заболеваемости на загрязненных территориях;
- **в-третьих**, данные специальных научных исследований, направленных на количественное определение связи между загрязнением окружающей среды и его влиянию на организм.

В связи с этим, оценка риска здоровью человека (населения), который обуславливается загрязнением окружающей среды, является в настоящее время одной из важнейших медико-экологических проблем.

Успех многих проектов, реализуемых в практике госсанэпиднадзора и других медицинских и экологических организаций, во многом зависит от того, насколько они обеспечены информационно и методически. В настоящее время, в связи с бурным развитием современных информационных технологий, мы довольно часто сталкиваемся с парадоксальной ситуацией, когда специалист, занимающийся решением конкретной профессиональной задачи, довольно легко может получить большое количество информации по интересующему его вопросу и при этом остаться без каких-либо определенных знаний.

Связано это, по нашему мнению, с тем, что темпы эволюции информационных технологий, основанных на последних технических достижениях, значительно опережают эволюцию методологической основы профессиональной деятельности различных специалистов. В связи с этим, появление таких документов, как Постановление «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» № 25 от 10.11.97 и ряда других нормативно-методических документов МЗ РФ, является методологически важным и практически необходимым решением.

Однако существует значительная неопределенность в том, что собственно входит в понятие риска для здоровья, и как можно установить и количественно охарактеризовать воздействие загрязняющих веществ на человека. Так, например, если Рекомендации Всемирной организации

Вернуться в каталог учебников

здравоохранения (ВОЗ, 1978) определяют риск как «ожидаемую частоту нежелательных эффектов, возникающих от заданного воздействия загрязнителя», то Американское Агентство Охраны Окружающей Среды (EPA US) характеризует его как «вероятность повреждения, заболевания или смерти при определенных обстоятельствах».

Иначе говоря, проблема заключается в определении того, что следует вкладывать в понятие риска для здоровья человека (населения).

Действующая в России государственная система нормирования факторов окружающей среды сориентирована на то, что медико-экологическое регламентирование должно не только обеспечивать предупреждение появления заболеваний среди населения, но и создавать наиболее комфортные условия жизни. Именно поэтому, например, более 60 % загрязнителей атмосферного воздуха имеют ПДК_{м.р.} (максимально разовые), обоснованные по порогу запаха, а нормирование примесей для питьевой воды невозможно без определения ее органолептических свойств. Это значит, что и в системе оценки риска следует в первую очередь ориентироваться на вероятность нарушения здоровья, к факторам которого относятся и вышеуказанные эффекты, а не только появление заболеваний.

Основой для установления безопасных уровней воздействия загрязнителей окружающей среды является концепция пороговости вредного действия, постулирующая, что для каждого агента, вызывающего те или иные неблагоприятные эффекты в организме, существуют и могут быть найдены дозы (концентрации), при которых изменения функций организма будут минимальными (пороговыми). Как известно, пороговость всех типов действия — ведущий принцип отечественной гигиены. Под порогом понимается порог вредного действия, как правило, на организменном уровне.

В целостном организме проходят процессы приспособления и восстановления биологических структур и повреждение развивается только тогда, когда скорость процессов деструкции превышает скорость процессов восстановления и приспособления.

В действительности величина пороговой дозы будет зависеть от следующих моментов:

- индивидуальной чувствительности организма;
- показателя, выбранного для ее определения;
- чувствительности использованных методов и т. п.

Кроме того, разные люди по разному реагируют на одни и те же воздействия, и индивидуальная чувствительность каждого человека также подвержена значительным колебаниям.

Вернуться в каталог учебников

Таким образом, одни и те же уровни загрязнения окружающей среды дают часто далеко неоднозначную реакцию как у населения в целом, так и у одного и того же человека. С другой стороны, чем выше чувствительность методов, тем ниже порог. Теоретически даже незначительные количества биологически активных веществ будут вступать в реакцию с биосубстратами и, следовательно, будут действующими. Основной вопрос заключается в оценке вредности таких реакций — являются ли они действительно вредными или не выходят за пределы колебаний, встречающихся в нормальной жизнедеятельности.

Исходное предположение заключается в том, что вероятность неблагоприятного для здоровья эффекта зависит от уровня воздействующей концентрации (или дозы) загрязнителя.

Оценка воздействия может осуществляться по принципу гарантированного отсутствия неблагоприятного эффекта (максимальные недействующие концентрации или дозы) или по принципу обнаружения начальных признаков токсического эффекта (минимальные действующие концентрации или дозы). Между порогами, определенными этими способами находится зона неопределенности, размер которой весьма различен для разных веществ.

Для ряда загрязнителей, обладающих, например, специфическим действием (канцерогенным, иммунотоксическим, эмбриотропным и т. д.), практически невозможно определить порог воздействия, так как даже незначительные его количества уже способны вызвать этот эффект. При этом дозозависимая реакция организма обычно определяется экспериментально на уровне достаточно высоких, явно действующих доз, а оценка реального уровня загрязнения осуществляется методом экстраполяции. В то же время, знания о характере поведения таких веществ на уровне малых доз часто является не результатом научного доказательства, а следствием принятия той или иной научно-теоретической концепции или экстраполяции.

Значительные проблемы возникают при попытке оценивать опасность загрязнения окружающей среды по уровню заболеваемости на территории этого загрязнения, так как не все население реагирует в равной степени на эти загрязнения. Всегда имеются более или менее чувствительные группы населения. Обращает на себя внимание тот факт, что, чем выше значимость влияния, тем для меньшей доли населения она характерна. С другой стороны, чем менее ярко проявлен эффект, тем больше размер группы риска. Иными словами, численность группы населения, которая имеет функциональные изменения, выходящие за пределы физиологической нормы, всегда больше по размеру, чем численность группы, заболевшая от неблагоприятного воздействия.

Вернуться в каталог учебников

Изучение механизмов реакции организма на воздействие загрязнения окружающей среды показывает, что рост уровня заболеваемости при этом носит нелинейный характер. Первоначальная реакция организма проявляется в стимуляции выведения и обезвреживания вещества, что практически никак не сказывается на статистике заболеваемости. В дальнейшем, в силу перенапряжения защитных систем этого уровня, происходит торможение данных процессов, что сопровождается почти скачкообразным ростом уровня неспецифической патологии. По мере роста воздействия включаются механизмы адаптации, что приводит к стабилизации уровня заболеваемости и иногда даже к ее снижению. Далее происходит срыв механизмов неспецифической адаптации и очередному скачку уровня заболеваемости. Картина биологических ответов на еще более высоких уровнях воздействия аналогична.

Таким образом, можно сделать вывод, что по мере загрязнения окружающей среды качественно меняются биологические механизмы противостояния этому воздействию и это сопровождается скачкообразным изменением уровня заболеваемости. При этом изучение заболеваемости населения хотя и помогает определить риск неблагоприятного влияния загрязнения окружающей среды, однако результаты такого изучения не могут служить его полноценной мерой. Медико-экологическое регламентирование должно не только обеспечивать предупреждение появления заболеваний среди населения, но и создавать наиболее комфортные условия жизни.

Практика проведения медико-экологических инициатив в области охраны окружающей среды предполагает учет, как минимум, двух типов риска:

- *риск загрязнения, рассматриваемый как вероятность загрязнения окружающей среды в результате плановой или аварийной деятельности промышленных предприятий (экологический риск);*
- *риск для здоровья, который характеризует собой вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды.*

Последний из указанных типов риска является предметом изучения специалистов в области медицинской экологии. И тот, и другой риск по традиции в области медицинской экологии подразделяют на **реальный и потенциальный**.

Реальный риск — это количественное выражение ущерба общественному здоровью, связанного с загрязнением окружающей среды, в величии

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
нах дополнительных случаев заболеваний, уменьшения продолжительности жизни, смерти и др. Обычно определяется эпидемиологическими методами при оценке существующих ситуаций или при ретроспективных исследованиях.

Потенциальный риск — риск возникновения неблагоприятного для человека эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях. Может выражаться в процентах, долях единицы или в случаях на 1000, 10 000 и т. д. человек.

Хорошо известно, что установление причинно-следственных связей в системе «среда—здоровье» требует проведения весьма объемных исследований в течение достаточно длительного периода даже в случае изучения влияния единичного фактора. При комбинированном действии различных агентов решение задачи усложняется и требует еще больших усилий.

В связи с этим принятие оперативных управленческих решений в области охраны окружающей среды на основе лишь установления причинно-следственных связей является не всегда возможным. Кроме того, значительное количество исследований, проведенных в области разработки методов установления такого рода связей, выполненных авторитетными специалистами, не позволяют, как правило, использовать их результаты в практике государственного санитарного надзора, так как они сложны, слабо сориентированы на реальные возможности практических врачей и не предлагают четкого алгоритма использования этих рекомендаций в практике. Вместе с тем длительное наблюдение и анализ факторов среды обитания человека и его здоровья в рамках единого информационного пространства, как это осуществляется в системе социально-гигиенического мониторинга, способны создать основу для использования результатов этого вида работ и для решения перспективных задач.

Расчет потенциального риска, на наш взгляд, наиболее успешно может быть использован для оперативной медико-экологической оценки качества окружающей среды. В этом аспекте оценка потенциального риска имеет свои преимущества, так как она сориентирована на конкретный «управляемый» (известный и измеряемый) фактор среды. По сути дела, практическое использование расчета потенциального риска в нашей стране началось достаточно давно, с внедрением концепции ПДК, когда врач-гигиенист получил возможность, опираясь на цифры содержания вредных примесей в объектах среды обитания человека, судить о допустимости тех или иных ситуаций.

Дальнейшее развитие такого подхода позволило ранжировать уровни загрязнения на несколько степеней — от допустимой (или приемле-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml> мой) до чрезвычайно опасной, ориентируясь на кратность превышения норматива. В современных условиях специалисту необходимо отвечать на более сложные вопросы, что требует дальнейшего развития концепции риска. Так, система оценки риска здоровью должна органично вливаться в систему общего управления и принятия решений в административной практике, риск должен измеряться, иметь стоимость, быть понятен по смыслу чиновникам и общественности, позволять проводить сравнения (а, следовательно, выбор решений) и нормирование.

2.11. МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Алгоритм расчета риска для здоровья населения в зависимости от биогеохимического состояния окружающей среды. Поведение загрязняющих веществ (ЗВ) в окружающей среде, как правило, определяется сложным сочетанием различных факторов и является предметом системного анализа с применением сложных математических моделей и экспертно-моделирующих систем. Лишь в отдельных случаях могут относительно легко применяться простые уравнения для описания взаимосвязи между загрязнением окружающей среды и оценкой риска для здоровья населения и экосистем. В большинстве случаев, чтобы предсказать поведение ЗВ, их воздействие на здоровье человека и выполнить количественную оценку экологического риска, необходимо вводить ряд допущений и упрощений. В равной степени это относится и к пространственно-временным расчетам содержания ЗВ в компонентах окружающей среды, даже если проводится непрерывный мониторинг состояния среды в том или ином месте.

Токсикология окружающей среды (экотоксикология) в значительной мере основана на предположении, что токсичность веществ зависит от их концентрации. При этом практически все вещества токсичны при специфических для каждого из них дозах. Здесь работает известный принцип Парасельса: нет однозначных ядов, все зависит от концентрации. В определенном интервале средовых концентраций токсичность пропорциональна концентрации.

Предполагается также, что чем дольше контакт вещества с биологическим объектом, тем более вероятность токсического воздействия. Из данного заключения следует, что для установления токсичности того или иного вредного вещества и расчета экологического риска от его воздействия необходимо знать его дозу, определяемую как произведение концентрации вещества в определенном субстрате (пище, питье, воздухе,

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

почве, воде и других средах), попавшем в организм человека на время его воздействия. Необходимо знать и время нахождения ЗВ в организме. На основании этих упрощенных зависимостей составляют модели для расчета экологического риска.

Модели для расчета экологического риска ЗВ для человека. Кинетика токсического вещества в биологических объектах в значительной степени подчиняется экспоненциальной зависимости, которую в общем виде можно записать как

$$A_t = A_0 \exp \lambda(t - t_0),$$

где A_t — концентрация токсического вещества в органе или во всем организме в момент времени t ; A_0 — концентрация токсического вещества в органе или во всем организме в начальный момент времени t_0 ; λ — постоянная выведения (выделения) из организма, связанная со временем половины жизни ксенобиотика в окружающей среде T соотношением

$$T = \lambda / 0,693.$$

Принятая в США и европейских странах на основе этих подходов система расчета экологического риска предполагает использование следующего уравнения:

$$R = [1 - \exp(-UR \cdot C)],$$

где R — риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность (в долях единицы) возникновения этого эффекта при заданных условиях; C — реальная концентрация или доза вещества, оказывающего вредное воздействие; UR — единица риска, определяемая как фактор (коэффициент) пропорции риска в зависимости от значения действующей концентрации (дозы).

Как отмечено выше, при оценке риска для здоровья человека применяемые модели различаются по типу заболевания на канцерогенные и неканцерогенные.

Для оценки вероятности проявления *неканцерогенного риска* учитывают соотношение между хроническим воздействием (мг/кг · сут) и воздействием, не оказывающим вредного эффекта, безэффектное воздействие (Non-effect level — NOEL, в англоязычной литературе), также выраженное в мг/(кг · сут). Тогда

$$\text{Вероятность проявления риска} = \frac{\text{Хроническое воздействие}}{\text{Безэффектное воздействие}}.$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Вероятность проявления риска выражается в безразмерных величинах типа $n \cdot 10^{-1}$ или $n \cdot 10^{-6}$, т. е. как число случаев на 10 или 1 000 000 человек.

При оценке **канцерогенного риска** канцерогенный эффект рассчитывают в виде вероятности избыточного риска заболевания раком.

$$\text{Вероятность избыточного канцерогенного риска} = \\ [\text{потенциал ракового заболевания (мг/(кг \cdot сут)^{-1})}] \times \\ \times [\text{хроническое воздействие (мг/кг \cdot сут)}].$$

Потенциал ракового заболевания (Q^*) рассчитывают на основании экотоксикологических исследований с лабораторными животными и их результаты пересчитывают на человека с использованием факторов веса человека и животного и их площади поверхности.

Критерии оценки риска. При разработке регламентов предельного содержания ЗВ в атмосфере в ходе экспериментальных исследований установлено, что в качестве пороговых концентраций должны быть приняты те минимальные величины, которые вызывают эффект токсического воздействия с вероятностью не менее чем 16 %.

Другими словами, при достижении пороговых концентраций вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, 16 человек из 100 могут быть подвержены острому токсическому воздействию. Этим пороговые концентрации отличаются от ПДК, ниже которых риск заболевания или проявления токсических эффектов, в том числе и долговременных, практически не выражен.

Пороговые концентрации $C_{\text{пор}}$ связаны с максимально не действующими ПДК следующим уравнением:

$$\text{ПДК} = C_{\text{пор}} / K_6,$$

где K_6 — коэффициент безопасности, зависящий от класса опасности вещества и наличия экспериментальных данных о его опасности.

В зависимости от класса опасности определены следующие величины K_6 для вредных веществ в атмосфере:

- 1-й класс опасности — более 7,5;
- 2-й класс опасности — 6,0–7,5;
- 3-й класс опасности — 4,5–6,0;
- 4-й класс опасности — 3,0–4,5.

В качестве реальной концентрации при расчетах экологического риска, как правило, выбирают среднюю концентрацию вещества, поступающего в организм человека в течение его жизни. Для предупреждения острых (немедленных) токсических эффектов необходимо применять максимальные разовые ПДК.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Расчет риска токсических эффектов в результате хронического (долговременного) воздействия загрязняющих веществ в атмосфере основывается на следующем принципе: если максимальная недеятельная концентрация (т. е. ПДК) гарантирует с вероятностью менее 5 % отсутствие токсического эффекта на протяжении жизни человека, то минимально действующая (т. е. пороговая) концентрация гарантирует с вероятностью 95 % его появление.

Учет вероятных симптомов проявления токсического воздействия на отдельные органы или весь организм человека в целом обычно производят на основании имеющихся литературных данных, а при их недостаточности или отсутствии необходимо проводить экспериментальные исследования. Следует учитывать, что хроническое воздействие малых доз ЗВ сопровождается в основном усилением неспецифических эффектов и увеличением уровня общей заболеваемости.

2.12. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ДЕЙСТВИЯ ТОКСИКАНТА

Оценка риска. Оценка риска действия токсиканта строится на анализе конкретной ситуации и состоит в определении вероятности вредного действия изучаемого фактора. Частным случаем является количественная оценка вероятности ущерба здоровью человека, связанного с действием определенных агентов, например, химических веществ, находящихся в окружающей среде или на рабочем месте. Базовой информацией для проведения исследования является токсикологическая характеристика вещества, риск от воздействия которого предполагается оценить. Изучение токсикологической характеристики веществ — сложный процесс, включающий целый спектр технических приемов.

Токсикологическая характеристика вещества, привлекаемая для оценки риска его воздействия включает:

1. Химические и физические свойства.
2. Судьба в окружающей среде и способы воздействия на биологические системы (организм):
 - А. Источники.
 - Б. Стойкость на местности.
 - В. Пути превращения в окружающей среде.
 - Г. Возможности биоаккумуляция и биомагнификации в организмах живых существ:

— токсикокинетические характеристики;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

— особенности метаболизма.

3. Тесты *in vivo*.

А. Оценка острой токсичности:

— величины LD_{50} и LK_{50}

Б. Подострое воздействие:

- токсичность при 90-суточном скормливания токсиканта;
- токсичность при 30–90-суточном ингаляционном и/или через-кожном воздействии.

В. Хроническое действие:

— токсичность при пожизненном введении.

Г. Специальные виды токсичности:

- раздражающее действие;
- способность сенсибилизации кожных покровов;
- тератогенность;
- канцерогенность;
- репродуктивная токсичность.

Д. Избирательная токсичность:

- нейротоксичность;
- гепатотоксичность;
- пульмонологическая токсичность;
- нефротоксичность и т. д.

4. Тесты *in vitro*.

- мутагенность (исследования на прокариотах, эукариотах);
- способность вызывать хромосомные aberrации;
- канцерогенность.

5. Натурные исследования.

- эпидемиологические исследования;
- оценка экологического ущерба.

Токсические процессы можно отнести к одной из следующих групп:

- формирующиеся по пороговому принципу;
- формирующиеся по беспороговому принципу.

В первом случае причинно-следственная связь между фактом действия вещества и развитием процесса носит безусловный характер. Зависимость «доза—эффект» прослеживается на уровне каждого, подвергающегося воздействию организма, при этом, чем больше доза, тем ярче проявляется реакция. Вместе с тем при действии веществ в дозах ниже определенных уровней (порогов) токсический процесс не развивается вовсе (интоксикации, транзиторные токсические реакции).

Вернуться в каталог учебников

Во втором случае причинно-следственные связи между фактом действия вещества и развитием процесса носят вероятностный характер. Зависимость «доза — эффект» прослеживается только на уровне популяции: чем больше доза, тем у большей части особей испытываемой популяции регистрируется эффект. При этом вероятность формирования токсического процесса сохраняется при действии на биосистему даже одной молекулы токсиканта (беспороговый эффект), хотя у отдельных организмов эффект может не развиваться даже при очень интенсивных (смертельных) воздействиях (мутагенез, канцерогенез, тератогенез).

Токсиканты, способные провоцировать токсические процессы, развивающиеся только по пороговому принципу, могут быть охарактеризованы с помощью критерия «фактор безопасности» (индекс опасности). Оценить риск контакта с таким веществом, означает, по сути, — определить порог его токсического (или безопасного) действия, выразив его через величины предельно допустимой дозы (ПДД) или ПДК.

За рубежом для этой цели используют такие показатели как:

- *уровень максимального загрязнения (УМЗ, англ. Maximum Contaminant Level)*;
- *допустимый суточный прием (ДСП, англ. Acceptable Daily Intake)*;
- *рекомендуемая доза (РД, англ. Reference Dose)*.

Эти характеристики определяются по специальным методикам, в основе которых лежит установление зависимости «доза — эффект», и в дальнейшем утверждаются законодательно. В любом случае указанные величины характеризуют количество токсиканта (в миллиграммах на килограмм массы тела или миллиграммах на единицу объема объекта, среды), контакт с которым не приводит к появлению каких бы то ни было неблагоприятных последствий при хроническом действии в популяции, включая группы чувствительных лиц.

В ходе оценки риска, измеряют действующие дозы токсикантов, находящихся в окружающей среде (экспозиционные дозы — ЭД), после чего их сравнивают с величинами безопасных доз и концентраций и на этом основании судят о степени риска воздействия.

Часто для оценки риска используют еще одну величину — хронического ежедневного приема (ХЕП). ХЕП характеризует воздействия, при контакте с токсикантом на протяжении всей жизни. Единицей измерения ХЕП является величина массы токсиканта приходящаяся на величину массы тела в единицу времени (мг/кг · сут). Для химических веществ с определенным порогом токсического действия оценка риска сводится к определению отношения ЭД к РД и т. д. Эти соотношения и называются «индексом опасности».

Порядок расчета индекса опасности, связанной с действием вещества, осуществляется следующим образом:

$$\text{Индекс опасности} = ЭД / РД,$$

где $ЭД$ — экспозиционная доза, $РД$ — рекомендуемая доза (при этом $ЭД$ и $РД$ должны выражаться в одинаковых величинах, применительно к одинаковым временным условиям воздействия — острому, подострому, хроническому). Если индекс опасности выше 1, имеется риск связанный с действием токсиканта.

Риск развития эффектов, развивающихся по беспороговому принципу, должен быть охарактеризован другим способом. В частности, следует установить действующую дозу токсиканта, при которой частота возникновения вызываемого эффекта (канцерогенез) в экспонируемой популяции, находится на «допустимом» (выбранном субъективно) уровне. Эта доза рассчитывается путем математического моделирования. Обычно, в качестве «допустимого» принимают воздействие, при котором в популяции количество, например, смертей от новообразований увеличится не более чем на 1 случай на миллион ($1 \cdot 10^{-6}$), при условии контакта людей с токсикантом в течение всей жизни. Однако в зависимости от обстоятельств (особенности региона и т. д.) этот уровень может колебаться в диапазоне $1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$.

Такой подход обозначается как методология оценки риска беспорогового действия, а определенная таким образом доза токсиканта в зарубежной литературе получила название виртуальная безопасная доза (virtual safe dose — ВБД). В России, в соответствии с «Методическими рекомендациями по экспериментальному обоснованию гигиенических регламентов химических канцерогенных веществ» (1985), в основе регламентации канцерогенов лежит определение их ПДК.

За рубежом, для веществ, вызывающих беспороговые эффекты (канцерогенез и др.), риск выражают как вероятностную величину. В частности для оценки риска канцерогенеза используют «фактор канцерогенной активности вещества». Эта величина определяется с помощью расчетных методик на основе экспериментального материала и представляет собой угол наклона зависимости между величинами вероятности развития новообразования и действующей дозы токсиканта.

Результат умножения величины хронического ежедневного приема, усредненной на 70 лет жизни ($ХЕП$) (мг/кг · сут), на фактор канцерогенной активности вещества q дает безразмерную величину риска развития новообразования. Если эта величина превышает установленный уровень, воздействие признается опасным.

Порядок расчета опасности воздействия веществ, связанной с развитием беспороговых эффектов, осуществляется следующим образом:

$$Риск = 1 - \exp(-ХЕП \cdot q),$$

Методика оценки опасности может быть упрощена, при условии, что безопасные концентрации вещества уже известны. В этом случае величину *ХЕП* просто сравнивают с величиной временно безопасной дозы (ВБД). Если *ХЕП* больше, это свидетельствует о превышении допустимого содержания вещества, установленного законодательством.

Целью определения риска иногда являются числовые характеристики вероятности развития определенных неблагоприятных эффектов, например фиброза легких, хронической печеночной недостаточности, новообразования, смерти и т. д.

Процесс оценки риска. Из-за большого разнообразия условий и свойств токсикантов невозможно создать единый сценарий, позволяющий оценивать риск всех химических веществ во всех возможных ситуациях. Существует методология поэтапного решения задачи, в соответствии с которой можно провести полный анализ различных случаев.

Она включает четыре элемента:

1. *Идентификация опасности;*
2. *оценка воздействия;*
3. *оценка токсичности;*
4. *характеристика риска.*

Каждый из этих элементов имеет непосредственное отношение к важнейшим характеристикам, определяющим риск от воздействия токсикантов:

- *наличия опасных токсикантов в окружающей среде;*
- *судьбы токсиканта в окружающей среде;*
- *способа воздействия на организм;*
- *токсикологических свойств вещества;*
- *характеристики популяции, на которую действует токсикант;*
- *вероятности ожидаемого риска для здоровья.*

Общая схема алгоритма оценки риска представлена на рис.2.7.

Идентификация опасности. В ходе этого этапа определяют, какие вещества оказывают воздействие на организм, пути их поступления в окружающую среду, обладают ли они потенциальной способностью вызывать неблагоприятные эффекты в организме (в том числе канцерогенное, мутагенное и иные), изменять среду обитания. Все доступные данные по токсикантам собираются, систематизируются и используются

Сбор и обработка данных:

- сбор и анализ данных о месте происшествия (события)
- идентификация потенциально-опасных систем

**Оценка воздействия:**

- определение содержания загрязнителя в окружающей среде
- выявление пострадавшего населения
- идентификация потенциальных путей воздействия
- оценка концентраций и доз загрязнителя, действующего различными путями
- оценка количества токсиканта, поступающего в организм

**Оценка токсичности:**

- сбор количественных и качественных характеристик токсичности загрязнителей
- дополнительные исследования по оценке токсичности загрязнителя

**Характеристика риска:**

- характеристика возможных неблагоприятных эффектов действия загрязнителей (в том числе оценка риска развития новообразований, мутагенного, тератогенного и др. действия)
- оценка фактора неопределенности
- суммация фактора неопределенности

Рис. 2.7. Алгоритм оценки риска действия токсиканта

для оценки токсического потенциала веществ. Если в среде присутствует большое количество токсикантов возможно выбрать для анализа некое вещество-индикатор загрязненности.

Оценка воздействия. Оценка воздействия — этап, на котором количественно определяют дозу токсиканта, действующую на организм в конкретной анализируемой ситуации (экспозиционная доза). При этом изучают данные определения содержания вещества в воздухе, воде, почве, пищевых продуктах, элементах биоты. При оценке воздействия определяют популяцию лиц, подвергающихся агрессии, а также частоту, продолжительность действия токсиканта, способ воздействия на организм. В ходе работы желательно выявить часть населения с повышенной чувствительностью к ксенобиотику. Необходимо тщательно проанализировать пути поступления токсиканта в организм.

В результате получают данные, позволяющие оценить количество вещества, поступающего в организм в течение длительного и пожизненного воздействия:

$$I = C \cdot K \cdot D / W \cdot T,$$

Вернуться в каталог учебников

где I — количество вещества, поступающего в организм (мг/кг); C — концентрация токсиканта в среде (средняя концентрация за период воздействия: мг/л; мг/м³ и т. д.); K — количество зараженного элемента внешней среды, поступающего в организм в сутки (л/день, г/день); D — кратность и продолжительность воздействия; W — средний вес тела человека за весь период воздействия; T — время, в течение которого получены усредненные данные.

Оценка токсичности. Третий этап исследования состоит в установлении зависимости «доза—эффект» для изучаемых веществ. Конечная цель этого этапа работы заключается в установлении уровня доз, при которых появляются неблагоприятные эффекты от действия токсиканта на организм. Если эти характеристики уже найдены, но не утверждены законодательно, исследования могут быть продолжены в требуемом объеме. Если данных нет, можно попытаться получить ориентировочные значения токсичности веществ, прибегая даже к расчетным методам. Наконец, рекомендуемая доза может быть определена путем деления установленной в иных исследованиях пороговой дозы на фактор безопасности.

Фактор безопасности является свособразным допущением, учитывающим неполноту или недостаточность наших знаний о токсичности вещества. Фактор безопасности иногда устанавливается на основе данных, доступных для анализа (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Величины фактора безопасности, используемые при оценке риска и установлении допустимого уровня воздействия токсиканта

Фактор безопасности	Критерии выбора величины
10	Экстраполяция доз, полученных в результате анализа эффектов, развивающихся при длительном воздействии токсиканта на ограниченную группу лиц; позволяет обезопасить часть населения, с повышенной чувствительностью к химическим веществам
10	Дополнительное десятикратное снижение допустимого уровня действующих доз, если осуществляется экстраполяция данных, полученных в хроническом опыте на экспериментальных животных
10	Дополнительное снижение величины, если экстраполируемые данные получены в остром и подостром опыте на экспериментальных животных
1–10	Суждение научной общественности может быть использовано для дополнительного снижения допустимого уровня действующих доз с целью коррекции неопределенности, обусловленной другими факторами, не указанными в предыдущих графах

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Характеристика риска. Характеристика риска — конечный этап работы. На этом этапе обобщается вся информация, использованная и полученная на предыдущих этапах. Итоговый документ по оценке риска составляется в зависимости от цели исследования. Рассчитываются, в случае возможности, количественные характеристики риска, в частности индекс опасности. Часто бывает необходимо указать на неопределенный характер отдельных параметров и т. д.

Если вещество проявляет свойства канцерогена в документе должно быть представлено значение риска развития новообразований в конкретных условиях, т. е. указано, какое количество дополнительных случаев новообразований возникнет в популяции, на которую действует (или действовал) токсикант, в сравнении с контрольной группой.

Недостатки методологии оценки риска. Методология оценки риска была разработана как инструмент принятия решения административными органами, на основе данных о возможном ущербе здоровью, наносимом оцениваемым фактором. Определенная надежность получаемых результатов обусловлена использованием экспертами научно обоснованных данных. Однако, поскольку значительная часть информации, необходимой для анализа, остается не оцененной и используемые модели не всегда верифицированы, достоверность результатов страдает, т. е. процесс оценки риска всегда сопряжен с некоторыми неопределенностями, связанными с неполнотой наших знаний о механизмах и характере токсического действия веществ.

Каждый этап оценки риска предполагает формирование определенных выводов при отсутствии исчерпывающей информации, необходимой для этого. В этой связи основные недостатки методологии оценки риска связаны с необходимостью принятия большого числа допущений (экстраполяции данных, моделирования ситуации и т. д.), что сказывается на точности формулируемых выводов.

Существует четыре основных источника появления неопределенности в методологии оценки риска:

1. *влияние свойств и особенностей окружающей среды на эффекты, вызываемые токсикантами;*
2. *допущения в процессе установления зависимости «доза—эффект»;*
3. *допущения при определении токсикокинетических параметров ксенобиотика;*
4. *неопределенность, обусловленная переходами от одного этапа исследования к другому.*

Для правильного отношения к результатам исследования необходимо иметь представление о причинах и механизмах появления неопределенности в процессе оценки риска.

Экстраполяция данных. Экстраполяция — это процесс распространения выводов (суждений, заключений), полученных для определенных объектов в определенных условиях, на иные объекты и иные условия. Экстраполяция при оценке риска действия токсикантов, как правило, касается переноса данных, полученных на одном виде животных, на другие биологические объекты (другие виды животных, человека), установленные в условиях моделирования непрерывного воздействия — на интермитирующее, результатов, полученных для больших доз воздействия — на малые и т. д. Очевидно, что экстраполяция требует целого ряда допущений, которые и являются источниками неопределенности. Улучшение способов экстраполяции предполагает исчерпывающее знание токсикокинетических и токсикодинамических характеристик токсикантов. В настоящее время для большинства веществ такая информация просто отсутствует.

Необходимость экстраполяции диктуется объективными причинами. Так, оценка токсичности осуществляется в опытах на лабораторных животных. Вместе с тем хорошо известны видовые различия чувствительности к токсикантам (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Сравнительная токсичность некоторых веществ для человека и экспериментальных животных (LD_{50} ; мг/кг — через рот)

Вещество	Человек	Крыса	Мышь	Кролик	Собака
Анилин	350	440	—	—	—
Амитал	43	560	—	575	—
Борная кислота	640	2660	3450	—	—
Кофеин	192	192	620	—	—
Карбофуран	11	5	2	—	—
Линдан	840	125	—	130	120
Аминопирин	—	1380	1850	160	150

Иногда считают, что человек — наиболее восприимчивый вид. В частности из этого представления исходят при изучении канцерогенной активности ксенобиотиков. Однако это не так. Изучая и используя на практике явление избирательной токсичности, удалось создать огромное количество препаратов, малотоксичных для людей и высокотоксичных для представителей других видов (антибиотики, противопаразитарные средства, пестициды и т. д.). Поэтому в тех случаях, когда при определе-

нии риска основываются на рассматриваемой посылке, может возникнуть существенная переоценка степени риска для человека.

Для достоверного выявления «слабых» токсических эффектов вещества, действующего в малых дозах, порой необходимо проведение эксперимента на тысячах лабораторных животных. Ни физически, ни экономически это не осуществимо. Поэтому обычно исследование проводится с использованием высоких доз токсикантов, что позволяет получить статистически значимые результаты. Однако затем необходим этап обратной экстраполяции. Существует несколько математических моделей экстраполяции данных, полученных в опытах с высокими дозами веществ на малые, но отсутствует информация, какая из этих моделей адекватно характеризует процесс, или даже на сколько реальны они все. Эти модели хорошо (и главное практически одинаково) описывают зависимость «доза—эффект» при относительно высоких уровнях воздействия, но при слабых воздействиях, выявляются существенные различия между ними. Причем, чем к более малым дозам экстраполируются результаты, тем больше вероятность расхождений. В рамках существующего знания отсутствует возможность экспериментальной верификации этих моделей.

Неадекватные исследования. Многие данные, полученные в эксперименте, не могут быть надежно использованы в процессе оценки риска. Так, целый ряд характеристик токсичности веществ получен в условиях, совершенно не соответствующих тем, для которых оценивается риск. Вместе с тем проявления токсического действия, как правило, существенно зависят от условий проведения эксперимента. Дозы, примененные экспериментатором для оценки токсических свойств ксенобиотика, могут существенно отличаться от тех, в которых токсикант действует на организм в реальных условиях. Естественно и последствия этого воздействия могут быть совершенно иными.

Различия в механизмах токсического действия. Особенности механизмов токсического действия веществ могут иметь решающее значение для выбора методологии оценки риска действия ксенобиотиков. Так, принято выделять две группы канцерогенов: взаимодействующие с ДНК (генотоксическое действие) и не взаимодействующие с ДНК (эпигенетическое действие). Современные теории, описывающие химический канцерогенез, выделяют три этапа развития опухоли: инициацию, промоцию, экспрессию. Инициаторы и промоторы с известными допущениями могут быть охарактеризованы соответственно как генотоксиканты и эпигенотоксиканты. Вещества, относящиеся к первой группе действуют по беспороговому принципу, в то время как эпигенотоксиканты могут

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

быть охарактеризованы соответствующим пороговым значением доз. Методология оценки риска для таких веществ, принципиально различна. Однако далеко не для всех канцерогенов установлен механизм их действия. Существующая методика оценки риска действия канцерогенов не учитывает различий механизмов их действия.

Популяционные различия. Методология расчета риска имеет дело с «типичным» человеком, но хорошо известно, насколько реальные люди отличаются от воображаемого стандарта. Определяемые значения коэффициентов риска рассчитаны на применение в популяции. Однако выраженность ответных реакций индивидов, составляющих популяцию, на токсикант, как ожидается, должна подчиняться закону нормального распределения. В этой связи установление единого индекса опасности для всей популяции приводит к «ущемлению интересов» лиц, чувствительность которых к ксенобиотику выходит за рамки «обычной» с позиции современной статистики (группа лиц с высокой чувствительностью). Таким образом, усреднение коэффициентов риска, использование наиболее вероятных значений этой величины приложимы только к популяции в целом и представляют собой значительные допущения, рождающие неопределенность, при использовании их применительно к конкретному человеку.

В последнее время в токсикологических лабораториях часто используют инбредных животных. Получаемые в этом случае результаты варьируют не в столь широких пределах, как в реальной генетически гетерогенной популяции, каковой, в частности, является популяция людей. Используя такие данные, исследователь может допустить ошибку в отношении возможного риска для тех подгрупп населения, чувствительность которых к токсиканту особенно велика.

Неопределенность при оценке воздействия. Оценка воздействия — самый слабый элемент системы оценки риска. Значения, обычно характеризующие воздействия, являются результатом редких измерений. Дозы, которые получил человек, часто устанавливаются расчетным методом. При этом их определение осуществляется с учетом усредненных характеристик массы организма (70 кг) и потребления человеком (например, 2 литра питьевой воды в сутки, 20 м³ вдыхаемого воздуха в день, 100 мг почвы, попадающей ежедневно в организм с пищей и вдыхаемым воздухом и т. д.). Такие оценки воздействия адекватно характеризуют лишь небольшую часть населения. В итоге получаются результаты существенно отличающиеся от реальных.

Уровень воздействия, частота, продолжительность, способ воздействия никогда в полной мере не являются неизменными. Источник воздей-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ
<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
ствия, например зараженная среда, часто не могут быть охарактеризованы количественно. Обычно для этой цели прибегают к использованию усредненных результатов отдельных измерений, а еще чаще — расчетным методам. В существенном улучшении нуждаются методики описания поведения токсикантов в окружающей среде.

Факторы окружающей среды, такие как температура, влажность воздуха, скорость ветра, шумы, плотность населения, питание, привычки, активность и т. д. — оказывают большое влияние на особенности и выраженность действия ксенобиотиков. Эти факторы сказываются, например, на особенностях токсикокинетики веществ в организме.

Изложенные обстоятельства — важные источники неопределенности, поскольку не могут быть полностью учтены.

Неопределенность, связанная с комбинированным действием токсикантов. В реальных условиях люди не подвергаются изолированному воздействию какого либо одного химического вещества. Как правило, действуют смеси соединений самого различного состава. Естественно, в лабораторных условиях, с целью получения количественных характеристик токсичности, никогда не удастся воспроизвести все эти бесконечные смеси. А вместе с тем вопрос о том, каков эффект данной комбинации ксенобиотиков, каковы характеристики коергизма компонентов смеси (синергизм или антагонизм) является чрезвычайно важным. В настоящее время существующая методология оценки риска не позволяет решить эту проблему, основываясь на научных представлениях. Существующие методы оценки путем простого суммирования действующих доз ксенобиотиков, составляющих смесь, имеют отчетливый механистический характер.

До настоящего времени многие ученые противятся распространению методологии оценки риска, поскольку считают его не в полной мере адекватным решаемым задачам. Причина этого в высокой степени неопределенности получаемых результатов, в основе которой — скудость наших знаний в области токсикологии огромного количества токсикантов, окружающих современного человека, общих законов науки токсикологии, несовершенство методологии определения токсичности и т. д.

Конечно, хотелось бы, основываясь на строгом научном подходе, идентифицировать и устранить все источники риска для здоровья человека. Поэтому следует уделять пристальное внимание развитию методологии оценки риска, но при этом каждому должно быть понятно, что нулевой риск, в частности от действия химических веществ — недостижимая иллюзия.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

2.13. МОДЕЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ

Нормирование качества окружающей среды (на примере атмосферного воздуха). Атмосфера подвергается наиболее сильному воздействию от любых форм активности хозяйствующих объектов, независимо от их типа: промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные, бытовые и др. предприятия. Особенности загрязнения атмосферы городов связаны с высокой концентрацией предприятий на городской территории, при которой многократно увеличиваются не только объемы выбросов на единицу территории, но и структура выбросов.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими или газообразными и оказывать вредное воздействие на окружающую среду непосредственно, после химических превращений в атмосфере либо в сочетании с другими веществами.

Газообразные и жидкие загрязняющие вещества различают по химическому составу:

- *соединения серы* неорганические (серная кислота, гидросульфид) и органические (меркаптаны, диметилсульфид и др.);
- *соединения азота* неорганические (азотная кислота, аммиак, нитриты) и органические (амины, разбавители, растворители и др.);
- *соединения галогенов* неорганические (фтор, фтороводород, хлор, бром и др.) и органические (хлорированные углеводороды, например, ДДТ, трихлорэтилен, хлороформ);
- *соединения углерода* неорганические (оксид углерода, диоксид углерода, углеводороды) и органические (спирты, фенол, крезол, простые и сложные эфиры, альдегиды, бензол и его производные).

Загрязняющие вещества можно сгруппировать по принципу их действия: *аллергены, тяжелые металлы, радиоактивные вещества, канцерогены и мутагены.*

Многие химические процессы в тропосфере городов связаны с выбросами поллютантов за счет различных источников, среди которых преобладают транспортные выбросы. Выбросы от автотранспорта в 2001–2003 гг. составили около 900 тыс. т. ПДК некоторых веществ в атмосферном воздухе населенных мест приведены в табл. 2.13.

Постоянно выявляются выбросы с недостаточно полно изученными особенностями воздействия на организм человека. Для таких веществ на начальном этапе до разработки нормативов ПДК временно устанавли-

Вернуться в каталог учебников

наются ориентировочно допустимые уровни воздействия (ОДУВ). Установление нормативов ПДК (ОДУВ) является прерогативой Министерства здравоохранения России.

Таблица 2.13

ПДК (мг/м³) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест

Вещество	ПДК для населения		ПДК для зеленых насаждений	
	Максимально допустимая концентрация (МДК)	Среднесуточная концентрация (СДК)	Максимально допустимая концентрация (МДК)	Среднесуточная концентрация (СДК)
Диоксид серы (сернистый ангидрид)	0,5	0,05	0,10	0,05
Азота диоксид	0,085	0,04	0,09	0,05
Аммиак	0,20	0,04	0,35	0,17
Озон	0,16	0,03	0,47	0,24
Углеводороды (по бензину)	5,00	1,50	0,65	0,14
Углерода оксид (угарный газ)	5,0	3,0	6,7	33,0
Бензапирен	—	0,000001	0,0002	0,0001
Бензол	0,3	0,1	0,10	0,05
Взвешенные вещества	0,5	1,5	0,20	0,05
Сероводород	0,008		0,008	0,008
Формальдегид	0,035	0,003	0,02	0,003
Хлор	0,10	0,03	0,025	0,015

Для оценки влияния загрязнения атмосферы на состояние зеленых насаждений в последние годы разработаны ПДК фототоксичные (ПДК_{фт}). Они имеют аналогичную структуру нормирования, однако их применение затруднено в связи с многообразием видов растений и их физиологическими различиями (например, травянистые, кустарники, деревья — лиственные или хвойные и т. д.), влияющими на устойчивость того или иного вида по отношению к различным загрязнителям.

Во многих странах Западной Европы применяют несколько иной принцип нормирования качества воздушной среды: установленные средние и максимальные предельно допустимые концентрации не должны превышать определенное количество раз, часов в сутки, дней в месяц и в год, а сами значения ПДК часто в ту или иную сторону отличаются от российских значений для тех же загрязняющих веществ. При этом допустимые концентрации нормируются как в мг/м³, как это принято в России, так и в количестве частиц (молекул) загрязняющего вещества на миллион или миллиард частиц воздуха: *ppm* или *ppb*.

Вернуться в каталог учебников

Кроме того, в развитых странах намного шире, чем в России, применяется практика взыскания в судебном порядке компенсаций за ущерб здоровью жителей, наносимый выбросами загрязняющих веществ источниками предприятий, а также страхование этого ущерба. При объективном доказательстве размеров и источников этого ущерба компенсации могут достигать десятков и сотен тысяч евро, что существенным образом сдерживает предприятия от сверхнормативного воздействия на население.

Для характеристики уровня загрязнения атмосферы той или иной территории за продолжительный период времени используют фоновую концентрацию отдельных загрязняющих веществ и обобщенный показатель — индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитываемый как сумма значений концентраций ведущих загрязнителей (как правило, 5 веществ, ИЗА₅), нормированных (разделенных) на значения их ПДК (табл. 2.13). По ИЗА₅ уровень загрязнения считается нормальным, если ИЗА₅ < 5, повышенным — от 5 до 6, высоким — от 7 до 13 и чрезвычайно высоким — при значении ИЗА₅ > 13. Большинство городов — промышленных центров России имеют высокий и очень высокий уровень загрязнения атмосферы.

Концепция критических нагрузок. Методологические и методические подходы для количественной оценки и картографирования величин критических нагрузок кислотности, азота и серы описаны в соответствующих методических рекомендациях, разработанных при научном обеспечении Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

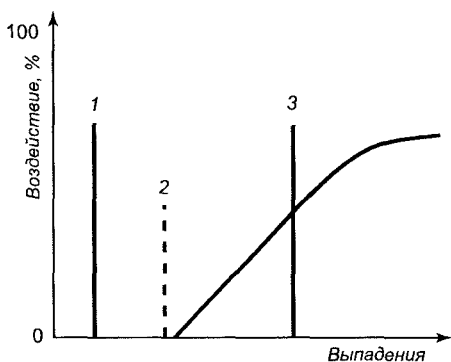


Рис. 2.8. Схематическое изображение понятия «критическая нагрузка»:

1 — фактор безопасности; 2 — критическая нагрузка; 3 — возможны некоторые повреждения

Критическую нагрузку можно представить графически исходя из дозоответных связей, когда ее превышение вызывает увеличение риска вредного воздействия на экосистему (рис. 2.8).

Понятие критической нагрузки само по себе не определяет природу отклика на подобное воздействие, а только идентифицирует допустимый порог поступления загрязнителя.

Известно, что сера и азот являются одними из основных загрязнителей, а увеличение техногенных выбросов их соедине-

Вернуться в каталог учебников

ний в атмосферу, в частности при работе газокompрессорных станций (ГКС) по трассам магистральных газопроводов, приводит ко многим экологическим проблемам. Все это заставило заинтересованные страны разработать стратегии по сокращению выбросов соединений серы и азота в атмосферу. Величины критических нагрузок, рассчитанные для азота и серы, широко используют на переговорах о мерах, необходимых для сокращения выбросов этих загрязняющих воздушную среду соединений, а также их трансграничного переноса.

Сера и азот в геохимическом отношении являются подкисляющими элементами, а азот еще и изменяет питательный статус экосистем, причем оба поллютанта действуют как совместно, так и независимо друг от друга. Поэтому критические нагрузки рассчитывают отдельно для серы и азота, а также для общей кислотности, которая обусловлена совместным влиянием этих загрязняющих веществ. При расчете влияния каждого элемента следует учитывать тот факт, что подкисляющий эффект вызывается обоими поллютантами, а эвтрофирование природных экосистем — только влиянием соединений азота. Следовательно, при расчете величины критической нагрузки азота необходимо определить максимальное поступление этого элемента, которое не повлечет за собой ни эвтрофирования экосистем, ни изменения их кислотного статуса при совместном с соединениями серы воздействии в течение длительного периода времени. Критическая нагрузка кислотности может быть определена как максимальное поступление подкисляющих соединений серы и азота, ниже которого не происходит вредного подкисляющего воздействия на экосистему в течение длительного, 50–100-летнего, периода времени. В таком случае критическая нагрузка серы представляет собой максимальное поступление этого элемента в экосистему, ниже которого не происходит вредного подкисляющего воздействия, а критическая нагрузка азота — максимальное поступление азота в экосистему, ниже которого не происходит как подкисляющего (совместно с серой), так и эвтрофирующего воздействия соединений азота на биогеохимическую структуру и функции экосистем.

Соотношение основных катионов (Ca, Mg, K, Na) с алюминием, а также концентрацию свободного иона Al^{3+} используют как индикаторы равновесных геохимических и биогеохимических процессов. На основании многочисленных экспериментальных данных принято, что критическое соотношение основных катионов с алюминием должно быть выше 1 : 1, а концентрация Al^{3+} меньше или равна 0,2 мг · экв/л. Обзор критических соотношений основных катионов и свободного алюминия в почвенном растворе был выполнен шведскими учеными.

Вернуться в каталог учебников

Количественная оценка и картографирование величин критических нагрузок позволяет определить экосистемы, наиболее чувствительные к поступлению загрязняющих веществ. Сравнение существующих карт критических нагрузок с реальными величинами поступления поллютантов в экосистемы позволяет оценить существующий уровень воздействия по отношению к оптимально допустимому. Таким образом, подобное сравнение помогает выявить регионы, где необходимо сократить выбросы вредных веществ, принимая во внимание, что источник загрязнения может быть пространственно удален от того места, где уровень выпадения превышает предельно допустимый.

Концепцию критических нагрузок успешно используют в различных интегрированных моделях сокращения эмиссии загрязняющих веществ. Для расчета величин критических нагрузок азота и серы в Европе используют картографическую модель ЕМЕР, с помощью которой оценивают общие выпадения соединений серы и азота для сети ЕМЕР (50 · 50 км²), покрывающей всю Европу. Для каждой клетки ЕМЕР рассчитывают одно значение критической нагрузки, которое отвечает условиям 95 %-й защищенности экосистем. Термин «95 %-я защищенность» означает, что от вредного воздействия защищены экосистемы, занимающие суммарно не менее 95 % площади клетки. В целом величины критических нагрузок в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния составляются из величин, рассчитанных в отдельности каждой страной для своей территории. Эти вычисления проводят на более детальном уровне. На конечном этапе все величины картографируются Европейским координационным центром по воздействиям (ССЕ).

2.14. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РИСКОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Экологическая безопасность — важнейший элемент безопасности государства и каждого отдельного человека. В России, как и в других государствах, принят ряд законов, направленных на охрану природной среды и здоровья человека. Сформировалась отдельная отрасль законодательства, названная «экологическим правом», в котором нашли отражение вопросы экологической безопасности.

Сама концепция экологической безопасности биосферы основывается на способности природных экосистем к самоорганизации, к саморегуляции, самоподдержанию, самоочищению и к самовоспроизводству. Автоматически регулировать состояние природной среды таким образом, чтобы

сохранялись качество воды, почвы и воздуха, пригодность их для использования живыми существами, способна только биота. Достигается это многообразием механизмов регуляции численности организмов, каждый из которых играет особую роль в круговороте биогенных веществ в биосфере.

Что касается социотехнических систем, то они не способны к самоорганизации, саморегуляции и самоочищению, и поэтому проблема обеспечения экологической безопасности человека и природы является заботой самого человека.

По одному из определений (Совет Безопасности Российской Федерации) «Экологическая безопасность — процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенными или естественными воздействиями на окружающую среду. Система экологической безопасности — совокупность законодательных, технических, медицинских и биологических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными, а также естественными внешними нагрузками».

Другие авторы под экологической безопасностью подразумевают «совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих экологический баланс в окружающей среде и не приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку».

В законе об «Охране окружающей среды» РФ содержится следующее определение. «Экологическая безопасность — это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможных воздействий хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Экологическая безопасность обеспечивается за счет предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и снижения их негативных последствий».

Иногда экологическую безопасность определяют как «состояние, при котором взаимодействие природного комплекса и человека определяется как устойчивое (гомеостатическое)». Это определение можно сформулировать и так: Экологической безопасностью называется состояние устойчивого динамического равновесия биосферы.

Экологическая безопасность на государственном уровне — это деятельность государства, направленная на минимизацию и устранение угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду. Экологическая безопасность реализуется на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Для целей количественной оценки уровня экологической безопасности рассмотрим некоторые дополнительные понятия.

Субъекты экологической безопасности — личность, общество, государство, биосфера.

Объекты экологической безопасности — жизненно важные интересы субъектов безопасности: права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда как материальная основа государственного и общественного развития.

Здоровье — состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие заболеваний.

Показатели, характеризующие здоровье человека и состояние окружающей среды, предлагается использовать в качестве единиц измерения безопасности. Эти показатели, как отмечено выше, могут быть выражены посредством риска. Главным показателем здоровья в первую очередь является средняя ожидаемая продолжительность жизни. Для человека-европеоида этот норматив составляет 89 ± 5 лет. Продолжительность жизни в различных странах зависит не только от уровня развития медицины, но и от уровня социально-экономического развития общества и состояния природной среды.

Так как целью безопасности является не только защита здоровья населения, но и защита окружающей среды, то необходимо определить и показатели, которые количественно оценивают ее состояние и качество. К таким показателям относят степень отклонения параметров, описывающих качество компонентов природной среды, от эталонных значений, что может быть также выражено в терминах риска. Эта же мера риска может быть интерпретирована и как степень устойчивости системы в целом.

Для оценки устойчивости экосистем пользуются следующими градациями показателей самовосстановления природных систем:

- **Естественное состояние** — наблюдается лишь фоновое антропогенное воздействие; биомасса максимальна, биологическая продуктивность минимальна;
- **Равновесное состояние** — скорость восстановительных процессов выше или равна темпу нарушения; продуктивность больше естественной, биомасса начинает снижаться;
- **Кризисное состояние** — антропогенные нарушения превышают по скорости естественно-восстановительные процессы, но сохраняется естественный характер экосистем; биомасса снижается, продуктивность резко повышена;
- **Критическое состояние** — под антропогенным воздействием происходит обратимая замена продуктивных систем на малопродуктивные (частичное опустынивание); биомасса мала и снижается;

Вернуться в каталог учебников

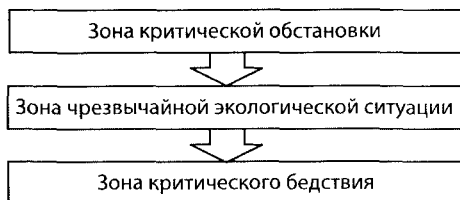
<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

- **Катастрофическое состояние** — труднообратимый процесс закрепления малопродуктивной экосистемы (сильное опустынивание); биомасса и биологическая продуктивность минимальны;
- **Состояние коллапса** — необратимая утеря биологической продуктивности, стремление биомассы к нулю.

Помимо природно-экологической классификации угасания природы используется и медико-социальная шкала, которая классифицируется по следующим градациям:

- **Благополучная зона** — происходит рост продолжительности жизни, заболеваемость населения снижается;
- **Зона напряженной экологической ситуации** — ареал, в пределах которого наблюдается переход состояния природы от кризисного к критическому.

Дальнейшая градация выглядит следующим образом:



Положение с разработкой концепции экологической безопасности в России изменилось с конца 1991 года, когда Госсовет России поддержал необходимость ее разработки, а Минприроды озвучило программу «Экологическая безопасность России».

Стержнем концепции экологической безопасности в мире является теория экологического риска и прикладная ее часть — определение уровня приемлемого риска, которая появилась только в 2002 году.

Концепция устойчивого развития, принятая в России в 1996 году, предполагает систему мер по обеспечению экологической безопасности.

Глобальный уровень управления экологической безопасностью предполагает прогнозирование и отслеживание процессов в состоянии биосферы в целом и составляющих ее сфер. Во второй половине XX века эти процессы выражаются в глобальных изменениях климата, возникновении «парникового эффекта», разрушении озонового экрана, опустынивании планеты и загрязнении Мирового океана. Суть глобального контроля и управления — в сохранении и восстановлении естественного механизма воспроизводства окружающей среды биосферой, который направляется совокупностью входящих в состав биосферы живых организмов.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Управление глобальной экологической безопасностью является прерогативой межгосударственных отношений на уровне ООН, ЮНЕСКО и других международных организаций. Методы управления на этом уровне включают принятие международных актов по защите окружающей среды в масштабах биосферы, реализацию межгосударственных экологических программ, создание межправительственных сил по ликвидации экологических катастроф, имеющих природный или антропогенный характер.

На глобальном уровне был решен ряд экологических проблем международного масштаба. Большим успехом международного сообщества стало запрещение испытаний ядерного оружия во всех средах, кроме пока подземных испытаний. Достигнуты соглашения о мировом запрете китобойного промысла и правовом межгосударственном регулировании вылова рыбы и других морепродуктов. Заведены международные Красные книги с целью сохранения биоразнообразия. Силами мирового сообщества проводится изучение Арктики и Антарктики как естественных биосферных зон, не затронутых вмешательством человека, для сравнения с развитием зон, преобразованных человеческой деятельностью.

Региональный уровень включает крупные географические или экономические зоны, а иногда территории нескольких государств. Контроль и управление осуществляются на уровне правительства государства. Контроль и управление осуществляются на уровне правительства государства и на уровне межгосударственных связей (объединенная Европа, СНГ, союз африканских государств и т. д.)

На этом уровне система управления экологической безопасностью включает:

- *экологизацию экономики;*
- *новые экологически безопасные технологии;*
- *выдерживание темпов экономического развития*, не препятствующих восстановлению качества окружающей среды и способствующих рациональному использованию природных ресурсов.

Локальный уровень включает города, районы, предприятия металлургии, химической, нефтеперерабатывающей, горнодобывающей промышленности и оборонного комплекса, а также контроль выбросов, стоков и др. Управление экологической безопасностью осуществляется на уровне администрации отдельных городов, районов, предприятий с привлечением соответствующих служб, ответственных за санитарное состояние и природоохранную деятельность.

Решение конкретных локальных проблем определяет возможность достижения цели управления экологической безопасностью регионально-

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

го и глобального уровней. Цель управления достигается при соблюдении принципа передачи информации о состоянии окружающей среды от локального к региональному и глобальному уровням.

Независимо от уровня управления экологической безопасностью объектами управления обязательно являются окружающая природная среда, т. е. комплекс естественных экосистем, и социоприродные экосистемы. Именно поэтому в схеме управления экологической безопасностью любого уровня обязательно присутствует анализ экономики, финансов, ресурсов, правовых вопросов, административных мер, образования и культуры, иначе говоря, помимо экологических рисков, имеют место и риски иного рода.

Глава 3

КАЧЕСТВЕННЫЕ И ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА

ВВЕДЕНИЕ

Любые формы организации человеческой деятельности связаны с проблемой «реакции» природной среды на неизбежные изменения в количественном и качественном балансах экосистем в процессе природопользования, причем в большинстве случаев в масштабах невиданных и трудно прогнозируемых. В силу неизбежности потребления природных ресурсов, неизбежна и вероятность обратной реакции. Возникает объективная необходимость в оценке потенциального экологического риска, опасности любой намечаемой или уже осуществляемой хозяйственной деятельности, для того чтобы модель общественного прогресса, максимально возможно смогла удовлетворять потребности ныне живущего поколения и не осуществлялась за счет деградации экосистем и резкого ухудшения возможностей природопользования и удовлетворения потребностей для будущих поколений.

Таким образом, при изучении экологического риска оценка существующего экологического состояния природно-территориальных комплексов, как правило, отходит на второй план. Между тем, для исследователя-естествоиспытателя не меньший интерес, чем последствия аварийных ситуаций на производстве, представляет определение степени техногенной измененности различных природных компонентов в условиях существующего антропогенного воздействия.

В 80–90-х годах XX века изучение, рисков в рамках экологических исследований в России было напрямую связано с изучением предполагаемого воздействия наиболее опасных природных и техногенных про-

цессов и явлений на здоровье человека и качество окружающей среды. В последние годы все большее внимание исследователей привлекают вопросы изучения экологического риска в связи с его страхованием. Разработка качественных и полуколичественных методов оценки экологического риска в Российской Федерации находится в поле зрения ученых и специалистов.

Риски пытаются оценить не только специалисты, но практически все люди в своей повседневной деятельности. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуицию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Для практики во многих случаях для людей вполне достаточно оказывается оценка риска на уровне «риск большой», «риск невелик», «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», либо «риски ниже», «риски растут», «риски уменьшаются».

Наука не отвергает качественных оценок и сама часто ими пользуется, но стремится также к получению количественных оценок.

По одной из возможных классификаций различают четыре основных метода оценки риска, в том числе экологического, и довольно большое число специальных методов. К основным из них относятся:

Инженерный метод представлен так называемым логико-вероятностным рассмотрением возможного сценария развития событий (ЛВ — теория, базирующаяся на применении Булевой алгебры, или алгебры логики). При этом пользуются понятиями «дерева событий» или «дерева ошибок».

Модельный метод представлен в литературе наиболее широко. Большинство из модельных методов оценки риска основаны на статистических данных и применении методов теории вероятностей.

В последние годы в этих моделях стали пользоваться термином «мерность». Имеется в виду одномерные, двумерные и даже трехмерные модели оценки рисков, например, при распространении загрязнений в атмосфере. Очень много моделей по оценке риска связаны с радиацией и другими видами излучений, или влиянием множества других экологически опасных факторов на здоровье людей. Некоторые из этих моделей чрезвычайно громоздки и сложны, и определить их эффективность не представляется возможным.

Метод экспертных оценок оставляет много лазеек для получения «требуемого» результата при оценке риска. Здесь все зависит от честности ученых, проводящих такую оценку. Конечно, точность этой оценки в некоторых случаях невелика, потому что она является качественной, а не количественной и представляет собой некую сумму отдельных мнений.

Метод социального опроса может только качественно определить доминирующее в этой группе людей отношение к риску и его величине. Тем не менее, этот метод имеет достаточно широкое распространение. Метод социального опроса может дать совершенно противоположные результаты в зависимости от постановки вопроса и особенностей групп людей, участвующих в опросе. Особенно ярко это проявляется при опросе мужчин и женщин.

Метод экспертных оценок и метод социального опроса могут только качественно определить уровень экологического риска. Что касается инженерного и модельного методов, то здесь имеют в виду количественные оценки риска. Хотя часто удается это сделать на таком уровне точности, который позволяет говорить только о полуколичественной оценке.

Существуют оригинальные и малоизвестные методы оценки риска, а также методы, применяемые только для каких-то отдельных конкретных случаев. Разрабатываются и новые методы.

Наличие большого количества методов и разных точек зрения вполне понятно, так как при расчете риска, сам риск определяется, вообще говоря, по разному. Например, в некоторых методах, при заданном определении риска конечный результат расчета будет сильно зависеть как от числа стартовых параметров, вводимых в расчет, так и от самого способа расчета риска.

Таким образом, при анализе и оценке риска могут использоваться самые разнообразные методические приемы. Каждый метод оценки риска разрабатывался под определенные виды задач и, конечно, не является универсальным. Поэтому каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, что предопределяет ограниченные области их применения.

В этой связи прокомментируем с самых общих позиций некоторые наиболее известные и распространенные методы, приемы и способы оценки техногенного и экологического риска и для удобства восприятия материала сгруппируем их по частоте применения на практике.

3.1. ГРУППА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ИСТОЧНИКОВ ОПАСНОСТИ И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

Метод системного анализа риска. Данный метод, все более широко применяемый в зарубежной и отечественной практике, используется при определении уровня опасности производственных объектов. Согласно этому методу анализ опасности того или иного объекта производится в несколько этапов.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

На **первом** этапе осуществляется предварительный анализ опасности, имеющий преимущественно качественный характер. Собирается и изучается информация, характеризующая:

структуру, составные части объекта и их размещение, основные технологические процессы, осуществляемые в разных составных частях объекта;

технологические схемы, определяющие порядок осуществления процессов и отражающие материальные и энергетические потоки; используемое оборудование и его надежность;

физико-химические, термодинамические и другие свойства веществ и материалов, используемых на объекте;

состояние и качество технической документации, правила и нормы техники безопасности, действующие на объекте;

режим работы персонала, его размещение на объекте и др.

Далее выявляют и описывают возможные опасности, присущие данному объекту, осуществляют их привязку к его составным частям или процессам и составляют перечень возможных инцидентов в виде «дерева отказов» или «дерева событий», приводящих к эмиссии токсического или энергетического потенциала в окружающую среду, производят их отбор.

На **втором** этапе осуществляется:

- *системный анализ опасностей, включающий в себя анализ возможных последствий аварий, инцидентов;*
- *оценка возможных частот или вероятностей их возникновения на основе математического моделирования этих процессов.*

Наконец, на **третьем** этапе происходит:

- *завершение системного анализ опасностей прогнозированием и оценкой аварийного риска.*

Детерминистский метод. Для описания и моделирования проектных и запроектных инцидентов с участием технических систем используются детерминистический подход. Этот метод предусматривает анализ последовательности этапов развития нежелательных событий, начиная от исходного события через последовательность предполагаемых стадий процесса до установившегося конечного состояния системы.

Ход аварийного процесса изучается и предсказывается с помощью математического и физического моделирования, для чего проводятся многочисленные лабораторные и натурные эксперименты. Детерминистический подход позволяет выявить причины инцидентов, разработать

метод защиты на уровне конструктивных решений, снизить вероятность наступления инцидента за счет выбора материалов и конструктивных решений.

Недостатком этого метода является сложность, высокая стоимость, вероятность пропуска важного фактора риска, недооценка случайных составляющих риска. Сам метод связан с дорогостоящими исследованиями, что может просто сделать его неприемлемым.

Феноменологический метод. Базируется на определении возможности или невозможности протекания опасных процессов в технических системах, исходя из законов природы. Этот метод мало пригоден для разветвленных сложных процессов.

Многие исследователи понимают, что прогноз техногенного риска для инновационных технических проектов не может быть достаточно точно осуществлен инерционным методом по существующим оценкам средних ущербов. Необходимо учитывать особенности функционирования самих систем и влияние этих особенностей на техногенные риски. Целый ряд оценок риска базируется на феноменологическом подходе, когда возможность или невозможность аварийных процессов основывается на физических или иных известных законах природы. С помощью этого метода обычно выбираются рабочие или штатные условия для функционирования технических систем, когда условия для аварийных режимов исключаются. Можно сказать, что с помощью феноменологического подхода определяются области отсутствия техногенных рисков, связанных с авариями и катастрофами.

Однако практика показала, что функционирование технических устройств всегда связано с различными инцидентами (отказы, аварии, катастрофы). Часть из этих инцидентов стала учитываться при проектировании. Они получили название нормальных или проектных инцидентов, аварий. Для них разрабатываются меры защиты и организационные мероприятия по их пресечению и устранению.

Часть аварий и катастроф оказывается за пределами рассмотрения проекта. Они получили название запроектных инцидентов или аварий.

Метод «индексов опасности». Метод можно охарактеризовать как интегральный, то есть метод, в котором детали процесса во внимание не принимаются. Основная идея, заложенная в этом подходе, состоит в том, чтобы оценить риск и построить на этих данных схему управления риском, применяя некоторые числовые значения индексов степени опасности или отклонения от качества рассматриваемой конкретной системы.

Метод используют грубые оценки опасностей, например, по поражающим факторам. В качестве меры опасности вводятся некоторые легко

Вернуться в каталог учебников

определяемые интегральные показатели, которые называют индексами опасности. Смысл этих индексов обычно легко прослеживается. Примером является используемый при оценке пожаро- и взрывобезопасности «индекс Дау» (Dow Fire and Explosion Index). С его помощью оценивают, какую опасность представляет данная техническая система с точки зрения потенциальных пожаров и взрывов. Индекс вычисляется по формуле:

$$Dow = F \cdot M,$$

где F — так называемый узловый показатель опасности, M — материальный фактор.

Узловой показатель F , в свою очередь, вычисляется по формуле:

$$F = f_1 \cdot f_2,$$

где f_1 — показатель общих опасностей, f_2 — показатель специфических опасностей.

Материальный фактор M — это количественная мера интенсивности выделения энергии из химических веществ, которые находятся или могут находиться в технической системе или его выбранной части. Он связан с используемыми веществами, поэтому для технической системы составляется перечень всех потенциально опасных химических веществ и указывается их примерное количество. Каждому веществу ставится в соответствие свой материальный фактор, который берется из соответствующих нормативных документов. Общий материальный фактор технической системы определяется как средневзвешенная сумма исходных материальных факторов. Массы веществ определяются в зависимости от количества используемых веществ. Значение материального фактора обычно находится между 1 и 40.

Показатель общих опасностей f_1 характеризует особенности процесса, не связанные непосредственно с материалами, но могущими увеличить размер ущерба. В их числе:

- обращение с материалами и их перемещение;
- тип реакций, используемых в процессе переработки;
- наличие проходов, дренажей.

Он берется из специальных таблиц для каждой позиции и является суммой всех таких особенностей. Показатель специфических опасностей характеризует опасности, увеличивающие вероятность возникновения пожара или взрыва:

- температура;
- пыль;

- давление;
- количество воспламеняемых материалов, нагревательных устройств.

Каждая из этих позиций оценивается по таблицам и суммируется. Грубая количественная оценка последствий пожара или взрыва может быть оценена по индексу Дау следующим образом:

- диапазон значений индекса Дау от 1 до 60 — малая опасность;
- от 61 до 96 — средняя опасность;
- от 97 до 127 — промежуточная опасность;
- от 128 до 158 — серьезная опасность;
- свыше 158 — очень серьезная опасность.

По индексу Дау по специальным таблицам и номограммам может быть определена площадь (или радиус) распространения пожара или влияния взрыва. В зависимости от значений узлового фактора F и материального фактора M с помощью специальных таблиц определяют значение фактора ущерба Y , который указывает долю вероятного разрушения рассматриваемой технической системы в случае пожара или взрыва и изменяется в пределах от 0 до 1. С помощью фактора ущерба находится максимально возможный ущерб Y_{\max} имуществу, находящемуся в зоне поражения:

$$Y_{\max} = Y \cdot C,$$

где C — стоимость имущества в зоне поражения.

Обычно для уменьшения ущерба от пожаров и взрывов используют различные системы защиты или безопасности. Их полезное действие характеризуют коэффициентом доверия $KД$ (credit factor), изменяющимся в диапазоне от 0 до 1. Тогда ожидаемое максимальное значение ущерба RY_{\max} вычисляют по формуле

$$RY_{\max} = KД \cdot Y_{\max},$$

Индекс Дау не идентифицирует отдельные риски, но его значение дает возможность риск-менеджеру оценивать техногенные риски, связанные с пожарами и взрывами, а также управлять ими.

Можно сказать, что метод «индексов опасности» в целом нашел весьма широкое применение в области техногенных опасностей. При этом исследователи в области безопасности технических систем связывают различные конструктивные особенности технических систем (размеры, весовые характеристики, прочностные характеристики и т. п.) в различные комплексы величин, которые называют индексами опасности, безопасности, риска и т. п.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Следствием такого положения является появление различных технических индексов, которые называются рисками и выражаются через конструктивные параметры системы. Очевидно, что к понятию риска как меры потенциального ущерба эти индексы, в общем случае, отношения не имеют, но при этом возникает семантическая путаница. В лучшем случае, на основании этих индексов можно ввести некоторое пространство или шкалы ущербов с помощью специальных дополнительных исследований. Тогда определенным индексам опасности можно будет сопоставить и потенциальный ущерб.

Использование индексов опасности напрямую в информации для лица принимающего решения (ЛПР) может встречать непонимание и неприятие. В этом случае необходим перевод значений индексов опасностей на язык экономики, т. е. потенциальных ущербов.

Вероятностный метод. Содержит как оценку вероятности возникновения нежелательного события, так и расчет вероятности развития события по другому сценарию. Основные ограничения метода связаны с невозможностью применения теории вероятности в том случае, когда не хватает статистических данных. Метод более прост по сравнению с детерминистским и находит широкое применение на практике.

В вероятностном анализе проводится оценка вероятности возникновения инцидента, расчет вероятности того или иного сценария инцидента, анализируются разветвленные и пересекающиеся цепочки событий. Расчетные модели при этом оказываются значительно упрощенными по сравнению с детерминистическим подходом с соответствующими моделями. В этих случаях широко используются метод построения дерева отказов, СП — анализ и метод Монте-Карло, называемый также методом статистического моделирования

Отличительной чертой всех указанных выше методов, как при детерминированном, так и при вероятностном подходе, является построение некоторой модели исследуемой технической системы. Эта модель может учитывать разные существенные факторы, в том числе и взаимное влияние окружающей среды и технической системы. Таким образом, в отличие от метода статистических характеристик все остальные методы оценки техногенных рисков основываются на моделировании. Процесс моделирования является сам по себе неоднозначным инструментом научного познания. С его помощью могут быть получены полезные результаты, но могут быть совершены и серьезные ошибки. Применение методов моделирования требует участия узких специалистов на всех этапах моделирования, от постановки задачи, до интерпретации результатов и верификации моделей. Прямой перенос результатов моделирования техно-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

генных рисков на практическую почву может привести к неправильным выводам, неверным управленческим решениям, включая выбор методов защиты и борьбы с последствиями техногенных катастроф.

Существующая практика моделирования техногенных рисков с помощью перечисленных выше методов показала их надежность и эффективность. Имеются некоторые проблемы, связанные с пониманием результатов таких исследований для различных субъектов риска и ЛПР. Зачастую результаты по оценке техногенных рисков, полученные в рамках этих методов, неправильно интерпретируются или не учитываются ЛПР в практической деятельности. Для устранения разрыва между получением оценок техногенного риска и их использованием в практике деятельности различных пользователей этой информации в последнее время интенсивно развивается такое направление теории риска, как методы распространения информации о риске — в англоязычном варианте *risk-communication* — о чем подробно говорилось в предыдущей главе.

3.2. ГРУППА МЕТОДОВ, ПРИМЕНИМЫХ К ОЦЕНКЕ КАК ТЕХНОГЕННОГО, ТАК И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКОВ

Метод уменьшающихся рисков. Метод уменьшающихся рисков позволяет реализовать управление техногенным и экологическим риском в виде итерационного процесса.

Пусть в начальный момент времени известны значения экологического (техногенного) риска R_0 , ущерба Y_0 и цены экологического (техногенного) риска G_0 . Пусть мероприятия (затраты $z_{\text{доп}}$) по снижению риска и ущерба в сумме составят:

$$z_{\text{доп}}^{R_0} + z_{\text{доп}}^{Y_0} = z_{\text{доп}}^{G_0}.$$

Если эта величина в сумме с новым значением G_1 окажется меньше первоначального значения G_0 , то затраты, направленные на снижение риска привели к положительным результатам.

Практика многих стран показывает, что, по крайней мере, на начальном этапе внедрения системы управления риском сравнительно малые вложения приводят к существенному снижению цены риска. Процедура может повторяться до тех пор, пока стоимость новых мероприятий не превысит уменьшения цены риска от их реализации.

Существует немало мер безопасности, которые могут подойти в той или иной ситуации, например:

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

- замена опасных материалов безопасными, или менее опасными в существующем технологическом процессе;
- снижение запасов опасных материалов. Производство опасных материалов на месте и их использование непосредственно в технологическом процессе;
- обеспечение безопасного расстояния между опасным производством и жилой зоной. Предотвращение размещения жилых зданий и других общественных сооружений вблизи предприятия. Выкуп земли вокруг предприятия для обеспечения безопасного расстояния для населения;
- применение автоматизации с тем, чтобы необходимость для производственного персонала посещать опасные производственные участки предприятия была минимальной;

Предотвращение аварийных утечек возможно путем:

- грамотного проектирования конструкций с применением коррозионно-стойких материалов, рассчитанных на определенное давление;
- соблюдения установленных норм и стандартов;
- эксплуатации предприятия в соответствии с установленным ограничением по предельной мощности;
- анализа по методике определения опасностей и работоспособности (HAZOP) во время проектирования и до внесения изменений на предприятии;
- регулярного ремонта и технического обслуживания;
- подготовки письменного руководства по безопасной эксплуатации и техническому обслуживанию (ремонту) оборудования;
- подготовки и повышения квалификации операторов, ответственных за соблюдение техники безопасности;
- минимизации потенциальных источников возгорания на предприятиях, использующих горючие и воспламеняющиеся материалы (специальные конструкции электрооборудования и приборов, запрет и специальные меры предосторожности при проведении сварочных работ, ремонт и техническое обслуживание оборудования с вращающимися узлами для предотвращения перегрева от трения);
- быстрого определения любых утечек путем использования детекторов газа, манометров или других средств, в том числе для изоляции подтекающих участков, а также автоматических или ручных дистанционных задвижек для снижения объема выброса опасных веществ. Продувка изолированных участков через трубопроводные системы безопасности, такие как факельная установка, скруббер или вытяжная труба;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

- оснащения системами аварийной сигнализации и разработки планов эвакуации людей в безопасные места, расположенные вдали того места, где возможен выброс опасных веществ в значительных количествах;
- оборудования предприятия противопожарными автоматическими системами, такими как: спринклеры, дренчеры и огнетушители для снижения ущерба от пожара;
- использования подручных средств, обучения персонала пользованию противопогазами и другими специальными средствами защиты при локализации утечек, борьбе с огнем или выбросом газа. Например, при выбросе аммония, который хорошо растворяется в воде, использование завесы из водяной пыли может способствовать поглощению значительной части этого вредного вещества в облаке выброса.

Методы логического анализа: метод событий и метод ошибок — «Дерево событий» и «Дерево ошибок» (Event Tree analysis. Fault Tree Analysis). Оба этих метода могут быть использованы как в качественном, так и в количественном анализе риска.

В основе метода событий находится выяснение логических связей между элементарными событиями. Анализ начинают, определяя главное нежелательное событие и устанавливая логические связи между промежуточными событиями первой, второй, *n*-ой степени до основного (побудительного) события. Диаграмма формируется, связывая элементарные события сценария риска логическими символами «и» или «или». В схемах используют различные условные обозначения (символы), которые могут входить в компьютерные программы, производящие математические расчёты. В конечном результате создаётся диаграмма — дерево со многими ответвлениями, которые последовательно определяют вероятность возможного события (рис. 3.1).

Метод анализа ошибок (МАО) является дедуктивным методом, с помощью которого можно распознать причинность какого-либо конкретного нежелательного события или ошибки. Это графический метод, который в виде диаграммы отображает возможные взаимные комбинации технических дефектов, человеческих ошибок, природных явлений и др. событий, которые могут привести к конкретному нежелательному событию. Метод ошибок можно сделать количественным, используя шкалу вероятности соответствующих событий. Это показано на примере использования «Дерева ошибок» для определения возможности аварии автомобилей (рис. 3.2).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

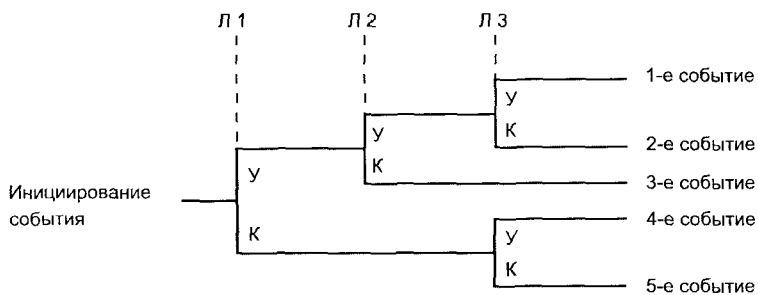
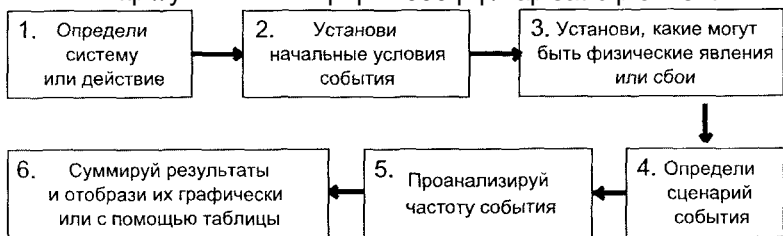


Рис. 3.1. Процедура анализа «дерева событий»

Шкала вероятностей событий

1 из 10	Очень часто;	1 из 10 000	Довольно редко;
1 из 100	Возможно;	1 из 100 000	Очень редко;
1 из 1000	Время от времени;	1 из миллиона	Крайне редко.

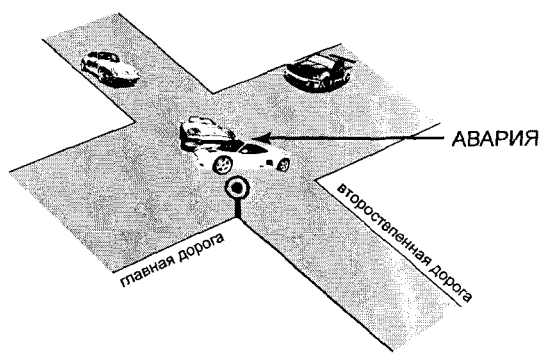


Рис. 3.2. Шкала вероятностей событий и пример дорожной обстановки

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

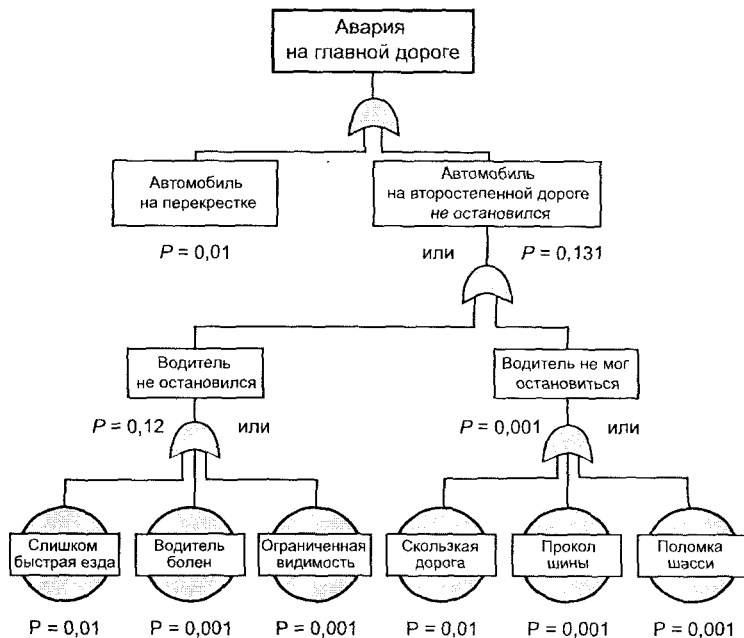


Рис. 3.3. Схематическое изображение метода «Дерева ошибок» в применении к ситуации «Авария на главной дороге»

На «Дереве ошибок» можно показать возможные причины аварии и вероятность их появления. В данном примере вероятность аварии $P = 0,001$ или 1 из 1000 случаев. Это означает, что, если каждый год по второстепенной дороге проезжает 6000 автомобилей, то в год происходит 6–7 аварий.

Таким образом, метод «Дерева ошибок» представляет собой графический способ прослеживания отдельных возможных инцидентов с оценкой вероятности как каждого отдельного инцидента, так и суммарной вероятности главного события (рис. 3.3).

Ценность этого метода состоит в том, что он позволяет уже на начальном этапе выявить последовательность тех событий, которые влияют на главное событие и тем самым определить возможные последствия каждого из исходных событий, а также предвидеть одновременное принятие нескольких решений в условиях неопределенности, которые зависят от последствий предыдущего. Необходимость в разработке всех возможных альтернатив развития для больших проектов может существенно повысить трудоемкость. Вернуться в каталог учебников
<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

вариантов развития проекта достаточно сложно. Поэтому субъективное отношение экспертов будет всегда присутствовать в таких расчетах.

Наряду с «Деревом событий» и «Деревом ошибок», достаточно часто применяется близкий им метод «Дерева отказов». Первоначально этот метод разрабатывался в рамках теории надежности. Основной целью метода построения дерева отказов является оценка вероятности отказа некоторой системы, состоящей из элементов с заданными вероятностями отказов. Вероятность отказа системы определяется вероятностями отказов ее элементов и структурой связи между ними. Сначала рассматриваются вероятности отказа исходных элементов, из которых составлена некоторая структурная модель технической системы. Пусть одновременно испытываются N однородных элементов, агрегатов, систем. В ходе испытания фиксируются количество отказавших элементов на момент времени t . Вероятность отказа $Q(t)$ зависит от времени t и понимается как доля отказавших элементов m на момент времени t от общего числа испытываемых элементов N при бесконечном количестве испытаний n :

$$Q(t) = m/N$$

Вероятность отказа $Q(t)$ и вероятность безотказной работы $P(t)$ образуют полную группу случайных событий, т. е. $Q(t) + P(t) = 1$. Каждый из элементов системы характеризуется своей вероятностью отказа, которые берутся из различных источников: данные производителя, данные эксплуатации разными потребителями, данные независимых экспертных организаций. Зависимостям поведения вероятности отказа для различных технических элементов от времени посвящена значительная литература. В частности, известно, что общий вид зависимости $Q(t)$ имеет вид, представленный на рис. 3.4.

Из этого рисунка видно, что на начальной стадии элемент обладает повышенной вероятностью отказа, затем она уменьшается и долгое время остается практически на одном уровне. Начиная с какого-то времени вероятность отказа быстро и резко растет. В соответствии с таким поведением $Q(t)$ выделяют следующие периоды T в жизни элемента системы: 1. пуско-наладка, 2. нормальная эксплуатация, 3. утрата ресурса.

На стадии пуско-наладки вышедший из строя элемент заменяется или ремонтируется. На стадии утраты ресурса — заменяется или восстанавливается в каталоге технической системы

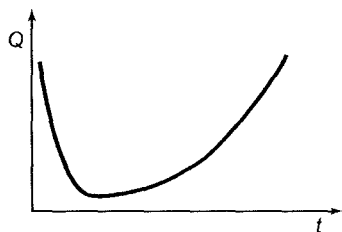


Рис. 3.4. Изменение во времени вероятности отказа элемента

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

восстановления элемент частично возвращает свои свойства, но кривая отказа располагается значительно выше, чем у нового и элемент становится в целом менее надежен. Периоды замены элементов называются ремонтом. Ремонты могут быть плановыми или регламентными, когда элемент заменяют, не дожидаясь его отказа, или аварийным после отказа элемента и возникновения соответствующего инцидента.

Техническая система, состоящая из множества элементов, подверженных отказам, заменяется в методе построения дерева отказов некоторой структурной моделью. В ней выбранные элементы, агрегаты или подсистемы рассматриваемой технической системы соединяются цепочками событий, где один отказ может вызывать те или иные события с учетом отказов или срабатывания системы защиты. Здесь отказы в технической системе и отказы в защите могут совпадать и порождать различные варианты течения инцидента или, как говорят, различные сценарии аварии. Отказы элемента технической системы и отказы элементов защиты рассматриваются как независимые случайные события, а вероятность их совместного осуществления вычисляется как произведение их вероятностей. Если в дереве события оставить только ветви отказов, то получится дерево отказов, где вероятность каждой ветви определяется как произведение вероятностей предыдущего отказа и отказа текущего элемента защиты.

Метод дерева отказов позволяет проследить последствия отказов в нескольких точках технической системы, оценить эффект их совместного влияния. Заметим, что в самом методе построения дерева отказов оценивается только вероятность инцидента, но не оценивается ущерб от него. Следовательно, в этом методе нет непосредственной оценки риска, а только вероятности появления негативного события.

Для оценки связанного с инцидентом ущерба необходимо применять дополнительно специальные методы. К таким методам относятся:

- метод «доза—эффект»;
- экспертные оценки потенциального материального ущерба в зависимости от места, времени и тяжести инцидент;
- экспертные оценки ущерба экосистемам, окружающей среде, социальным структурам, государству, национальной безопасности и т. п.

Однако в области техногенных рисков такие исследования проводятся редко. Обычно исследователи останавливаются на оценке вероятности негативного техногенного события и именно ее предлагают использовать в качестве меры риска. Так и говорят, техногенный риск, например, взрыва бензохранилища, составляет $3 \cdot 10^{-7}$ в год, что является практически невероятным событием.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Применение метода дерева отказов позволило сформулировать некоторые важные методы повышения безопасности технических систем — расчет снижения вероятности отказов и инцидентов, уменьшения значимости их последствий для жизни и здоровья человека, снижения материального ущерба, т. е. снижения техногенного риска.

Статистический метод. Разрешает математически выразить вероятность наступления рискованных событий и размеров финансовых потерь. Возможно использование при условии проявления риска в деятельности конкретного предприятия или на предприятиях-аналогах.

Подход основан на обработке статистических данных об аварийных случаях традиционными методами математической статистики. Полученные показатели вероятности аварий и тяжести их последствий (ущерба) могут непосредственно использоваться для оценки и анализа экологического риска. Однако общедоступной и систематизированной информации о случаях аварий на отраслевом уровне сегодня явно недостаточно для получения достоверных, статистически значимых зависимостей. Кроме того, при использовании этого метода следует учитывать большое количество факторов, влияющих на возникновение аварий. В частности, к ним относятся:

- количество и эффективность защитных мероприятий, проводимых на объекте;*
- состояние защитных средств; квалификация производственного персонала;*
- размещение населения и производственных объектов в окрестностях предприятия;*
- метео-географические и топографические условия, которыми характеризуется объект;*
- возможность проявления опасности объекта не только при авариях, но и в режиме нормальной эксплуатации, обусловленной тем, что любой объект имеет газовые выбросы, жидкие стоки и отходы, которые содержат опасные и вредные вещества.*

Все указанные факторы при использовании метода статистического анализа аварий приводят к росту трудоемкости процесса получения необходимой информации, а при ее отсутствии — к недостоверным результатам.

В статистическом методе оцениваются некие средние по времени и пространству характеристики ущербов от различных техногенных причин или инцидентов. Оценивается частота или вероятность самих инцидентов, аварий, катастроф. Оценивается и средний ущерб на один инцидент и т. п. Количество статистических характеристик по техноген-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

ным рискам может быть достаточно большим. Из них наиболее часто используются:

- частота инцидентов определенной категории, например, катастроф на железнодорожном транспорте, в год на определенной территории, 1/год;
- средний материальный ущерб за один инцидент для определенной территории, например, в млн долл./инцидент;
- средний натуральный ущерб за один инцидент для определенной территории, например, среднее количество пролившейся нефти в тоннах/инцидент.
- индивидуальный риск летального исхода, связанный с техническим источником, 1/год;
- индивидуальный риск здоровью, 1/год.

Отметим, что индивидуальные риски летального исхода и здоровью человека используются для оценки среднего количества умерших или заболевших конкретным заболеванием в год на данной территории от данного техногенного фактора. Эти средние значения получаются умножением индивидуального риска на количество людей в группе риска. Группа риска может включать те или иные слои профессиональных работников или населения.

Использование данного подхода предполагает получение достаточного количества данных об ущербах техногенного характера за определенный период времени для определенных территорий. В дальнейшем эти данные подвергаются статистической обработке осреднения по пространству и по времени. Использование таких данных для прогноза будущих значений техногенных рисков основывается на инерционном принципе и гипотезе о стационарности случайного процесса техногенных ущербов во времени.

Очевидно, что с ростом плотности и сложности технической инфраструктуры на некоторой территории, а также с ростом плотности населения в окрестностях технических крупных объектов средние характеристики ущербов для данной территории будут изменяться во времени в сторону увеличения. Следовательно, процесс формирования техногенных ущербов является нестационарным по математическому ожиданию и, по-видимому, по дисперсии. Можно сказать, что с увеличением плотности населения и ростом технической инфраструктуры территории техногенные риски будут расти со временем.

Существует и противоположный процесс снижения техногенных рисков на рассматриваемой территории со временем. Он связан с внедрением новых методов и средств технической защиты, уменьшения

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
 рисков за счет совершенствования законодательства и систематического выполнения организационных мероприятий. В этом случае статистические характеристики ущербов будут снижаться во времени.

Преимуществом статистического направления оценки техногенных рисков является простота вводимых оценок техногенных рисков, возможность их использования в прямом сравнении с другими видами риска, понятность для широкого круга пользователей и субъектов риска. Недостатком такого направления является достаточно высокая стоимость процесса сбора необходимой первичной информации, ее статистической обработки, а затем и распространения информации о рисках заинтересованным лицам, в том числе и субъектам риска, органам контроля и надзора. Отсутствие необходимой первичной информации или ее недостаточный для статистической обработки объем делает применимость данного направления оценки техногенных рисков невозможным.

Метод экспертных оценок. Наиболее широко используемые методы экспертной оценки можно разделить на три группы — индивидуальные, коллективные и комбинированные. Они схематично показаны на рис. 3.5.

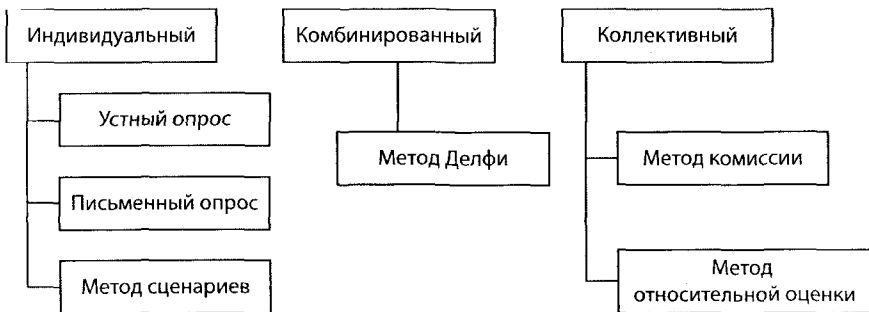


Рис. 3.5. Схема экспертной оценки

Индивидуальные методы в основном применяют для оценки хорошо известного объекта по отработанным и проверенным на практике критериям. Например, если проводят проверку безопасности труда, соблюдения норм пожарной безопасности и т. п. Оценка экспертов в таких проверках ограничивается выводами «есть» — «нет» или «отвечает» — «не отвечает», которые указывают в предварительно разработанном опросном листе. Аудит такого типа в большей или меньшей степени является рутинной работой, которая не требует глубоких знаний о сущности анализируемого риска. В связи с этим индивидуальная оценка экспертов допустима в слу-

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

чая, когда необходимо сделать малозначительные выводы или принять маловажные решения.

Понятие индивидуальной оценки здесь используется в том смысле, что каждый участник экспертной комиссии производит оценку независимо от остальных членов комиссии. Работа экспертной комиссии выражается в открытом обсуждении проблем и оценок и коллективном принятии решения. Преимущества методов обоих видов - и индивидуальных, и коллективных — объединяет комбинированный метод, который называют методом Дельфи (*DELPHI-technique*).

Метод Дельфи (DELPHI). Принципиальная схема метода Делфи показана на рис. 3.6.

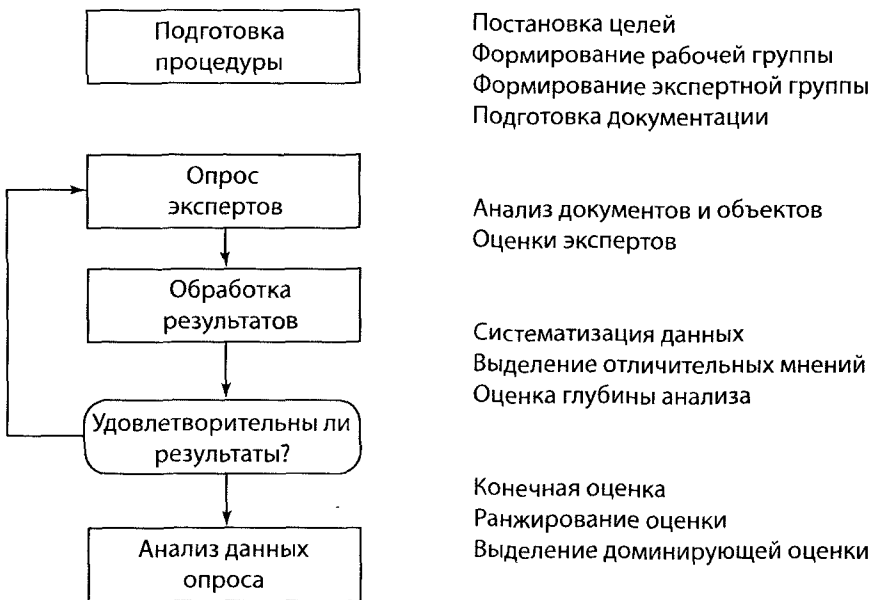


Рис. 3.6. Схема метода Делфи

Он основывается на индивидуальных оценках экспертов. Однако, если при обработке результатов опроса выявляются слишком большие различия во мнениях, созывается экспертная комиссия, чтобы коллективно обсудить и уточнить критерии оценки. После оценки комиссии процедура повторяется.

Метод экспертных оценок открывает возможность применения в условиях неполноты информации или при выявлении того уровня риска,

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml> который не имеет аналогов. Данный подход разрешает получить относительную оценку риска, но не дает представления об абсолютной величине возможного ущерба при реализации некоторого решения и вероятность получения этого ущерба. В основе лежат субъективные оценки экспертов, которые зависят от их отношения к риску. Метод экспертных оценок предполагает, что группа экспертов (инженеров, специалистов в области охраны природы) совместно составляют возможных список аварий на промышленных предприятиях, находящихся на подконтрольной территории. Далее инженеры независимо выносят свои мнения о вероятностях аварий, которые затем усредняются. Эксперты-экологи таким же образом вносят свои мнения о затратах на устранения влияния каждой аварии на состояния окружающей среды. То есть, в данном случае оценка потенциальной экологической опасности объектов складывается на основе выработки согласованного мнения экспертов о характере возможных последствий воздействия объекта на окружающую среду, степени их тяжести и вероятности проявления. Экологический риск рассчитывается как чистая текущая стоимость потерь, обусловленных устранением влияния на окружающую среду со стороны возможных аварий.

Данный метод требует значительных усилий при формировании групп экспертов и организации их работы и в то же время зависит от профессионального и квалификационного уровня лиц, принимающих участие в экспертизе.

Метод оценки техногенного и экологического риска основанный на применении предельно допустимых нормативов отведения отходов в природную среду. Нормирование техногенных воздействий при помощи предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу и предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоемы основывается на обеспечении нормативов ПДК в точках контроля. Для атмосферного воздуха это граница санитарно защитной зоны предприятия. Для стоков в водные объекты, расположенные в черте населенного пункта — ПДК в месте выпуска. Если выпуск расположен за пределами населенного пункта ПДК в 1 км ниже по течению реки или в 0,5 км от места выпуска в непроточный водоем.

Нормы образования и размещения твердых отходов (ПРТО) определяются на основе комплексного анализа технологических процессов и региональных характеристик природной среды.

Как отмечено выше при проектировании технологического процесса (вида хозяйственной деятельности) в обязательном порядке разрабатывается специальный раздел «Оценка воздействия на окружающую среду

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
(ОВОС)», в котором обобщены все данные об источниках образования отходов производства, отведения их в природную среду, составе и эффективности очистных сооружений. В ОВОС приводится перечень мероприятий по защите природной среды при нормальных условиях эксплуатации и в случае неблагоприятных метеоусловий, включая защиту атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, недр, флоры и фауны.

Достоинство методологии ОВОС состоит в создании научно обоснованной системы принятия решений об экологической безопасности проектов, реализация которых может оказать негативное воздействие на природную среду. В ОВОС представлены основные материалы для выполнения государственной и общественной экологической экспертизы.

3.3. МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Методика экспертной оценки профессионального риска. Понятие «профессиональный риск» характеризует вероятностную меру возникновения опасных явлений (событий, процессов), сопровождающихся воздействием на человека вредных факторов, и нанесенного при этом ущерба. Иначе говоря, экологический риск априори входит в понятие профессионального риска. Исходя из этого, оценка профессионального (экологического) риска должна быть основана на комбинации вероятности возникновения угрозы на рабочем месте, степени подверженности работника воздействию вредного фактора и последствий для здоровья и/или безопасности работника в том случае, если угроза осуществится.

Основной целью оценки рисков в Европе и в России является предотвращение и снижение опасностей, угрожающих здоровью людей и безопасности среды обитания. Оценка рисков в данном случае представляет собой ряд последовательных шагов, способствующих активному управлению в сфере здоровья и безопасности населения.

В РФ при проведении аттестации рабочих мест преследуется и ряд других целей, не ставящихся при проведении оценки рисков:

- *сертификации производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда;*
- *обоснование предоставления льгот и компенсаций работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда;*
- *составление статистической отчетности о состоянии условий труда и т. д.*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Оценка рисков может быть упрощенной, если она полностью подчинена одной цели: предоставлению информации, необходимой для обеспечения здоровых и безопасных условий труда, а также для оценки того, была ли эта цель достигнута.

Российская специфика государственного регулирования вопросов, связанных с профессиональными рисками здоровью и жизни персонала промышленных предприятий, заключается в большем объеме государственного надзора за обеспечением безопасности труда и ограниченной свободе выбора для самих организаций при решении данных вопросов по сравнению с промышленно развитыми странами Европейского Союза (ЕС). Поэтому в ЕС методологический подход к оценке риска является более простым, чем в РФ.

Оценка рисков на рабочем месте в странах ЕС и аттестация рабочих мест по условиям труда в РФ являются схожими процедурами, направленными на получение данных, необходимых для принятия решений о мерах, требующихся для обеспечения достаточной степени защиты здоровья и безопасности работников. Однако они отличаются вследствие различных концепций и принципов, заложенных в правовых основах систем обеспечения здоровья и безопасности работников в ЕС и охраны труда в РФ. Цели и практическое применение аттестации рабочих мест являются гораздо шире целей обязательной оценки профессиональных рисков ЕС.

Основной целью оценки рисков в европейской практике является предотвращение и снижение опасностей, угрожающих здоровью и безопасности работников. Оценка рисков представляет собой ряд последовательных шагов, способствующих:

- активному управлению в сфере обеспечения здоровья и безопасности работников, и включающих идентификацию опасностей (сбор информации и выявление опасностей и их источников);
- оценку риска и определение его допустимости;
- управление риском, в том числе, планирование мер, направленных на предотвращение или снижение риска, применение корректирующих и предупреждающих мероприятий, контроль эффективности принятых решений;
- документирование процедуры.

В РФ в дополнение к этим целям при проведении аттестации рабочих мест преследуется и ряд других целей, не ставящихся при проведении оценки рисков (сертификация производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда; обоснование предоставления

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

льгот и компенсаций работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда; составление статистической отчетности о состоянии условий труда и т. д.). Именно по этой причине, как указывалось выше, методологический подход ЕС к оценке рисков является более простым, чем в РФ. При этом под мерой риска понимается некоторая комплексная характеристика рискового события, основанная на введении набора упорядоченных элементов, где первый элемент описывает вероятность наличия опасности, второй — вероятность воздействия опасности, третий — вероятную тяжесть ущерба. Такая схема представляет собой инструмент для исследования механизмов, которые связывают между собой условия, обстоятельства, причины и закономерности несчастных случаев.

Все сказанное выглядит так: рис. 3.7 и табл. 3.1–3.3.

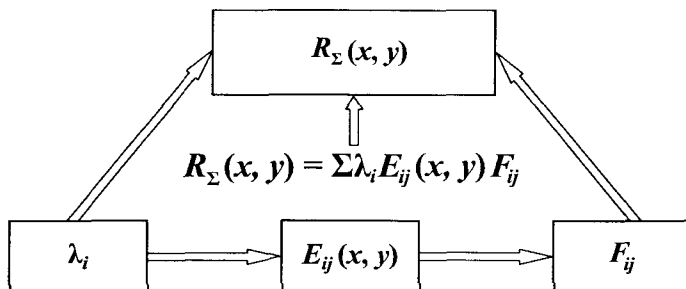


Рис. 3.7. Схема формирования риска: индивидуальный риск в точке (x, y) ; λ_i — вероятность наличия фактора i ; $E_{ij}(x, y)$ — вероятность реализации механизма воздействия j в точке (x, y) фактора i ; F_{ij} — вероятность негативных последствий при реализации механизма воздействия j фактора i

Таблица 3.1

	Вероятность воздействия опасности		Вероятность наличия опасности
0,99	Ожидаемо, это случится	0,99	Постоянная
0,8	Очень вероятно	0,8	Регулярная
0,50	Необычно, но возможно	0,50	Время от времени
0,10	Маловероятно	0,10	Иногда
0,05	Почти невозможно	0,05	Редко
0,00	Абсолютно невозможно	0,00	Никогда

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

	Вероятная тяжесть ущерба
0,99	Очень тяжелый (смертельный исход или большое число серьезных ранений; инвалидность)
0,8	Значительный (серьезные ушибы и сильные ранения; стойкая утрата трудоспособности)
0,50	Средней тяжести (требуется медицинская помощь; временная утрата трудоспособности)
0,10	Легкий (требуется оказание доврачебной помощи)
0,05	Очень легкий (травм и профзаболеваний нет; оказание помощи не требуется)
0,00	Отсутствует (травмы и профзаболевания невозможны в силу отсутствия обстоятельств, их вызывающих)

Таблица 3.3

	Риск
>0,50	Крайне высокий риск, немедленное прекращение деятельности
0,30 ... 0,50	Высокий риск; необходимы немедленные действия
0,10 ... 0,30	Серьезный риск, необходимы усовершенствования
0,01 ... 0,1 ≤0,01	Небольшой риск, возможно приемлемый

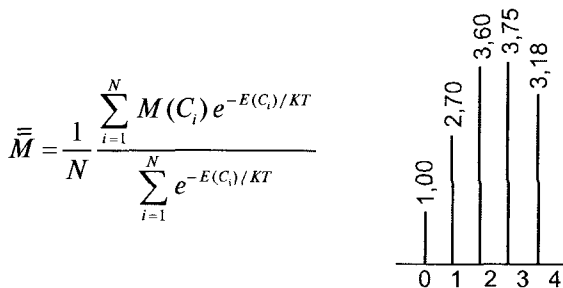
Метод Монте-Карло. Этот метод используется, когда необходимо выбрать самую большую вероятность или достоверность для риска или сбоя. Метод основывается на определении стохастических параметров, выбирая случайные числа. Например, в химической технологии известно, что распределение молекул вещества в определенном процессе зависит от термодинамики этого процесса (второй закон термодинамики). В состоянии термодинамического равновесия тепловое движение молекул вещества характеризует средняя кинетическая энергия E , которая зависит от температуры и числа степеней свободы молекул, причём одной степени свободы соответствует энергия

$$E = 1/2kT,$$

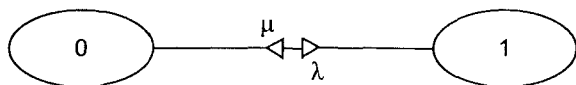
где k — константа Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К), и она тесно связана с термодинамической вероятностью W_n и энтропией системы S ($S = k \ln W_n$).

Таким образом, в методе Монте-Карло можно определить количество степеней свободы, которое характеризует возможность процесса в опре-

делённом температурном диапазоне. Для разных этапов процесса можно получить различные т. н. числа Монте-Карло M , которые характеризуют возможность отдельных этапов (например, в данном случае 3-й этап даёт наибольший выход вещества в какой-то реакции синтеза):



Метод анализа Маркова. Этот анализ основывается на линейных дифференциальных уравнениях, которые выбраны, чтобы установить возможные сбои через определённый период времени t или же скорость распространения и устранения сбоев. Диаграмма (цепь) Маркова, упрощённая схема которой показана ниже, отображает закономерности сбоев и их устранения. Показанная система в рабочем состоянии = «0», а в испорченном состоянии (сбой) = «1».



Сбой (характеризуется параметрами μ и λ) может быть устранён немедленно или же для его устранения может понадобиться определённое время (P_0 и P_1 — величины, которые определяются конкретными условиями задачи, например вероятности состояний (событий)). Эту взаимосвязь можно вычислить математически:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) - \mu P_1(t).$$

Если нужно вычислить, например, только вред (потери) для здоровья, то риск можно охарактеризовать численной моделью, которую можно взять за основу полуколичественной оценки риска.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

3.4. НЕКОТОРЫЕ ИНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Метод квалиметрического моделирования. Квалиметрическое моделирование опирается на понятие качества рассматриваемого объекта (экосистемы) и состоит в построении и исследовании математических моделей, описывающих эти качества. В процессе построения квалиметрических моделей определяется обобщенный показатель опасности объекта, формируемый на основе оценки конструктивных к другим признаков (свойств) объекта, которые могут оказывать влияние на уровень безопасности. Квалиметрические модели, составленные на базе тщательного морфологического анализа, призванного «препарировать» объект, пригодны также для оценки уровня опасности производственных объектов, а значит, рисков аварий, их масштабов и влияние на экосистемы. В следующей главе этот метод будет рассмотрен подробно.

Оценка экологического риска на основе критериального метода. Критериальный метод связывает вместе проблему экологической безопасности и проблему риска. Одна из идей в данном случае состоит в том, что здесь просматривается междисциплинарный подход и модель множественности источников и, соответственно этому, множества рисков. И на этом пути нас поджидают трудности. Действительно:

Во-первых, это различные источники опасности со своими распределениями вероятности по масштабу и скорости развития события.

Во-вторых, это различные объекты защиты со своими функциями чувствительности по отношению к данному виду воздействия.

В-третьих, это различные методы предотвращения неблагоприятных событий, противодействия последствиям, методы их локализации, смягчения, ликвидации и т. п.

Этот метод оценки и управления риском чаще всего ассоциируют с основным критерием, роль которого выполняет ожидаемая продолжительность жизни отдельного человека (ОПЖ). В этом методе принимается во внимание два основных типа воздействия на состояние здоровья человека:

- 1) экологическое воздействие;
- 2) техногенное воздействие.

Первое определяется на основе ПДК и ПДУ, а второе — ПДВ и ПДС.

Критериальный метод подвергается наибольшей критике, точнее не сам метод, а база для отсчета. То есть критике подвергаются сами ПДК и их производные. Основанием для такой критики можно назвать следующие положения:

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

1. Этот метод требует обеспечения «абсолютной безопасности», что не научно и не достижимо.
2. Слабая научная обоснованность ПДК, ПДУ и их производных. Отсутствие «порога» для многих веществ.
3. Отсутствует научно-обоснованный метод назначения ВДВ и ВДС.
4. Отсутствуют ПДВВ (предельно допустимые вредные воздействия) при авариях и катастрофах на человека и окружающую среду.
5. Не определены критерии безопасности для медленно текущих процессов.
6. Не определены критерии допустимого социально-психологического воздействия.
7. Отсутствие вышеперечисленных критериев не дает возможность сравнивать опасности разной природы и выявлять наиболее значимые.
8. Не определена конечная цель экологической и технической политики.
9. Отсутствуют принципы и критерии, в соответствии с которыми органы власти должны расходовать средства на повышение ОПЖ (ожидаемой продолжительности жизни).
10. Недостаточно адекватно отражены новые экономические и политические условия в стране и в регионах.

Ввиду наличия таких существенных недостатков, специалисты все больше склоняются к переходу от критериального метода на метод анализа полного риска.

Метод «снятия» неопределенностей. Название метода нельзя считать общепринятым. Это метод многократного переосмысления с разных позиций и разными специалистами исходной информации об объекте нашего внимания и воздействии на этот объект с целью управления рисками, которыми он подвержен, с точки зрения разных наук и дисциплин. Метод дает неплохие результаты при его грамотном применении, как простыми гражданами, так и специалистами, в том числе управленцами нижнего и среднего уровней.

Метод анализа полного риска и установления уровня этого полного риска. В этом методе уровень риска, а значит, критерий управления должен устанавливаться на разных уровнях по-разному, например:

1. Для уровня государственного управления как критерий, определяющий средние затраты на поддержание безопасности.
2. Для регионального уровня — как критерий, определяющий оптимальные затраты.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

3. Для уровня территорий — как критерий, определяющий приемлемую меру воздействия на населения территорий.
4. Для отдельного объекта — как непосредственный допустимый уровень воздействия этих объектов.

На основе этих критериев должны определяться затраты на «предотвращение» нежелательного развития событий и затраты на «компенсацию» — плата за ущерб в различной форме, включая страхование, плата за трансграничный перенос и т. д.

Метод анализа целесообразности затрат. Зная статью затрат, в которой экологический риск максимален, можно найти путь его снижения. Предприятие не анализирует источники возникновения риска, а принимает риск как целостную величину, таким образом, игнорируя его составляющие.

Аналитический метод. Объединяет в себе как возможность по факторного анализа параметров, которые влияют на экологический риск так и выявленные возможные пути снижения его уровня путем влияния на них. Существенные ограничения к своему использованию и используются только для оценки некоторого круга экологического рисков, генерируемых предприятиями.

Метод анализа чувствительности (уязвимости) человека и/или окружающей среды. Требуется минимальной стартовой информации. Не учитывает, насколько вероятны или реальны ожидаемые изменения отдельных факторов, а также то, насколько изменение параметров проекта могут иметь совместный, а не изолированный характер.

Метод анализа сценариев возникновения и развития нежелательных событий. Предвидит одновременное изменение нескольких переменных параметров в каком либо процессе или событие. Разрешает только определить вероятностный (с точки зрения эксперта) диапазон изменений результата процесса или феномена при наиболее неудачном (пессимистичном) или наиболее удачном (оптимистичном) изменении внутренних или внешних параметров.

Метод использования аналогов. Дает возможность обнаружить уровень риска по любому направлению деятельности предприятия, когда отсутствует четкая база для сравнений. В случае не учета прошлых и современных показателей в границах одной стадии очень высока вероятность получения ошибки.

Информационный метод оценки экологического риска. Информация как инструмент оценки и управления находит все более широкое распространение во всем мире. На основании исходных данных строится

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

«информационная картина», с помощью которой проводится анализ рисков по схемам, которые описаны выше.

Методы оценки рисков, основанные на учете факторов риска с позиций их значимости. По сути, это вариант метода экспертных оценок со всеми присущими ему преимуществами и недостатками.

Методы оценки многофакторных экологических рисков. Одно из современных решений таких проблем состоит в применении методики COP — сравнительной оценки рисков (*CRA — Comparative Risk Assessment*). По сути, методика COP представляет собой «сравнение и определение приоритетов рисков». В ситуации, где существуют риски разного характера, минимизация всех их может быть крайне затруднительной или даже невозможной (экономически, логистически и т. д.). Для проведения COP организуются *независимые* экспертные группы, каждая из которых занимается только *одним* из наличествующих рисков (во избежание «заражения результатов»). Применение этой методики, как правило, оказывается довольно дорогим мероприятием (требуется привлечение большого числа экспертов). Однако в ситуации серьезных многофакторных рисков это может оказаться единственным более или менее надежным решением.

Однако высокий уровень затрат на проведение COP — не единственная и даже не главная проблема методики. Основная же ее проблема заключается в:

- Во-первых, это проблема коммуникации с обществом (отдельные сегменты которого с максимальной эмоциональностью воспринимают «свои» риски).
- Во-вторых, существует проблема коммуникации между экспертными группами COP и руководством общего проекта. Ведь не секрет, что зачастую отличная презентация не самых удачных разработок и исследований «выигрывает» дело для презентера (группы) в ущерб даже самым успешным работам других участников (групп) проекта. То же самое касается и коммуникации (опять-таки даже на уровне презентаций) с теми, кто будет принимать решение в отношении приоритетов рисков.

Методика COP довольно широко используется в США, но в настоящее время все активнее внедряется и в европейских странах.

Оценка экологических рисков на основе новейших методов нелинейной динамики, в том числе с использованием нового контекста системного подхода. Желаящие ознакомиться с этими методами подробней могут обратиться к литературе, приведенной в конце книги.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Приведенные, как примеры, методы оценки экологическим риском, убеждают, что рискогенная оценка самых разных событий, явлений, систем, в том числе природных и антропогенных аварий и катастроф — не утопия. Необходимо наращивать наши усилия в этом направлении.

3.5. МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ РЕДКИХ СОБЫТИЙ

Проблема оценки риска для редких событий одна из самых болезненных. В тех случаях, когда речь идет о редких опасных событиях и явлениях техногенного или природного характера, вероятностный подход к оценке риска неприемлем. Однако намечается некоторый прогресс на пути решения этой проблемы.

Этот прогресс мы видим, прежде всего, в разработке специальных шкал, переводящих качественные оценки риска в другие «качественные», но с количественным подтекстом. Обозначим эти шкалы:

1. Номинальная шкала измерений, которая иначе называется шкалой наименований. В основе построения этой шкалы лежит бинарное отношение эквивалентности. Другими словами, совокупности объектов исследования можно сопоставить ряд несопадающих действительных чисел $\{x_i = x\}$, при этом множество эмпиричных объектов допускает разбиение на классы. Их образы в знаковой системе объединяются в классы эквивалентности. В данном случае, задача измерения найти место каждого измеряемого объекта на этой шкале. Шкала наименований допускает произвольное взаимно однозначное преобразование $\varphi(x)$ без потери информации о структуре множества m . Поэтому результат измерения — отнесения объекта к одному из классов — является инвариантом группы таких преобразований. В номинальной шкале может быть измерена интенсивность рисков в выражении степени опасности события, назначенная экспертом в виде лингвистических переменных, границы действия которых, слабо определены или размыты.

2. Следующей шкалой для оценки риска является шкала порядка. Шкала задается бинарными отношениями порядка. Так, совокупности объектов, например, измеренных в номинальной шкале, может быть поставлен в соответствие упорядоченный ряд действительных чисел. В данном случае задача измерения сводится к нахождению места каждого измеряемого объекта среди других объектов на этой шкале. Результатом такого измерения является ранжирование объектов по какому-либо признаку на основе его компарирования.

При этом необходимо отметить, что ранжировка объектов является инвариантом относительно группы преобразований числовой шкалы. При-

Таблица 3.4

Шкала оценок значимости риска

Лингвистическая переменная	Балл
Нулевая	1
Исключительно слабая	2
Очень слабая	3
Слабая	4
Средняя	5
Сильная	6
Очень сильная	7
Исключительно сильная	8
Предельно сильная	9

мерами таких шкал является шкала относительной твёрдости минералов Мооса, шкала скорости ветра Бофорта и силы землетрясений Рихтера. Если шкала твердости минералов имеет физический эталон, а именно, твердость, то шкалы Бофорта и Рихтера подразумевают сравнения интенсивности процессов (силы ветра и мощность разрушений) на основе экспертных оценок, т. е. психофизических измерений. Лингвистические переменные ранжируются по степени проявления их смысловой нагрузки на основании общефизических соображений.

При количественной оценке значимости риска примером может служить следующая ранжировка (табл. 3.4), оцененная в балльной шкале, при этом меньший балл предполагает меньшую интенсивность и меньшую степень опасности события.

Числа, поставленные в соответствие лингвистическим переменным, пригодны для проведения статистического анализа, обеспечивающего получение корреляционных зависимостей между входным воздействием и реакцией системы, а также оценки устойчивости этих связей, позволяющих выделить ложные предикторы или же неадекватные оценки экспертов.

3. Третьим методом измерения является шкала интервалов. В основе этой шкалы лежит четырехместное (тетрарное) отношение $p(a, b, c, d)$, которое выполняется тогда и только тогда, когда разность $a - b$ между элементами a и b меньше или равна разности $c - d$ между элементами c и d . Шкала интервалов может быть отображена на ось действительных чисел и справедлива с точностью до преобразования $\varphi(x)$ равно $\alpha x = \beta$, где x — элемент шкалы, а α и β являются постоянными коэффициентами. Здесь целью измерения является отыскание вариантов отношений измеряемых величин к группе преобразований числовой шкалы. Изменения α и β приводят к изменению масштаба и начала отсчета, т. е. другими словами, аналогично линейке, на которой не определен ноль (начало отсчета) и не определена цена деления. Ценой деления и началом отсчета в данном случае может быть любая величина как числовой, так и не числовой природы.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

4. Четвертой и наиболее привычной шкалой измерения является абсолютная шкала. В этой шкале зафиксировано начало отсчета и единица масштаба. Такая шкала допускает только тождественное преобразование $\varphi(x) = x$ (классическая линейка).

Обобщение процесса измерения допускает комбинацию применения всех вышеназванных шкал для получения результата. Это положение позволяет осуществить плавный переход от чисто количественных к чисто качественным измерениям и в ряде случаев обрабатывать их совместно.

Дополнением к сказанному отметим, что существует подход, основанный на субъективной логике. В этом случае в рассмотрение вводится определенная мера субъективных мнений и убеждений. Обращение мнений в критерий экологического риска предусматривается с использованием метода экспертных оценок и проведением расчетов, например, по формуле Байеса. В таком подходе неизбежно могут возникнуть нетривиальные, а порой противоречивые суждения и выводы. Противоречия снимаются с привлечением аппарата правдоподобных рассуждений.

В одной из предлагаемых методик экологически опасную ситуацию предлагается характеризовать показателем «значимости — тревожности», непосредственным образом связанным с возможной тяжестью рассматриваемого события и вероятностью реализации последствий. Под этой вероятностью и понимается уровень техногенного и экологического риска. Показатель «значимость — тревожность» имеет смысл численной характеристики возможных затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Суть дальнейшего анализа в этом методе сводится к следующему. Для каждого из классифицированных событий или вида последствий производится экспертная оценка риска в смысле шанса возникновения или реализации события. Результаты оценки выражаются в процентах. При данной величине риска по мнению эксперта событие возникает так часто, что ситуация характеризуется как значимая-тревожная.

На основе статистической обработки данных, полученных от экспертов, строится графическая зависимость уровня риска от степени опасности события или тяжести последствий. Эта зависимость носит, как правило, характер, близкий к экспоненциальному. Далее вводится показатель неопределенности реализации рассматриваемого экологически опасного события H , определяемый по формуле $H = -k \ln R$, в которой k — коэффициент, определяемый по экспертным данным, R — риск.

Этот метод может быть уточнен, если ввести в рассмотрение нечеткие (размытые) множества интенсивности, выражающие степень опасности события (тяжесть последствий), то есть мы имеем пример работы но-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

минальной шкалы: 1 — нулевая, 2 — исключительно слабая, 3 — очень слабая, 4 — слабая, 5 — не слабая, не сильная, 6 — сильная, 7 — очень сильная, 8 — исключительно сильная, 9 — предельно сильная.

Множества, выражающие возможность возникновения экологически опасного события реализации последствий определенной степени тяжести: 1 — никогда, 2 — исключительно редко, 3 — очень редко, 4 — редко, 5 — не редко, не часто, 6 — часто, 7 — очень часто, 8 — исключительно часто, 9 — всегда.

С использованием этих категорий интенсивности проводится дальнейший экспертный анализ, представляемый в виде графиков, относящихся к различным уровням показателя «значимость — тревожность». Из этих графиков уровень техногенного и экологического риска представляется не в численных оценках, а в шкале типа: очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий.

В заключении следует отметить, что правомерность такого подхода оспаривается достаточно большим количеством специалистов. Однако подавляющее большинство из этих критиков ничего не предлагают взамен. В этой связи рассмотренный кратко метод оценки техногенного и экологического риска следует рассматривать как дискуссионный.

3.6. МАТРИЦА РИСКА. СЦЕНАРИЙ ПЕРВЫЙ

Во многих государствах ЕС, США, в Индии и Китае особенно в последние годы, широкое распространение получили так называемые матрицы риска, которые ощутимо облегчают процесс анализа и оценки риска. В РФ аналогичный подход представлен в ГОСТ Р 51901.4-2005 «Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании».

Предлагаемая в проекте упомянутого стандарта методика оценки риска основана на применении диаграмм в системе координат «Вероятность события / Последствия события». Матрица риска показывает зависимость уровня (категории) риска от соотношения вероятности события и тяжести его последствий.

Потенциальные опасности. Ущерб. К потенциальным опасностям относятся такие факторы, которые могут при определенных условиях причинить ущерб здоровью человека или нанести ущерб окружающей среде. Каждая потенциальная опасность — это фактор, но не каждый фактор является опасностью. Фактор превращается в опасность при определенной величине или длительности воздействия на человека или окружающую среду. Под ущербом в данном случае понимаются возможные заболевания и травмы различной тяжести, которые могут быть результа-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
том воздействия опасностей на человека. Для окружающей среды ущербы состоят в ее разрушении, деградации, загрязнении и т. д.

Оценка величины опасности. Опасность опасности разнь. Есть опасности незначительные, есть очень серьезные. Существует объективная необходимость оценивать опасности количественно. Количественная оценка опасностей называется **квантификацией** (лат. quantum — сколько). Однако не всегда можно оценить опасность числом. Нередко приходится прибегать к вербальным (качественным) оценкам.

Способы оценки зависят от природы опасности и имеющихся данных. Опасности по метрологическому признаку делятся на **параметрические (измеряемые)** и **стохастические (случайные)**. Факторы и опасности, которые можно измерить приборами (вибрация, шум, ЭМИ и др.), называются **параметрическими**. Факторы и опасности, оцениваемые экспертно, называются **стохастическими**. Можно выделить следующие приемы или способы оценки опасностей:

- *измерение опасностей при помощи соответствующих приборов и последующее сравнение результатов с нормативами;*
- *расчеты на основе статистических данных;*
- *моделирование, эксперимент;*
- *экспертные оценки;*
- *метод аналогий.*

Актуализация потенциальных опасностей и приносимый ими ущерб по своей природе носит случайный, стохастический характер. Классической оценкой опасности является риск.

Как отмечено выше, риск — это оценка опасности, учитывающая одновременно ее вероятность (частоту) и величину тяжести последствий (т. е. ущерба). Это значит, что экологический риск R определяется по формуле

$$R = W \cdot S,$$

где W — вероятность события, S — последствия.

1. При помощи риска целесообразно оценивать стохастические опасности.
2. Для определения величины риска той или иной опасности разрабатывается соответствующий инструментарий, который включает:
 - *матрицу (таблицу);*
 - *категории и критерии вероятности;*
 - *категории и критерии последствий (ущерба);*
 - *уровни риска: действия и срочность мероприятий.*

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Возможны различные экспертные подходы к разработке инструментария для определения величины риска. При этом можно руководствоваться соображениями, представленными на рис. 3.8.

МАТРИЦА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ К РИСКУ



Рис. 3.8. Вспомогательная информация, позволяющая более эффективно использовать матрицы риска

Общая характеристика инструментария. По содержанию все матрицы идентичны, разница лишь в форме, количестве анализируемой информации и числе применяемых градаций. Матрица — это прямоугольная система координат. По одной оси матрицы показывается вероятность, по другой — последствия. Вероятность и последствия делятся на несколько категорий. Для каждой категории вероятности и последствий формируются соответствующие критерии.

На пересечении категорий вероятности и ущерба определяется величина риска. Для каждого уровня риска устанавливаются действия и срочность мероприятий по минимизации возможных последствий рискованной ситуации.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

В проекте стандарта «ССБТ. Система управления охраной труда в организации. Руководство по применению ГОСТ Р 12.0.006—2002», содержатся, в частности, представляющие для нас интерес методические рекомендации по идентификации опасностей на рабочих местах, применению методов оценки рисков на рабочих местах, их классификации и управление.

Предлагаемая методика оценки риска основана на применении диаграмм в системе координат «Вероятность события/Последствия события» (рис. 3.9).

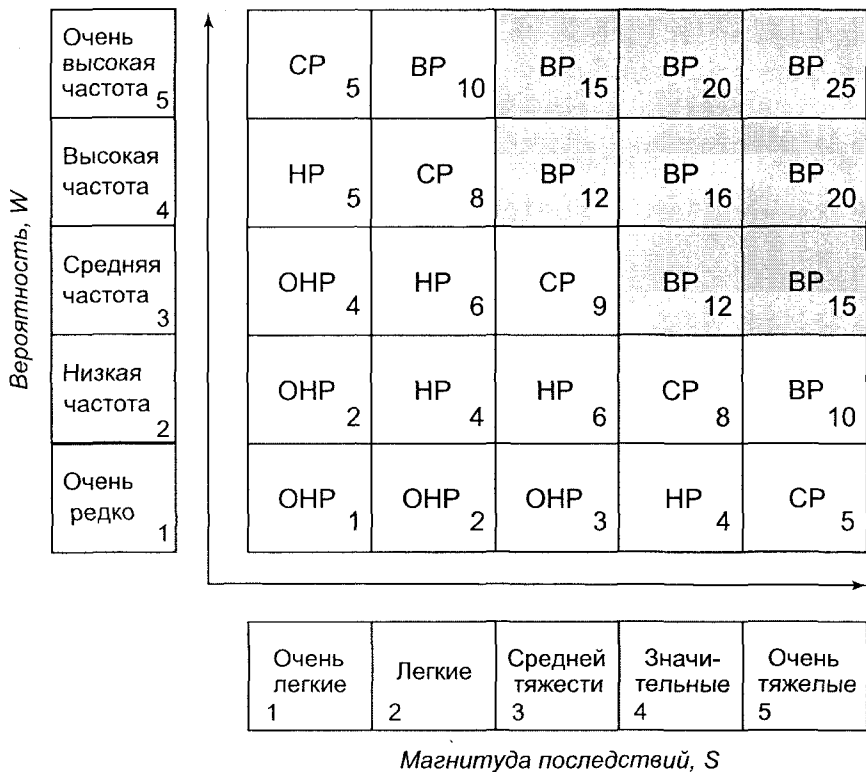


Рис. 3.9. Матрица риска

Как видим, по осям матрицы показаны категории вероятности и последствий, по полю матрицы расположены величины рисков, полученные как произведение соответствующих компонентов $R = W \cdot S$.

Вероятность и последствия нежелательного или опасного события условно разделяются на пять категорий, каждая из которых характери-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/учебники.shtml>

зуется качественными характеристиками: очень низкая, низкая, средняя, высокая и очень высокая (категорий может быть и три и десять в зависимости от поставленных целей и обоснованной точности оценки риска). Затем этим категориям присваиваются соответствующие цвета опасности или баллы, например, от 1 до 5. Величина риска определяется, как произведение баллов, характеризующих вероятность события и его последствия. Так, очень часто происходящее событие, оцениваемое экспертами в 5 баллов, приводящее к легким последствиям, оцениваемым в 2 балла, представляет высокий уровень риска с величиной 10 баллов.

Пояснения к матрице представлены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Пояснения к матрице риска

Уровень (категория) риска	Величина риска в баллах	Что надо делать
ОНР (очень низкий риск)	1–3	Выполнение текущих процедур
НР (низкий риск)	4–6	Выполнение специфических процедур ответственным исполнителем
СР (средний риск)	7–9	Требуется соответствующий мониторинг и выполнение специальных процедур
ВР (высокий риск)	10–16	Требуются плановые действия, информирование высшего руководства для принятия решений
ОВР (очень высокий риск)	17–25	Требуются незамедлительные действия

При всей привлекательности данный подход представляется несколько упрощенным, поскольку в такой интерпретации не учитывает так называемый человеческий фактор, лежащий в основе 60... 80 % несчастных случаев с экологическими последствиями. То, что справедливо для «чисто» природных и технических систем, оказывается неприемлемым для эргатических систем, так как наличие или отсутствие мотивации, профессионального опыта, знаний, средств защиты и т. п. могут в значительной степени повлиять как на вероятность, так и на тяжесть последствий несчастного случая. Присутствие субъективного фактора в системе «человек — машина — среда» обуславливает необходимость введения дополнительного параметра, позволяющего учитывать ее специфику.

Тем не менее, оценка риска на основе метода матриц риска продолжает совершенствоваться и все чаще применяется на практике.

Вернуться в каталог учебников

3.7. МАТРИЦА РИСКА. СЦЕНАРИЙ ВТОРОЙ

Представленный здесь вариант — это Британский стандарт BS 8800. Этот метод более высокого уровня сложности. В британском стандарте матрица рисков формируется с помощью ряда таблиц (табл. 3.6–3.9).

Т а б л и ц а 3.6

Величина рисков

Вероятность	Последствия		
	небольшие	средние	серьезные
Малая	1. Мало значимый риск	2. Малый риск	3. Умеренный риск
Средняя	2. Малый риск	3. Умеренный риск	4. Значительный риск
Высокая	3. Умеренный риск	4. Значительный риск	5. Недопустимый риск

В табл. 3.6 принято три уровня серьезности последствий и вероятности вреда. Сначала определяют серьезность последствий, причиненных ситуацией, с помощью трехразных позиций в верхней строке таблицы, а после этого оценивают вероятность причиненного вреда с помощью первого столбца. На пересечении выбранных направлений окажется величина найденного уровня риска. Величины риска различаются от минимального значения риска — 1 (малозначимый риск) до максимального, значение — 5 (недопустимый риск). Очень важно, что столбцы в графе «последствия» имеют перекрытия, повышающие гибкость метода.

Т а б л и ц а 3.7

Критерии в определении вероятности события

Вероятности	Признаки вероятности событий
1. Вероятность малая	Событие, которое происходит редко и нерегулярно. Например, поверхность тротуаров зимой становится скользкой ото льда
2. Вероятность средняя	Событие, которое возникает время от времени, но нерегулярно. Например, во время техобслуживания подъемника груз нужно поднимать вручную
3. Вероятность высокая	Событие, которое возникает часто и регулярно. Регулярное движение погрузчика вызывает опасность столкновения

Затем определяют признаки (критерии) вероятности событий (табл. 3.7) и серьезности последствий (табл. 3.8).

Критерии определения серьезности последствий

Последствия	Признаки последствий
1. Небольшие	Событие вызывает кратковременное заболевание или нарушение здоровья, которые не предполагают обращения за медицинской помощью
2. Средние	Событие вызывает значительные и длительные последствия. Предполагает обращение за медицинской помощью. Вызывает от 3 до 30 дней отсутствия на работе. Например, резаная рана или слабые ожоги
3. Серьезные	События вызывает постоянные и необратимые повреждения. Предполагает серьезное лечение и вызывает отсутствие на работе более 30 дней. Например, серьезное профессиональное заболевание, стойкая нетрудоспособность или летальный исход

Наконец, по табл. 3.9 определяется необходимость проведения мероприятий для снижения риска.

Значимость риска и необходимость мероприятий

Величина риска	Необходимые мероприятия для снижения риска
Мало значимый риск	Риск так мал, что мероприятия не требуются
Малый риск	Мероприятия не обязательны. За ситуацией надо следить, чтобы риск был управляемым
Умеренный риск	Прибегнуть к мероприятиям для уменьшения риска. Мероприятия следует спланировать и провести точно по графику. Если риск вызывает серьезные последствия, необходимо выяснить вероятность события более точно
Значительный риск	Снижение величины риска обязательно. Мероприятия необходимо начать срочно. Работа в условиях риска должна быть немедленно прекращена, и ее нельзя начинать прежде, чем будет уменьшен риск
Недопустимый риск	Ликвидация риска обязательна. Мероприятия необходимо начинать срочно. Работа в условиях риска должна быть немедленно прекращена. И ее нельзя начинать, прежде чем риск будет ликвидирован

3.8. МАТРИЦА РИСКА. СЦЕНАРИЙ ТРЕТИЙ

По третьему сценарию следующая версия матрицы — это матрица Леопольда. С ее помощью можно провести:

- 1) оценки экологического риска (**Environmental Risk Assessment, ERA**);
- 2) **ОВОС (Environmental Impact Assessment, EIA)**;
- 3) экологический аудит (**Environmental Auditing, EA**).

Матрица Леопольда — двумерная. В общем виде метод матрицы Леопольда предусматривает учет 88 видов воздействия (столбцов) и 100 характеристик среды обитания (строк матрицы). Таким образом, может быть 8800 ячеек, причем, в каждой ячейке по две оценки (магнитуда и важность). Всего — 17 600 значений, поэтому нужна компьютерная обработка.

На практике используют гораздо меньше столбцов и строк. Суммирование ведется по столбцам и строкам.

Столбцы — виды техногенного воздействия данного проекта на среду обитания.

Строки — экологические, социальные и культурные условия территории, которые могут подвергнуться воздействию проекта.

Магнитуда — от 1 до 10 баллов.

Важность (значимость) — от 1 до 10.

СТОЛБЦЫ МАТРИЦЫ — ВИДЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (PROJECT ACTIONS)

А. ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО (LAND TRANSFORMATION AND CONSTRUCTION)

1. Строительство промышленных объектов. 2. Строительство домов и городская инфраструктура. 3. Дороги и мосты. 4. Каналы. 5. Плотины, водохранилища. 6. Нефте- и газопроводы.

Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ (RESOURCE EXTRACTION)

1. Взрывные работы, бурение скважин. 2. Карьеры. 3. Горные выработки, шахты. 4. Лесоповал, заготовки древесины. 5. Рыболовство и др.

В. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ (PROCESSING)

1. Обработка минерального сырья (обогащение руд и пр.).
2. Металлургия.
3. Нефтепереработка.
4. Производство электроэнергии.
5. Химическая промышленность.
6. Текстильная промышленность.
7. Производство бумаги.
8. Сельское хозяйство.
9. Пищевая промышленность и др.

Г. ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ (LAND ALTERATION)

1. Эрозия почвы.
2. Сооружение террас.
3. Осушение болот, мелиорация.
4. Отвалы, «хвосты», свалки.
5. Строительство портов.
6. Изменение ландшафта и др.

Д. ТРАНСПОРТ (CHANGES IN TRAFFIC)

1. Железные дороги.
2. Автотранспорт.
3. Воздушный транспорт.
4. Морской и речной транспорт и др.

Е. ОТХОДЫ — ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ (WASTE EMPLACEMENT AND TREATMENT)

1. Затопление в море.
2. Заполнение оврагов.
3. Сооружение свалок.
4. Перемещение «хвостов» и отвалов.
5. Подземное складирование.
6. Сооружение прудов-отстойников.
7. Закачка жидких отходов в скважины и др.

Ж. ХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (CHEMICAL TREATMENT)

1. Внесение удобрений.
2. Химическая стабилизация почвы (против эрозии).
3. Гербициды.
4. Пестициды.
5. Обработка автострад и др.

З. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ (ACCIDENTS)

1. Взрывы.
2. Утечки загрязнителей.
3. Разливы нефти и нефтепродуктов.
4. Стихийные бедствия.
5. Теракты.

СТРОКИ МАТРИЦЫ — ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСЛОВИЯ СРЕДЫ (ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS AND CONDITIONS)

А. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. **Земля:** а) минеральные ресурсы; б) почвы; в) строительные материалы; г) ландшафт и др.

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

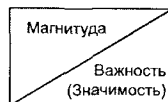
2. **Вода:** а) поверхностные воды; б) морские воды; в) подземные воды; г) качество воды; д) температура; е) снег, лед, многолетняя мерзлота.
3. **Атмосфера:** а) качество воздуха (газы, аэрозоли); б) температура, в) влажность.
4. **Процессы:** а) сейсмичность; б) движения на склонах (оползни, сели, лавины); в) наводнения; г) эрозия; д) седиментация; е) растворение; ж) сорбция; з) процессы в атмосфере.

Б. БИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

1. **Флора:** а) деревья; б) кустарники; в) травы; г) сельхозкультуры; д) микрофлора; е) водные растения; ж) биологические виды под угрозой.
2. **Фауна:** а) птицы; б) животные суши; в) рыбы; г) крабы, ракообразные, устрицы; д) насекомые; е) микрофауна; ж) биологические виды под угрозой.

В. КУЛЬТУРНЫЕ ФАКТОРЫ

1. **Землепользование:** а) заповедники; б) лесное хозяйство; в) сельское хозяйство; г) жилые дома; д) промышленные объекты.
2. **Отдых (*Recreation*):** а) курорты; б) парусный спорт; в) кемпинги; г) плавание; д) охота; е) рыбалка.
3. **Эстетические факторы (*Aesthetics & Human Interest*):** а) качество ландшафта; б) парки и заповедники; в) пейзажи; г) редкие и уникальные виды или экосистемы; д) археологические объекты; е) исторические и архитектурные памятники и др.
4. **Культурный статус (*Cultural Status*):** А) Качество ландшафта, Б) Парки и заповедники, В) Пейзажи, Г) Редкие и уникальные виды или экосистемы, Д) Археологические объекты, Е) Исторические и архитектурные памятники и др.



(В каждой клетке слева вверху — магнитуда, справа внизу — значимость)

Процессы Характеристики ОС	Магнитуда										
	Строительство объектов	Добыча сырья	Снабжение энергией	Снабжение водой	Обработка сырья	Изготовление продукции	Выбросы в атмосферу	Сбросы в гидросферу	Транспорт	Твердые отходы	ВСЕГО
Воздух			4				3		2	1	10
			3				4		3	2	12
Почва	2						2				4
	1						1				2
Поверхностные воды								7	2	1	10
								6	1	2	9
Грунтовые воды				4				4	1	3	12
				5				6	1	5	17
Растительность		2					2	2	1	1	8
		4					2	3	1	1	11
Животный мир	2	2					2	1	1	1	8
	3	3					4	3	5	18	
Сельское хозяйство			1					1			3
			1					1			3
Пищевые цепи				1			1	1			3
				1			1	1			3
Шум	2								2		4
	1								2		3
Рекреационные зоны							2	2	2	1	9
							3	4	3	2	9
Возможность технических ЧС								3			3
								6			6
Рабочие места											
ВСЕГО	6	4	6	4			11	22	11	8	
	5	7	5	5			12	31	14	17	

Рис. 3.10. Пример матрицы Леопольда. Баллы в ячейках проставлены произвольно

3.9. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТРИЦ РИСКА К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОЛИГОНЕ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ «КРАСНЫЙ БОР»

Полигон «Красный Бор» расположен на территории площадью 65,4 га в 2 км к северу от поселка Красный Бор, в 6 км к востоку от Колпинского района Санкт-Петербурга. Полигон принимает промышленные отходы 1–4 класса опасности на размещение в картах-котлованах, открытых в массиве кембрийской глины, и за более чем 40 лет эксплуатации им принято 1,5 млн тонн промышленных отходов.

Значимость полигона как источника загрязнения окружающей среды была признана не только на региональном, но и на федеральном и международном уровнях. Ввиду этого потребовалось разработать и ввести в практику повседневной деятельности комплекс мероприятий организационного, технологического и методического характера, направленный на значительное улучшение состояния окружающей среды в районе полигона.

Рискологический подход частично решает эту проблему и заметно обогащает инструментарий систем принятия решений по обеспечению экологически безопасного функционирования полигона «Красный Бор».

Исследование генезиса, структуры и особенностей основных источников риска показало, что риски катастрофического ухудшения качества вод рек Ижора и Тосна, а также ухудшения качества вод в р. Нева порождаются только рисками возникновения аварийных ситуаций на полигоне и не обусловлены его штатным функционированием.

При моделировании сценариев аварийных ситуаций (АС) в качестве базовых были приняты сценарии, отраженные в табл. 3.10. При этом было учтено, что развитие АС может быть классифицировано по двум основным направлениям:

1. Залповые выбросы.
2. Продолжительное воздействие.

Для каждого сценария была выполнена численная оценка рисков методом матриц риска в двух версиях: а) путем формализации экспертных заключений и б) методом стандартной матрицы (метода, описанного в п. 3.6).

При этом для первого метода величина риска рассчитывалась по формуле:

$$R = K_1 \cdot K_2 \cdot W \cdot S,$$

где R — риск, W — вероятность реализации события, S — магнитуда ущерба, K_1, K_2 — корректирующие коэффициенты.

Вероятность события W считалась по частоте его проявления, табл. 3.11. В таблицах 3.12, а – 3.12, в представлены численные значения корректирующих коэффициентов K_1 и K_2 и магнитуды последствий S .

Т а б л и ц а 3.10

Типы аварийных ситуаций

№ сценария и риска R_i	Тип аварийной ситуации
<i>Действующие риски</i>	
1 (R_1)	Отказ дамб обвалования карт размещения отходов (перелив, разрушение тела дамбы)
2 (R_2)	Нарушение герметичности подземного глиняного массива вследствие неотектонических явлений
3 (R_3)	Фильтрация загрязненных сточных вод посредством водоотводных каналов и через приповерхностный почвенный слой в окружающую среду
4 (R_4)	Атмосферный перенос от объектов обращения с отходами (карты и УТО)
5 (R_5)	Возникновение возгорания на карте размещения отходов
6 (R_6)	Аварии при транспортировке отходов на полигон и их размещении в карты-котлованы
7 (R_7)	Выброс загрязняющих веществ в результате экстремальных природных явлений (смерчи, ураганы, землетрясения) или событий техногенного характера (падение самолета, террористический акт)

Новые риски, возникающие при строительстве экспериментального предприятия по переработке отходов и пуске его в эксплуатацию

8 (R_8)	Аварии при осуществлении процессов переработки отходов
9 (R_9)	Инциденты на рекультивируемых картах

**Частота W проявления АС и присвоенные численные значения
(W принимает значения 1–6)**

W	Описание частоты аварийных ситуаций
1	Наступление события маловероятно, или вероятность его наступления составляет не более 10^{-3} – 10^{-2} раз в год (не более 1 раза в 100 лет)
2	Наступление события недостаточно вероятно, или вероятность его наступления составляет 10^{-2} – $2 \cdot 10^{-2}$ раз в год (не более 1 раза в 50–100 лет)
3	Наступление события вероятно, или вероятность его наступления составляет $2 \cdot 10^{-2}$ – 10^{-1} раз в год (не более 1 раза в 10–50 лет)
4	Наступление события весьма вероятно, или вероятность его наступления составляет 10^{-1} – $2,5 \cdot 10^{-1}$ раз в год (не более 1 раза в период 4–10 лет)
5	Наступление события крайне вероятно, или вероятность его наступления составляет $3 \cdot 10^{-1}$ – 10^0 раз в год (не более 1 раза в 1–3 года)
6	Наступление события неизбежно, или вероятность его наступления составляет 10^0 – 10^1 раз в год (1 и более раз в год)

Таблица 3.12, а

**Ранжирование фактора времени воздействия
первичного субъекта воздействия на объекты риска
(поправочный коэффициент K_1 , принимающий значения от 1.1 до 1.7)**

(K_1)	Время воздействия первичного субъекта воздействия на объекты риска
1,1	Воздействие фактора отсутствует
1,2	Воздействие фактора носит импульсный характер (менее 1 часа)
1,3	Воздействие фактора мало (1–12 часов)
1,4	Воздействие фактора небольшой продолжительности (12–24 часа)
1,5	Воздействие фактора средней продолжительности (24–96 часов)
1,6	Воздействие фактора очень продолжительное (5–30 дней)
1,7	Воздействие фактора крайне продолжительное (более 30 дней) или носит постоянный характер

**Учет фактора сезонного распределения опасных явлений и процессов
(поправочный коэффициент K_2 , принимающий значения от 1.1 до 1.4)**

K_2	Характеристика степени влияния сезона на динамику АС
1,1	Сезонные условия незначительно влияют или не влияют на ход аварийной ситуации
1,2	Сезонные условия могут частично осложнить течение АС
1,3	Сезонные условия могут значительно осложнить течение АС
1,4	Сезонные условия вкпе с наиболее уязвимым периодом года могут непредсказуемо осложнить течение АС

Таблица 3.12, в

**Магнитуа S фактора оценки последствий катастрофичности события
(шкала 1–5)**

Магнитуа S	Описание последствий произошедшего события в зависимости от магнитуды
1	Последствия незначительные, могут быть устранены силами управляющей организации полигона в пределах текущих затрат в срок до 1 мес.
2	Последствия ограниченные, могут быть устранены за счет внутренних резервов управляющей компании полигона или привлечения заемных средств. Затрагы на устранение последствий не приведут к банкротству управляющей компании. Срок устранения последствий — до 1 года
3	Последствия значительные, имеются негативные последствия для здоровья значительных групп населения. Устранение последствий силами управляющей компании полигона невозможно, требуется финансовое участие властей на региональном уровне. Срок устранения последствий — до 3 лет
4	Крупный ущерб, для устранения последствий требуется поддержка федерального центра или международных организаций. Срок устранения последствий — 3 года и более
5	Неустранимый ущерб, последствия могут быть минимизированы в течение длительного срока

При таком способе подсчета риска его численные значения лежат в интервале 1–72. Далее в таблице 3.13 приведены соотношения, поясняющие связь между психолингвистическими операторами и присвоенными им количественными мерами.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Пояснения к уровням риска

Уровень (категория) риска	Величина риска
Очень низкий риск	Менее 10
Низкий риск (приемлемый)	10–20
Средний риск	20–30
Высокий риск	30–40
Очень высокий риск	Свыше 40

Таблица 3.14 содержит итог выполненных расчетов.

Таблица 3.14

Сценарии, оценка риска и необходимые мероприятия

№ сценария и риск	Сценарии	Параметры R	Уровень риска	Действия
1 (R_1)	Отказ дамб обвалования карт размещения отходов (перелив, разрушение тела дамбы)	$W = 4$ $K_1 = 1,2$ $K_2 = 1,$ $S = 4$ $R_1 = 27$	Средний	В рамках перспективной деятельности предприятия осуществляется планирование мероприятий для снижения риска с резервированием специального бюджета
2 (R_2)	Нарушение герметичности подземного глиняного массива вследствие неотектонических явлений	$W = 2$ $K_1 = 1,5$ $K_2 = 1,1$ $S = 4$ $R_2 = 13$	Низкий	Проведение специальных мероприятий в данный момент не требуется, риском можно пренебречь до получения данных, свидетельствующих о повышении риска
3 (R_3)	Фильтрация загрязненных сточных вод в окружающую среду	$W = 6$ $K_1 = 1,7$ $K_2 = 1,3$ $S = 4$ $R_3 = 53$	Очень высокий	Требуется разработка и выполнение специального крупномасштабного плана мероприятий с привлечением сторонних экспертов с привлечением крупных объемов стороннего финансирования
4 (R_4)	Атмосферный перенос от объектов обращения с отходами (карты и УТО)	$W = 6$ $K_1 = 1,4$ $K_2 = 1,2$ $S = 3$ $R_4 = 30$	Высокий	Требуется разработка и выполнение перечня специальных мероприятий для снижения риска с привлечением дополнительного финансирования из внутренних или внешних источников

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

№ сценария и риск	Сценарии	Параметры R	Уровень риска	Действия
5 (R_5)	Возникновение возгорания на карте размещения отходов	$W = 4$ $K_1 = 1,3$ $K_2 = 1,2$ $S = 3$ $R_5 = 19$	Низкий	Проведение специальных мероприятий в данный момент не требуется, риском можно пренебречь до получения данных, свидетельствующих о повышении риска
6 (R_6)	Аварии при транспортировке отходов на полигон и их размещении	$W = 4$ $K_1 = 1,2$ $K_2 = 1,3$ $S = 1$ $R_6 = 6$	Очень низкий	Проведение специальных мероприятий не требуется
7 (R_7)	Выброс ЗВ в результате экстремальных природных явлений или событий техногенного характера	$W = 1$ $K_1 = 1,2$ $K_2 = 1,3$ $S = 3$ $R_7 = 5$	Очень низкий	Проведение специальных мероприятий не требуется
8 (R_8)	Аварии при осуществлении процессов переработки отходов	$W = 2$ $K_1 = 1,3$ $K_2 = 1,1$ $S = 3$ $R_8 = 9$	Очень низкий	Проведение специальных мероприятий не требуется
9 (R_9)	Инциденты на рекультивируемых картах	$W = 3$ $K_1 = 1,6$ $K_2 = 1,2$ $S = 2$ $R_9 = 12$	Низкий	Проведение специальных мероприятий в данный момент не требуется, риском можно пренебречь до получения данных, свидетельствующих о повышении риска

Анализ показывает, что наиболее опасными по уровню социальных и экологических последствий опасных ситуаций являются сценарии, связанные с фильтрацией содержимого карт-котлованов в окружающую среду, причем опасность представляют как действующие, так и старые засыпанные карты. Также высокий интегральный риск имеет сценарий с загрязнением атмосферного воздуха сооружениями полигона.

Для реализации принципа конструктивизма (возможности сопоставления полученных результатов с результатами, полученными другими

Вернуться в каталог учебников

методами) была проведена оценка рисков R_1-R_9 с помощью «стандартной» матрицы рисков (табл. 3.15).

Таблица 3.15

Величины риска по отдельным сценариям и выражения его уровня в качественных и количественных показателях в методе «стандартной» матрицы

№ риска	Вероятность	Последствия	Величина риска	Уровень риска	Что надо делать
1	3	3	9	Средний	Требуется соответствующий мониторинг и выполнение специальных процедур и требований
2	1	5	5	Средний	Требуется соответствующий мониторинг и выполнение специальных процедур и требований
3	5	4	20	Высокий	Требуется незамедлительные действия
4	5	3	15	Очень высокий	Требуется незамедлительные действия
5	3	3	9	Средний	Требуется соответствующий мониторинг и выполнение специальных процедур и требований
6	3	1	3	Очень низкий	Выполнение текущих процедур
7	1	4	4	Низкий	Выполнение специфических процедур ответственным исполнителем
8	2	3	6	Низкий	Выполнение специфических процедур ответственным исполнителем
9	4	1	4	Низкий	Выполнение специфических процедур ответственным исполнителем

Сравнение результатов, полученных разными методами, показывает их неплохую корреляцию. И в том, и в другом случае оценки риска проводились в так называемой номинальной линейной шкале. Это значит, что шкале (1–72) можно сопоставить шкалу (1–25), умноженную приблизительно на 3.

3.10. МЕТОД КАРТ РИСКА

Карты риска, как важный элемент системы оценки и управления риском, широко применяются на Западе, а теперь и в России. Один из методов картирования риска с целью управления им — это хорошо известный голландский метод (рис. 3.11 и табл. 3.16).

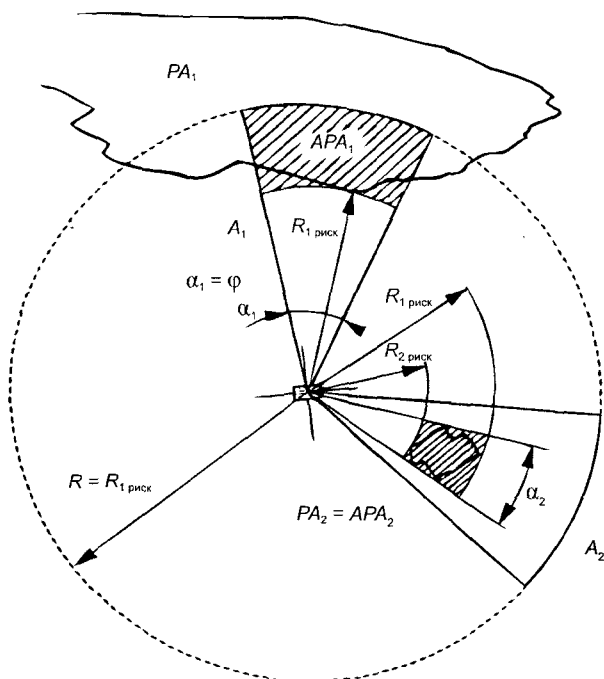


Рис. 3.11. Иллюстрация графической оценки последствий для конкретной категории опасности. Следует выбирать сектор, где по расчетам получается наибольшее количество жертв

Таблица 3.16

Пояснения к рисунку 3.11

Обозначение	Наименование показателей
R	Максимальное расстояние распространения поражения
A	Площадь пораженного района
PA	Населенные районы
APA	Заселенные районы подверженные аварийному воздействию

Вернуться в каталог учебников

Обозначение	Наименование показателей
R_{min}	Минимальное расстояние от эпицентра опасной деятельности до населенного района
R_{max}	Максимальное расстояние от эпицентра опасной деятельности до населенного района
#	Угол сектора поражения
α	Угол сектора, включающего пораженный населенный район

В центре круга находится опасный объект (в этом примере нефтеперерабатывающий завод). Карта риска указывает на области, которые подвержены наибольшим угрозам и разрушениям в случае взрыва или пожара (области высоких рисков), см. рис. 3.11. Такая карта риска имеется у руководства объекта и является документом, по которому надо действовать в случае возникновения чрезвычайного события.

Существует несколько взглядов на метод карт риска. Один из них — позитивный. Сторонники этого метода настаивают на применении западных подходов картирования рисков без всяких изменений. Другой взгляд — а это мнение многих российских ученых, состоит в том, что в том виде, в котором он представлен голландцами, метод не работоспособен. И они скорее правы, чем те, кто готов безоговорочно его принять. Их аргументированная точка зрения состоит в следующем.

1. *Громоподобные системы в условиях России не работоспособны (карты риска в голландском варианте дополняются огромным количеством вспомогательного материала, в котором может разобраться только специалист, а не чиновник).*
2. *В России для применения карт риска отсутствует соответствующая нормативно-правовая база.*
3. *Карты риска могут быть более объективными, если при их составлении с помощью опроса населения и учета их опыта проживания рядом с опасным объектом, уточняются те данные, которые получены иным путем. Однако в России не работает обратная связь, то есть мнение населения практически никого не интересует.*

Другой пример приведен (рис. 3.12) на карте побережья Черного моря в Краснодарском крае. Черные линии на карте — это изолинии, то есть линии равных значений риска. Такое представление риска весьма удобно для ЛПР, так как этот метод очень нагляден, и, если построить ряд таких карт через определенные интервалы времени, то можно видеть основные тенденции в эволюции риска, что может ЛПР помочь в планировании и организации мероприятий по снижению рисков и смягчению последствий высоких рисков загрязнения соответствующего компонента природной среды.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Известны и ряд других подходов к графическому представлению результатов оценки риска. Наиболее интересный из них — это географическая карта, на которую нанесены сетка, каждая ячейка которой называется модулем. В каждом модуле проставляется значение риска, оцененное каким-либо способом. Подчеркнем, что в этом случае изолинии не проводятся. Получается карта, типа карты предельных нагрузок или карты уровня загрязнений, широко распространенных и применяемых при проведении экологических экспертиз. Полученное картографическое представление риска может оказаться неплохим подспорьем при оценке экологической обстановки и планировании мероприятий на будущее.

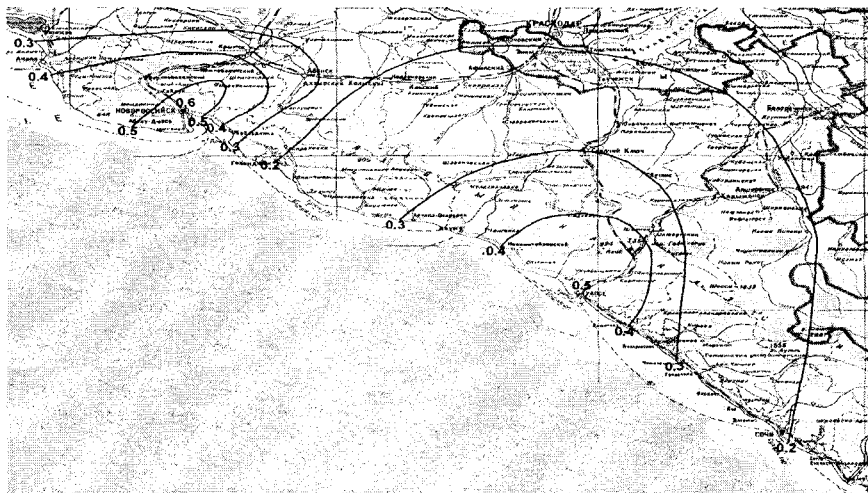


Рис. 3.12. Пример карты использующей изолинии риска

3.11. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПРИ ПРОЛИВАХ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ВОДНУЮ (МОРСКУЮ) ПОВЕРХНОСТЬ

Свойства и поведение разлитой в море нефти. Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов и их производных, содержащих кислород, серу, азот и другие элементы. Сырые нефти представляют собой маслянистые жидкости с различным цветом и плотностью от 800 до 986 кг/м³.

К основным физическим характеристикам нефтепродуктов относятся:

- температура кипения;
- плотность;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

- вязкость;
- температура застывания и вспышки.

Эти параметры определяются химической природой нефти и соотношением входящих в нее компонентов, оказывают существенное влияние на поведение нефтепродуктов при их разливе.

Разлитая в воде нефть образует два вида эмульсий: прямую — «нефть в воде» и обратную — «вода в нефти». Образование эмульсии «нефть в воде» главным образом зависит от межповерхностного натяжения и условий, обеспечивающих перемешивание фаз. Для создания эмульгированного состояния необходимо уменьшить межповерхностное натяжение введением эмульгаторов. Хотя сырая нефть содержит небольшие количества компонентов, которые действуют как эмульгаторы, эмульсия «нефть в воде» не всегда образуется при спокойной водной поверхности.

При удалении летучих фракций, нефть образует вязкие обратные эмульсии (шоколадный мусс), которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течением, выбрасываться на берег и оседать на дно.

Под влиянием биотических процессов вязкость мусса повышается и происходит его слипание в агрегаты, размеры которых колеблются от доли миллиметра до нескольких сантиметров.

К числу факторов, воздействующих на образование мусса, относится температура воды. Процессы распределения и разрушения плавающей нефти показаны на рис. 3.13.

Наиболее динамичным процессом является процесс растекания разлитой в море нефти и ее перемещение на водной поверхности. Изучение факторов, влияющих на скорость этих процессов, имеет большое значение при разработке планов ликвидации аварийных разливов нефти.

Дизельное топливо также легко растекается на поверхности воды, при этом до 20 % его испаряется в атмосферу в течение первых суток. Скорость испарения, в основном, определяется скоростью ветра и в меньшей степени, температурой окружающей среды.

«Поведение» нефти в морской воде — сложный процесс, включающий в себя ее растекание по поверхности, ветровой дрейф, образование прямых и обратных эмульсий, испарение, растворение в воде, осаждение и т. д. Таким образом, для решения конкретных задач, связанных с оценкой масштабов нефтяного загрязнения и прогноза возможных последствий загрязнения, необходимо учитывать многочисленные факторы поведения нефти в морской среде при организации и проведении измерений и анализов.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>



Рис. 3.13. Схема процессов распределения и разрушения разлитой в море нефти

Оценка ущерба водным экосистемам при аварийных разливах нефти. Определение размера вреда окружающей среде, причиненного загрязнением морской среды нефтью, осуществляется исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учетом понесенных убытков, в том числе упущенной выгоды, а также в соответствии с проектами рекультивационных и иных восстановительных работ, при их отсутствии в соответствии с таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, утвержденными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Структура общего экономического ущерба от загрязнения природной среды может быть представлена в следующем виде.

Ущерб, причиняемый материальным объектам (в производственном и потребительском секторе) выражается в преждевременном износе оборудования и зданий в результате коррозии и соответствующих затратах, которые надо дополнительно нести по замене кровли, покраске фасадов, уборке производственных территорий и жилых кварталов и т. п.

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Ущерб здоровью и жизни людей (от повышения заболеваемости населения, от потери трудоспособности, от повышенной смертности), обусловленный воздействием загрязненной природной среды на уровень заболеваемости и смертности населения, на сокращение продолжительности их активной жизнедеятельности и снижение производительности их труда.

Ущерб отдельным природным ресурсам и экологическим системам в целом, а также отраслям, использующим природные ресурсы в качестве основных факторов производства в результате снижения продуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий, рыбохозяйственной продуктивности водоёмов и т. п. (Ущерб, причиняемый земельным ресурсам и сельскому хозяйству, лесным ресурсам и лесному хозяйству, рыбным ресурсам и рыбному хозяйству, ущерб особо охраняемым, рекреационным территориям, ресурсам биоразнообразия.)

Процесс нанесения ущерба окружающей среде предполагает наличие четырех основных «участников» этого процесса:

- *источников загрязнения (загрязнителей окружающей среды);*
- *загрязняющих веществ (отходов);*
- *загрязняемых территорий с их географической, климатической, метеорологической и др. спецификой;*
- *реципиентов, расположенных на этих территориях (объектов, на которые направлено воздействие).*

При нанесении ущерба природным компонентам, находящимся в ведении государства (воздух, водные объекты, леса первой группы, водные биоресурсы, почва, редкие виды животных и растений и др.) истцом выступают специально уполномоченные государственные органы, осуществляющие управление в сфере природопользования и охраны окружающей среды.

В соответствии с Кодексом торгового мореплавания РФ ущербом от загрязнения является ущерб, причиненный вне судна загрязнением, происшедшим вследствие утечки или слива нефти с судна, где бы такие утечка или слив ни произошли, при условии, если компенсация за ущерб окружающей среде кроме упущенной выгоды в результате причинения такого ущерба ограничивается расходами на разумные восстановительные меры, которые фактически приняты или должны быть приняты.

В ущерб включается плата за пользование ассимиляционным потенциалом природной среды, которая определяется в соответствии с установленными нормативами платы в зависимости от количества сброшенного загрязняющего вещества. При этом учитываются место сброса, значение того или иного природного компонента, принимаемые меры по снижению воздействия сброса загрязняющих веществ и др.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

В общем виде под экономическим ущербом ($У$) от загрязнения окружающей среды понимают сумму приведенных затрат у реципиентов, направленных на:

- предотвращение вредного воздействия $З^{\text{пред}}$ (защиту от воздействия, его уменьшение);
- компенсацию результатов воздействия $З^{\text{комп}}$, включая затраты на восстановление качества природной среды и затраты на компенсацию потери качества окружающей среды при невозможности полностью ликвидировать последствия загрязнения.

$$У = У^{\text{пред}} + У^{\text{комп}} = З^{\text{пред}} + З^{\text{комп}}$$

Методы оценки ущерба можно разделить на две большие группы:

- 1) прямые пореципиентные методы;
- 2) методы укрупненной оценки ущерба.

Первая группа отличается достаточно высокой точностью оценки, но большой трудоемкостью. Вторая характеризуется низкими трудозатратами, но невысокой точностью.

Методические основы оценки ущерба изложены в нормативных документах:

1. «Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах». Утверждена Минтопэнерго России от 01.11.95 г.
2. «Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия». Утвержден Постановлением Правительства РФ от 28.08.92 г. № 632 (с изменениями на 12 февраля 2003 года).

При загрязнении окружающей природной среды в результате аварии по вине природопользователя плата взимается как за сверхлимитное загрязнение. В связи с тем, что загрязнение природной среды при аварийных разливах нефти не подлежит нормированию, вся масса происходящих при этом выбросов углеводородов в атмосферу, растворенной в воде нефти и нефти, загрязнившей земли, должна учитываться как сверхлимитная.

Плата за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды определяется путем умножения соответствующих дифференцированных ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемов размещения отходов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязнения и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

Вернуться в каталог учебников

[Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ](http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml)
<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты установлены «Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года № 344». Этим же Постановлением определены значения коэффициентов, учитывающих экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек.

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы сбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{сл. вод.}} = 5 \sum_{n=1}^n C_{\text{ли вод.}} \cdot M_{i \text{ вод.}} \cdot K_{z \text{ вод.}} \cdot K_{\text{ин.}},$$

где i — вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3, \dots, n$); $P_{\text{сл. вод.}}$ — плата за сверхнормативный сброс загрязняющих веществ (руб); $C_{\text{ли вод.}}$ — норматив платы за сброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов выбросов (руб); $M_{i \text{ вод.}}$ — фактическая масса сброса i -го загрязняющего вещества (т); $K_{z \text{ вод.}}$ — коэффициент учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек, для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия применяется дополнительный коэффициент равный 2.

$K_{\text{ин.}}$ — коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду. Устанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации.

Например, при сбросе в водный объект одной тонны сырой нефти ($C_{\text{ли вод.}}$ — 27 550 руб/тонна) размер ущерба, подлежащего возмещению, составляет 330 600 рублей.

Расчет ущерба и платы за загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных вод вследствие разлива нефти производится в соответствии с положениями Постановления Правительства Российской Федерации от 28.08.92 № 632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение ОПС, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».

Порядок возмещения ущерба, нанесенного загрязнением нефтью природной среде, регулируется ст. 78 Закона РФ «Об охране окружающей среды», в соответствии с которой компенсация вреда окружающей

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется добровольно либо по решению суда или арбитражного суда.

3.12. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ АВТОТРАНСПОРТА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ И ГОРОДАХ МЕГАПОЛИСАХ

В связи с тем, что в крупных городах и городах мегаполисах на долю транспорта приходится до 85 % загрязнений от общего их объема проблема оценки ущерба здоровью и окружающей среде от этого источника приобрела большое значение. Существует достаточно много мнений, как это можно сделать. Ниже представлены два подхода, первый — европейский, второй — российский.

Подходы к оценке экологического ущерба и внешних издержек, связанных с функционированием транспортных средств. Как известно большинство видов человеческой деятельности сопряжены с нанесением значительного ущерба окружающей среде и здоровью людей. В ряде случаев, например, при производстве электроэнергии и транспортировке грузов этот ущерб не учитывается при расчёте прямых издержек, включаемых в производство товаров и услуг, т. к. с экономической точки зрения эти издержки наносят ущерб не самому виновнику их возникновения, а не имеющим к ним отношения третьим лицам или обществу в целом и не отражаются в рыночных ценах. Такого типа ущерб называется внешними издержками. Именно такой ущерб наносится людям и объектам городской среды, а также окружающей среде владельцами автотранспорта, эксплуатируемого в пределах человеческих поселений.

Для компенсации данного ущерба политика развитых государств строится так, чтобы величина наносимого ущерба включалась в себестоимость производства, т. е., чтобы цены отражали полную стоимость деятельности, включая и нанесённый внешний ущерб — эта политика называется интернализацией внешних издержек. В качестве инструментов этой политики выступают налоги, штрафы и субсидии.

В Европе самый существенный вклад в создание методик определения ущерба внесла программа «ExternE», которая была применена в Германии, Франции и Италии для расчета экономического ущерба от автотранспорта.

Общий принцип расчета экономического ущерба от загрязнения окружающей среды по методике «ExternE» заключается в следующем.

Определяются концентрации вредных веществ в приземном слое. Для этого используются модели рассеивания веществ в атмосфере. Гло-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

бальное рассеивание моделируется в масштабах Европейского Союза с учетом образования и рассеивания вторичных загрязнителей (озон, кислотные осадки, сульфаты и нитраты в виде частиц). Локальное рассеивание моделируется на расстоянии до 30 ... 35 км от источника выбросов.

Оценивается вредное воздействие загрязняющих веществ на:

- *здоровье людей (приступы астмы, увеличение количества посещений больниц, уменьшение продолжительности жизни, повышение смертности, и т. п.);*
- *растения (снижение урожайности ржи, овса, пшеницы, ячменя, сахарной свеклы, картофеля из-за загрязнения атмосферы и воздействия вторичных загрязнителей);*
- *материалы (коррозионное разрушение материалов, разрушение зданий и сооружений, выцветание и разрушение лакокрасочных покрытий, и т. п.);*
- *изменение климата.*

По каждому направлению воздействия делается количественная оценка негативного воздействия, например, количество случаев заболеваний, количество потерянного урожая, количество материала, подвергшегося разрушению и т. п. Далее рассчитывается экономический ущерб от загрязнения атмосферы. Для каждого случая негативного воздействия имеется, установленная ранее, величина ущерба в денежном выражении. Общий ущерб представляет собой сумму произведений количества случаев негативного воздействия на ущерб от каждого случая.

Классификация внешних издержек, связанных с функционированием транспорта. Внешние издержки могут возникать в виде:

- *дорожно-транспортных происшествий;*
- *загрязнения атмосферного воздуха;*
- *изменения климата;*
- *заторов на дорогах;*
- *услуг общего пользования и транспортной инфраструктуре;*
- *ущерба природе и ландшафтам;*
- *шумового загрязнения;*
- *общего ухудшения качества жизни (эстетические и культурные факторы);*
- *внешних издержек связанных с производством топлива;*
- *связанных с выбытием ресурсов из экономики в связи с эксплуатацией транспорта.*

В России существует официально принятая методика стоимостной оценки ущерба, связанной с дорожно-транспортным происшествием.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

ем (ДТП). В качестве одного из основных параметров, учитываемых при расчете ущерба, используется оценка величины недополученного совокупного валового внутреннего продукта. Ключевым показателем для выполнения стоимостной оценки ущерба от ДТП служат издержки на одно зарегистрированное ДТП при наличии пострадавших в результате его совершения. Расчет данной величины производится путем деления суммарных издержек от всех ДТП на количество ДТП с пострадавшими. Для определения шумового загрязнения используется гедонистическая модель, основанная на различии спроса на квартиры, подвергающиеся и не подвергающиеся шумовому воздействию.

Модель прогноза транспортных выбросов базируется на следующих двух видах информации:

- о средних значениях показателей выбросов;
- о пробеге приходящемся на весь парк транспортных средств.

Суммарный пробег, приходящийся на весь парк транспортных средств (ТС), рассчитывается на основе данных о численности ТС и среднегодовом пробеге, приходящемся на одно ТС. Таким образом, суммарная масса выбросов рассчитывается на основе учета перечисленных выше видов исходной информации:

$$\begin{aligned} & \text{Суммарная масса выбросов} = \\ & = \text{показатель выбросов} \times \text{на пробег одного ТС} \times \text{число ТС.} \end{aligned}$$

В РФ при оценке проектов, разрабатываемых для транспортного комплекса, используется «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба».

Основной интерес с точки зрения определения внешних издержек от функционирования транспорта в данной методике представляют разделы, относящиеся к атмосферным загрязнениям. Ущерб от воздействия атмосферных загрязнений на состояние окружающей среды и экономики регионов проявляется в следующем:

- в повышении заболеваемости населения;
- в негативных последствиях загрязнения водных ресурсов и почв атмосферными выпадениями;
- в снижении урожайности сельскохозяйственных культур;
- в снижении биопродуктивности природных комплексов;
- в преждевременном износе основных фондов и покрытий, влекущем дополнительные затраты на их ремонт;
- в дополнительных затратах на очистку территорий, стирку одежды и т. д.;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- в потерях от снижения рекреационного потенциала территорий и мест отдыха;
- в других потерях, связанных с негативными материальными, социальными и экологическими процессами.

Структурное сравнение российских и европейских методик.

Внешние издержки:

- от дорожно-транспортных происшествий и заторов на дорогах. Статистика, собираемая ГИБДД и дорожной полицией в зарубежных государствах, имеет сходную структуру. Разделение на классы тяжести человеческих жертв и материального ущерба также сходно, ровно как и методики экономической оценки этого ущерба. Аналогично справедливо не только для дорожного транспорта, но и для авиации.
- от загрязнения атмосферного воздуха и изменения климата. Методы определения регионального загрязнения атмосферы сходны, как и методы вычисления ущерба.
- от шумового загрязнения. Подходы к мониторингу шумового загрязнения сходны, гедонистический подход к определению денежного выражения ущерба начинает широко использоваться и в РФ.

Отметим, что как западные, так и российские методики имеют сходную структуру, аналогичный выбор анализируемых факторов и сопоставимые конечные результаты. Методики хорошо сопрягаются, и существует возможность создания методологии, интегрирующей концептуальные подходы обоих типов.

Расчет ущерба от автотранспорта в Санкт-Петербурге. В соответствии с «Временной методикой определения предотвращенного экологического ущерба» оценка величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха проводится на основе показателя удельного ущерба для экономического района, представляющего собой удельную стоимостную оценку ущерба от выброса единицы (1 условной тонны) приведенной массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. Эту же методику нередко используют и для расчета наносимого экологического ущерба:

$$U = Y_{ydr} \cdot M_k \cdot K_3, \quad (4.1)$$

где U — эколого-экономическая оценка величины ущерба в рассматриваемом регионе, руб/год; Y_{ydr} — величина экономической оценки удельного ущерба выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, руб/усл. т; M_k — приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, усл. т/год; K_3 — коэффициент экологической ситуации региона.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле:

$$M_k = \sum m_i \cdot K_{zi}, \quad (4.2)$$

где m_i — масса выброса в атмосферный воздух i -го вещества, т/год; K_{zi} — коэффициент относительной эколого-экономической опасности вещества.

Произведем подсчет экологического ущерба от автотранспортных средств в Санкт-Петербурге за период с 2006 по 2008 гг. Для этого вначале необходимо рассчитать приведенную массу выбросов загрязняющих веществ. Расчет представлен в табл. 3.17.

Таблица 3.17

Расчет приведенной массы загрязняющих веществ

Загрязняющие вещества	m_i , т/год			K_{zi}	$m_i \cdot K_{zi}$, усл. т/год		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008
Твердые частицы	1300	1600	1600	2.7	3510	4320	4320
SO ₂	5200	6000	6100	20.0	104 000	120 000	122 000
CO	333 400	350 100	368 600	0.4	133 360	140 040	147 440
NO _x	100 300	110 800	115 300	16.5	1 654 950	1 828 200	1 902 450
ЛОС	60 700	65 600	69 800	0.7	42 490	45 920	48 860
$M_k = \sum m_i \cdot K_{zi}$	—	—	—	—	19 38 310	2 138 480	2 225 070

Расчет величины ежегодных эколого-экономических потерь от воздействия автотранспорта приведен в табл. 3.18.

Таблица 3.18

Расчет величины ежегодных эколого-экономических потерь от воздействия автотранспорта

Год	Y_{ydr} , руб/усл. т	M_k , усл. т/год	K_z	$Y = Y_{ydr} \cdot M \cdot K_z$, млн руб/год
2006	203.98	1 938 310	1.3	513.989
2007	230.59	2 138 480	1.3	641.046
2008	249.94	2 225 070	1.3	722.974

По данным табл. 3.18 ущерб с каждым годом увеличивается. Это объясняется ежегодным усиливающимся процессом автомобилизации, а, следовательно, и ростом количества выбросов загрязняющих веществ. Графически эти результаты проиллюстрированы на рисунках 3.15 и 3.16.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

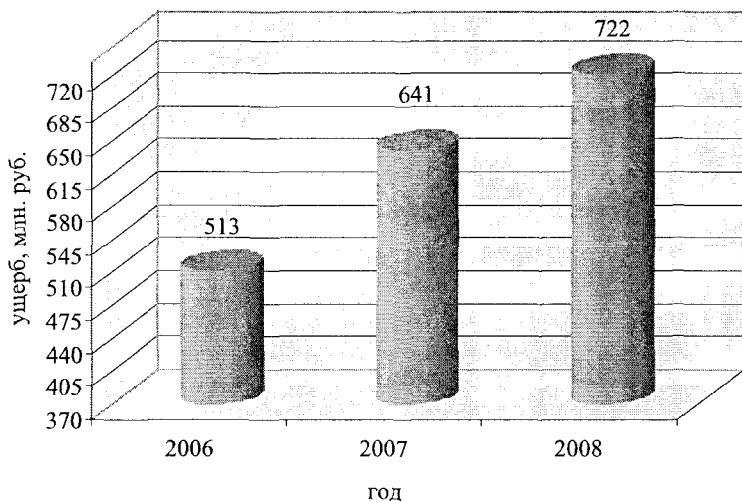


Рис. 3.15. Динамика изменения экономического ущерба от воздействия автотранспорта в период с 2006 по 2008 гг.

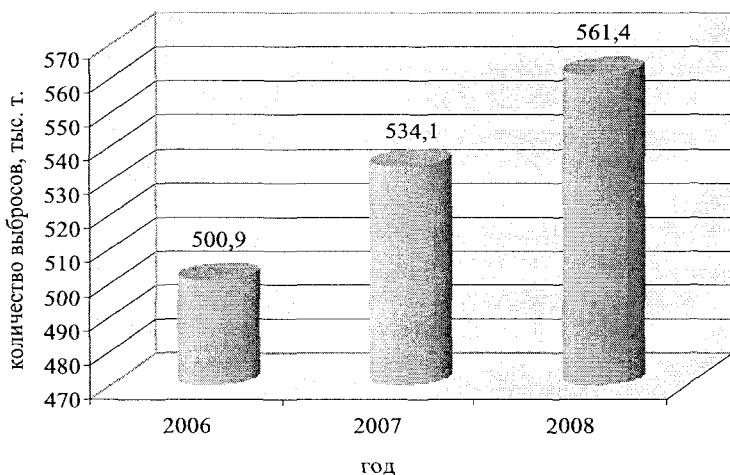


Рис. 3.16. Изменение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта

«Временная методика» имеет ряд существенных недостатков методологического и методического характера.

Поэтому предлагается иной методический подход к экономической оценке ущерба от выбросов автотранспорта, состоящий в оценке вредного воздействия выбросов от автомобилей загрязняющих веществ на:

- а) здоровье людей;*
- б) материалы (коррозионное разрушение материалов, разрушение зданий и сооружений, выцветание и разрушение лакокрасочных покрытий);*
- в) изменение климата.*

а) По данным Всемирной организации здравоохранения выбросы автотранспорта сокращают продолжительность жизни в среднем на 4 года, детская смертность увеличивается на 1 %. Средняя продолжительность жизни в Санкт-Петербурге на 4–5 лет меньше, чем жителей глубинки по причине чрезмерного количества токсичных веществ в выбросах автомобилей. Главная причина сердечнососудистых, онкологических заболеваний, органов дыхания в городах — это выбросы токсичных веществ автомобилей.

Зарубежные исследования по вопросам экономической оценки последствий загрязнения атмосферы показали, что наибольшая доля в возможном ущербе принадлежит составляющей, связанной с влиянием загрязнения на здоровье людей. Этот компонент достигает 75–80 % суммарного экологического ущерба от выбросов автотранспорта. В приводимых ниже расчетах значения ущерба для здоровья людей приняты по данным, содержащим наиболее подробные оценки для условий США начала 90-х годов прошлого века. Для приведения оценок ущерба к ценам 2008 г. был произведен пересчет показателей ущерба путем использования соответствующего дефлятора потребительских цен для США. Учитывая, что экономические параметры здравоохранения в США и России существенно различаются, в расчетах были использованы только минимальные оценки ожидаемого ущерба в среднем по стране.

Условно принято, что вариант I соответствует эксплуатации автомобиля в загородном цикле и в малых населенных пунктах, II в средних населенных пунктах и III в крупных городах.

Рассчитаем примерный ущерб от выбросов автотранспорта наносимый здоровью жителям Санкт-Петербурга. Для этого данные из таблицы 3.19 (III вариант) умножим на количество известных нам выбросов загрязняющих веществ. Получаем следующие результаты:

Вернуться в каталог учебников

$$V_{\text{ит}} = 368.6 \text{ млн кг} \cdot 40 \text{ руб/кг} + 69.8 \text{ млн кг} \cdot 397 \text{ руб/кг} + 1.6 \text{ млн кг} \times \\ \times 957 \text{ руб/кг} = 43.985 \text{ 800 млрд руб.}$$

Т а б л и ц а 3.19

Экономическая оценка ущерба для здоровья людей в результате воздействия основных загрязнителей автотранспорта

Показатель	Варианты ущерба по зонам, руб/кг выбросов		
	I	II	III
CO	0.3	4	40
ЛЮС	4	36	397
PM 2.5–10 (твердые)	10	96	957

Наибольший вклад в ущерб, наносимый здоровью людей, среди оцениваемых загрязняющих веществ вносит оксид углерода т. к. выброс этого вещества значительно превышает выбросы от твердых частиц и ЛЮС.

б) Согласно ранее упомянутой методике «ExternE» негативное воздействие выбросов от автотранспорта на материалы можно количественно оценить с помощью следующей зависимости:

$$F_{\text{повр}} = F_{\text{пов}} \cdot (q(dC)/b_{\text{кр}}),$$

где $F_{\text{повр}}$ — площадь поверхности, которая требует ремонта (окрашенные поверхности, штукатурка) или замены (оцинкованная сталь), м²/год; $F_{\text{пов}}$ — площадь поверхности материалов, подверженная разрушающему действию загрязняющего вещества, м²; $q(dC)$ — функциональная зависимость, характеризующая скорость коррозии поверхности, мкм/год; $b_{\text{кр}}$ — критическая толщина разрушенного коррозией слоя материала, после достижения которой требуется ремонт или замена, мкм.

Площадь поверхности материалов, подверженная разрушающему действию загрязняющего вещества в Санкт-Петербурге составляет 75 млн м². Скорость коррозии поверхности равна 0.002 мкм/год. Критическая толщина разрушенного коррозией слоя материала 0.02 мкм.

Подстановка приведенных данных в последнюю формулу дает:

$$\begin{aligned} \text{Площадь поверхности, которая требует ремонта} &= \\ = F_{\text{повр}} &= 75 \text{ млн м}^2 \cdot (0.002 \text{ мкм/год} / 0.02 \text{ мкм}) = \\ &= 7.500 \text{ млн м}^2/\text{год} \end{aligned}$$

Величина затрат на восстановление 1 м² разрушенной поверхности в среднем по Санкт-Петербургу равна 800 руб/м².

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Таким образом, ущерб от выбросов автотранспорта наносимый материалам (зданиям и сооружениям) будет следующий:

$$U_{\text{мат}} = 7,500 \text{ млн м}^2/\text{год} \cdot 800 \text{ руб}/\text{м}^2 = 6 \text{ млрд руб.}$$

в) Основным компонентом промышленных и транспортных выбросов является углекислый газ, отрицательное экологическое воздействие которого связывается с влиянием на климат, но который считается нетоксичным и при расчетах по приведенной методике его действие не учитывается. С учетом серьезности негативных последствий возрастающего поступления в атмосферный воздух углекислого газа представляется целесообразным, наряду с экологическим ущербом от поступления в атмосферный воздух загрязняющих токсичных веществ, оценивать также экологический ущерб от поступления в атмосферу углекислого газа техногенного происхождения. Под экологическим ущербом от выбросов углекислого газа будет пониматься денежная оценка негативных изменений в окружающей среде в результате поступления в атмосферный воздух углекислого газа от транспортных выбросов и последствий таких изменений. Экологический ущерб от выбросов углекислого газа составляют потери, вызванные возникновением «парникового эффекта», затраты на восстановление и поддержание нормального состояния атмосферного воздуха, затраты на ликвидацию последствий потепления климата.

Экологический ущерб, вызываемый поступлением в окружающую среду при сжигании органического топлива углекислого газа, можно рассчитать по формуле:

$$Y_{\text{CO}_2} = y_{\text{CO}_2} \cdot Q_{\text{CO}_2},$$

где y_{CO_2} — удельный экологический ущерб от поступления в атмосферный воздух одной тонны углекислого газа, руб/т; Q_{CO_2} — фактическая масса поступившего в атмосферный воздух за отчетный период углекислого газа, т.

На сгорание элемента углерода в составе моторного топлива идет 67 % от общего объема потребления кислорода. Таким образом, количество углекислого газа, образующегося при сжигании моторного топлива, равно:

$$Q_{\text{CO}_2} = Q_{\text{O}_2} \cdot 0,67 \cdot (44/32) = 0,92 \cdot Q_{\text{O}_2}, \text{ т/год.}$$

Для сгорания 1 кг топлива расходуется 15 кг воздуха. Содержание кислорода в воздухе — 23 %. Следовательно, потребление кислорода Q_{O_2} при потреблении топлива (Q_{T}) будет определяться, как:

$$Q_{\text{O}_2} = Q_{\text{T}} \cdot 15 \cdot 0,23 = 3,45 \cdot Q_{\text{T}}, \text{ т/год.}$$

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Соответственно экологический ущерб от выбросов углекислого газа при расходе топлива Q_T рассчитывается по формуле:

$$Y_{CO_2} = y_{CO_2} \cdot Q_{CO_2} = y_{CO_2} \cdot 0,92 \cdot Q_{O_2} = y_{CO_2} \cdot 3,17 \cdot Q_T, \text{ руб./год.}$$

В качестве удельного экологического ущерба (y_{CO_2}) от выброса одной тонны углекислого газа предлагается использовать стоимость квоты на эмиссию одной тонны углекислого газа на европейском рынке в рублевом эквиваленте. Данная оценка является весьма приблизительной ввиду того, что стоимость одной тонны углекислого газа на рынке торговли квотами формируется под влиянием рыночных механизмов. Стоимость тонны-эквивалента углекислого газа на рынке эмиссий может колебаться в пределах от 1 до 50 евро. Предположим, что стоимость составит 7 евро за тонну, т. е. $y_{CO_2} = 280$ руб/т.

Парк автотранспорта Санкт-Петербурга, зарегистрированный в органах ГИБДД по состоянию на 1 января 2009 года, составил 1 млн 533 тыс. машин. При среднем годовом пробеге в 18 тыс. км и среднем расходе топлива, составляющем 9 литров на 100 км можно определить расход топлива для одного автомобиля в год, который составит 1620 литров. Для всего автотранспортного парка СПб расход топлива (Q_T) будет равен 2 млн 483 тыс. т/год.

На основе этих данных получаем экологический ущерб, вызванный поступлением в окружающую среду при сжигании органического топлива углекислого газа.

$$Y_{CO_2} = 280 \text{ руб./т} \cdot 3,17 \cdot 2,483 \text{ млн т/год} = 2,203910800 \text{ млрд руб./год.}$$

При расчете экологического ущерба от автотранспорта, связанного с влиянием на климат необходим также учет еще одной составляющей.

Любая реакция окисления (горения) органического топлива, сопровождаемая выделением углекислого газа, невозможна без участия кислорода. Во многих технологических и производственных процессах используется кислород, извлекаемый из атмосферы. Причем объемы потребления этого важного природного ресурса на техногенные цели несравненно больше, чем на дыхание людей. По некоторым оценкам существует мировой дисбаланс объемов потребления и воспроизводства атмосферного кислорода в 10 и более раз. Однако в настоящее время не принято учитывать экологический ущерб, наносимый среде обитания техногенным потреблением кислорода. Под экологическим ущербом от техногенного потребления кислорода следует понимать денежную оценку негативных изменений в окружающей среде в результате потребления кислорода

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

в технологических и производственных процессах и последствий таких изменений.

Оценку экологического ущерба от потребления кислорода при эксплуатации автомобильного транспорта можно рассчитать по формуле:

$$Y_{O_2} = 6 \cdot Q_T \cdot K_{ин}, \text{ руб./год,}$$

где Q_T — количество потребляемого топлива, т/год; $K_{ин}$ — коэффициент индексации.

В 2008 году с коэффициент индексации составил 1,21, количество топлива было рассчитано выше. Отсюда можно найти ущерб:

$$Y_{O_2} = 6 \cdot 2,483 \text{ млн т/год} \cdot 1,21 = 18,026580 \text{ млн руб./год.}$$

В соответствии с изложенным, при экономической оценке экологического ущерба, наносимого атмосферному воздуху эксплуатацией автомобильного транспорта, следует учитывать негативные воздействия не только выбросами загрязняющих токсичных веществ, но и углекислого газа, а также потреблением автотранспортом атмосферного кислорода.

Таким образом, оценим суммарный ущерб от выбросов автомобилей оказываемый на здоровье людей, материалы и изменение климата:

$$Y_{сум} = Y_{зд} + Y_{мат} + Y_{CO_2} + Y_{O_2};$$

$$Y_{сум} = 43,985\ 800 \text{ млрд руб} + 6 \text{ млрд руб} + \\ + 2,203\ 910\ 800 \text{ млрд руб} + \\ + 18,026\ 580 \text{ млрд руб} = 52,207\ 737\ 380 \text{ млрд руб/год.}$$

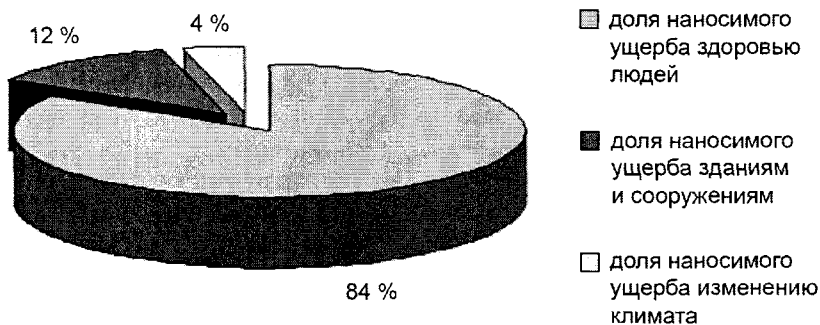


Рис. 3.17. Доли ущербов от автотранспорта оцениваемых категорий

Среди оцениваемых категорий воздействия наибольшая доля приходится на ущерб, наносимый здоровью людей (рис. 3.17). На эту кате-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
горию воздействия приходится 84 % суммарного ущерба. Воздействие на материалы значительно ниже — около 12 %. Главным образом ущерб связан с негативным воздействием диоксида серы на материалы (коррозия металлов, разрушение лакокрасочных поверхностей и строительных материалов), а также загрязнением поверхностей твердыми частицами. Наименьшее значение воздействия (4 %) приходится на ущерб наносимый климату.

Таким образом, при внедрении инженерных, организационных, технологических и иных решений, связанных с предотвращением наносимого ущерба при эксплуатации автомобильного транспорта, следует учитывать все три составляющие, а именно — влияние на здоровье населения, на материалы и на изменение климата.

3.13. РИСК И ЦЕНА ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ЖИЗНИ

Для территории России фоновый уровень индивидуального риска близок к 10^{-3} . Это на 3–5 порядков выше установленного на Западе уровня нормативного риска. Потребительский (иждивенческий) подход к человеческой деятельности, недостаточная изученность экологического риска и его экологических последствий, низкая экологическая культура привели к ухудшению ситуации. Все чаще в литературе используется такое понятие, как «зона повышенного экологического риска», т. е. часть территории (города, области, региона, страны), для которой характерны хронически повышенный уровень загрязнения окружающей природной среды, устойчиво повышенная антропогенная нагрузка на нее, угроза дефицита местной воды, снижения плодородия почв, истощения растительности, исчезновения видов животных, оскудения рыбных запасов, повышенный уровень заболеваемости населения и т. п. Для людей стали привычными сообщения об очередной аварии, т. е. о нарушении режима функционирования технических устройств, технологических процессов, что приводит к неблагоприятным воздействиям на экосистемы вследствие «залповых» (разовых) значительных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сопровождающихся видимыми последствиями: гибелью живых существ, организмов, заболеваниями и даже гибелью людей. Периодически в российских регионах происходят экологические катастрофы — аномалии в экосистемах, нередко возникающие на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и приводящие к неблагоприятным экономическим, социальным и экологическим последствиям (засуха вследствие сведения лесов, ухудшение гидрологического режима).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

В последнее время стали выделять критерии риска, включающие в себя:

- *вероятность негативного события;*
- *количество людей, которые могут погибнуть в результате опасного события;*
- *экономический ущерб от реализации опасности и уровень вредного воздействия.*

Первый критерий — вероятность реализации события (рассмотрена выше).

Второй критерий риска — количество погибших — является гибким и зависит от общепринятых оценок и методик. По одной из них критерием опасности производства принято считать 10 погибших.

Третий критерий — ущерб от реализации опасности (аварии), который складывается из издержек на восстановление пострадавшего объекта, выплат семьям погибших и раненых, прямых убытков предприятия, расходов на восстановление природной среды. Стоимость ущерба от разного рода аварий заметно колеблется. Так, совокупные издержки при аварии на Чернобыльской АЭС, по оценке Б. Н. Порфирьева, достигают 10–15 % ВВП России. Весьма масштабны издержки от аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Что касается аварии на атомной станции Фукусима-1, то на ликвидацию последствий необходимо более 600 млрд долл. и примерно 120 лет.

Четвертый критерий опасности — уровень воздействия на окружающую среду во многом зависит от базовых нормативов ПДК, установленных на какой-либо территории.

Как отмечено выше, при оценке риска различают две его разновидности — социальный и индивидуальный риски.

Социальный риск характеризует возможные аварии на промышленных, энергетических, военных и иных объектах, вызывающие тяжелые последствия, и прежде всего гибель людей. Величина этого риска зависит от частоты аварий и количества вызванных ими смертельных случаев. Законодательство ряда стран закрепляет определенные значения частоты аварии и количества вызванных ими смертельных случаев в качестве критериев максимально допустимого социального риска эксплуатации того или иного объекта.

Так, в соответствии с экологической программой Нидерландов риск от потенциально опасного объекта, авария на котором может вызвать гибель 10 человек, считается предельно допустимым, если рассматриваемая авария может произойти не чаще чем один раз в 10 тыс. лет (если эту величину отнести к одному году, то соответствующая частота примет значение, равное одной десятичной). Данная же программа указывает, что если

Вернуться в каталог учебников

фатальные последствия аварии в два раза больше, то ее частота должна быть в четыре раза меньше. Если количество возможных смертельных случаев увеличивается в три раза, то частота аварии должна уменьшиться в девять раз, а если авария способна вызвать гибель не 10, а 100 человек, то частота такой аварии должна снижаться в 100 раз, и, следовательно, она не может происходить чаще, чем один раз в миллион лет.

Социальный риск, обусловленный действием на людей вредных веществ (канцерогенов, токсикантов и т. п.), находящихся в воздухе, воде или пище, определяют иным образом. Для оценки влияния вредного вещества, присутствующего в окружающей среде и поступающего в организм человека, вводится понятие «риск от дозы загрязнителя». Эта величина зависит, во-первых, от дозы рассматриваемого вещества и, во-вторых, от так называемого фактора риска, характеризующего это вещество. Фактор риска представляет собой риск, приходящийся на единицу дозы загрязнителя (например, на один миллиграмм). Величина фактора риска должна быть установлена в результате специальных исследований. Зная величину фактора риска загрязнителя и содержание последнего в воздухе, питьевой воде или пище, можно количественно прогнозировать заболеваемость и смертность, обусловленные данным веществом. Так оценивают, например, возможное увеличение количества раковых заболеваний со смертельным исходом, связанное с появлением в среде обитания некоторого канцерогена после ввода в эксплуатацию нового промышленного объекта.

Индивидуальный риск определяется вероятностью экстремального вреда — смерти индивидуума от некоторой причины, рассчитываемой для всей его жизни или для одного года. Часто в литературе термины «индивидуальный риск» и «вероятность» употребляются как синонимы, однако помимо вероятности события здесь присутствует («по умолчанию») его последствие — гибель человека. Федеральные ведомства США и некоторых других стран, разрабатывающие нормативные акты, в которых устанавливаются стандарты экологических рисков, ориентируются на такой нижний теоретический предел допустимого индивидуального риска, который можно считать пренебрежимо малым. В США этот предел соответствует увеличению вероятности смерти на один шанс на миллион за всю жизнь человека, продолжительность которой принимается равной 70 годам. В ряде западноевропейских стран за пренебрежимо малый индивидуальный риск принято увеличение вероятности смерти на одну миллионную (0,000 001), но не за всю жизнь, а за один год. В 1996 г. Госкомсанэпиднадзор России определил уровень индивидуального пренебрежимого риска при техногенном воздействии ионизирующего излучения на людей: он соответствует возрастанию вероятности возникновения смертельного рака на одну миллионную за один год.

Вернуться в каталог учебников

Индивидуальный риск, обусловленный воздействием ионизирующих излучений, зафиксирован Международной комиссией по радиологической защите (ICRP). Данная организация рекомендует фиксировать предел ежегодной дозы облучения, исходя из того, что, получая эту дозу в течение 70 лет, любой индивидуум подвергается дополнительному риску смерти от рака, причем величина этого риска не должна превосходить значения 0,004. Эти рекомендации приняты Госкомсанэпиднадзором Российской Федерации и отражены в «Нормах радиационной безопасности». Комиссия США по ядерному регулированию установила норму допустимого остаточного радиационного фона (мощность дозы) после работ по дезактивации промышленных, военных, медицинских и научно-исследовательских установок — 25 миллирентген в год, что соответствует увеличению риска смерти от рака, составляющему 0,0005 за 70 лет.

Для оценки допустимых индивидуальных рисков, связанных с опасными видами деятельности, в Великобритании используются так называемые критерии Эшби. Они представляют собой вероятности одного фатального случая в год.

De minimis риск является теоретической и практически недостижимой величиной, что имеет под собой прежде всего экономическую основу. Существует закономерность в соотношении между значением риска и затратами на его устранение или снижение. Она выражается обратной корреляцией между этими величинами: чем меньше риск, тем больше средств требуется на его дальнейшее снижение.

De minimis риск так мал и поэтому настолько распространен, что для его понижения потребовались бы астрономические, совершенно нереальные затраты. Экономические причины обусловили несостоятельность и так называемой концепции нулевого риска. Напомним, что в 80-е годы эту концепцию поддерживали некоторые советские исследователи, полагавшие, что полное отсутствие риска и опасности для людей должно служить одним из критериев научно-технического прогресса.

Психологические эксперименты показали, что люди, как правило, склонны преувеличивать роль и значение de minimis риска. Данный факт является одной из особенностей сложного процесса восприятия и интуитивной оценки риска, на него влияют многочисленные факторы, а управляет им целый ряд особых механизмов. К последним относится так называемый принцип асимметрии восприятия, который состоит в том, что негативная информация (сведения о катастрофах, стихийных бедствиях, авариях и т. п.) действует на людей в гораздо большей мере, нежели позитивная. Это ведет к неадекватной интуитивной оценке риска, и в частности существует устойчивая тенденция переоценивать риск редких (маловероятных) событий вместе с недооценкой риска относи-

Вернуться в каталог учебников

тельно частых событий (типичный пример: люди склонны преувеличивать риск авиакатастроф и значительно преуменьшать риск автомобильных аварий).

Выражение последствий опасных событий или процессов, сопряженных с риском, количеством фатальных случаев (смертей) в единицу времени (один год или 70 лет), получило широкое распространение, однако оно, вообще говоря, не является единственным. В 1996 г. Г. Кунрейтер и П. Слович предложили несколько иных способов количественного выражения риска смерти, которые представляют собой следующий ряд:

- количество смертей на один миллион населения;
- количество смертей на один миллион населения в пределах зоны определенного радиуса с центром в месте источника опасного воздействия;
- количество смертей на единицу концентрации опасного вещества (токсиканта) в окружающей среде;
- количество смертей, обусловленных функционированием данного объекта;
- количество смертей на одну тонну токсиканта или канцерогена, поступившего в организмы людей;
- количество смертей на одну тонну вещества, выработанного на данном объекте;
- количество смертей на один миллион долларов стоимости вырабатываемого вещества;
- сокращение ожидаемой продолжительности жизни, вызванное определенной опасностью.

Последнее из перечисленных выражений риска смерти заслуживает особого внимания. Сокращение ожидаемой продолжительности жизни, обозначаемое через LLE (loss of life expectancy), показывает, на какой срок укорачивается в среднем жизнь индивидуума, подвергающегося данному риску. Преимущество использования величины LLE состоит в наглядности. Так, индивидуальный риск смерти, выраженный величиной 0,0001, труднее для восприятия, нежели характеризующее тот же риск значение LLE, равное, к примеру, 20 дням. Методика расчета LLE, предложенная Б. Коэном, основана на использовании детальных статистических данных (см. табл. 26), в которой приведены оценки величины LLE в США для некоторых экологических причин. Для того чтобы можно было сопоставить эти риски с рисками повседневной деятельности, обычных заболеваний и стихийных бедствий, в табл. 3.20 и 3.21 даны соответствующие оценки значений LLE, рассчитанные тем же автором по статистическим данным США.

Вернуться в каталог учебников

Таблица 3.20

Сокращение ожидаемой продолжительности жизни (LLE), вызываемое различными экологическими причинами (по Б. Козну), дни

Радон в помещениях	35
Работа с химикалиями	30
Постоянная работа с излучением	25
Обеднение озонового слоя в стратосфере	22
Пестициды в пищевых продуктах	12
Загрязнение воздуха в помещениях	10
Свалки токсичных отходов	2,5
Загрязнение питьевой воды	1,3
Проживание вблизи АЭС	0,4

Таблица 3.21

Сокращение ожидаемой продолжительности жизни (LLE) в США, вызываемое повседневной деятельностью, дни

Курение (мужчины, 1 пачка сигарет в день)	2300
Сердечно-сосудистые заболевания	2100
Работать шахтером (на добыче угля)	1100
Онкозаболевания	980
Избыточный вес (15 кг)	900
Инсульт	520
Алкоголь	230
Автомобильные аварии	180
Воспаление легких	130
Несчастные случаи на работе	74
СПИД	70
Отравление и смерть от удушья	37
Пожары и смертельные ожоги	27
Кофе (3 чашки в день)	26
Авиакатастрофы	1
Ураганы, торнадо	1
Наводнения	0,4
Землетрясения	0,2

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Количественные оценки важны для сопоставления и сравнения различных рисков. Установлено, например, что большинство людей не могут «уловить» различия двух индивидуальных рисков, оценки которых составляют 0,0001 и 0,00001. Поэтому столь серьезное внимание уделяется оценкам, подобным приведенным в табл. 3.20 и 3.21. Их цель — научить людей мыслить в категориях риска. Особое значение имеет включение элементов теории и анализа риска в учебные программы высших учебных заведений.

Таким образом, многие из вопросов, поставленных в связи с необходимостью количественной оценки (квантификации) риска смерти, можно считать решенными. Очень часто эти вопросы соприкасаются с другой важной проблемой — проблемой монетарного выражения цены человеческой жизни. Исходя из того, что многие философско-этические учения базируются на принципе «жизнь человека бесценна», такой подход a priori устраняет саму возможность обсуждения указанной проблемы. Однако в условиях свободной рыночной экономики она очень актуальна. Более того, по мере развития и появления новых технологий возникают новые источники повышенной опасности, не встречавшиеся ранее причины угроз для здоровья и жизни людей, новые профзаболевания. Это стимулирует проведение соответствующих исследований, которые уже дали ценные результаты.

Анализ литературы позволяет сказать, что к настоящему времени сформировались следующие концепции измерения цены человеческой жизни:

- *оценивание с позиций теории человеческого капитала («human capital» approach);*
- *косвенное оценивание с учетом немонетарных общественных затрат;*
- *оценивание по готовности физических лиц платить за устранение риска смерти;*
- *оценивание на основе определения страховых премий и компенсаций по суду;*
- *оценивание по инвестициям общества, направленным на снижение риска преждевременной смерти отдельного индивидуума.*

Рассмотрим вкратце особенности каждого из перечисленных подходов.

Оценивание с позиций теории человеческого капитала. Эта концепция базируется на предположении о том, что степень полезности индивидуума для общества зависит главным образом от его продуктивности, поскольку в теории человеческого капитала каждое физическое лицо рассматривается с точки зрения его способности участвовать в процессе

Вернуться в каталог учебников

общественного производства и зарабатывать при этом деньги. Потеря жизни, по данной теории, приводит к снижению производительного потенциала общества, которое должно проявиться уже в ближайшем будущем. В качестве меры стоимости жизни предлагается использовать суммарную заработную плату лица, не полученную им по причине преждевременного ухода из жизни. Поэтому рассматриваемый подход называют еще концепцией способности индивидуума заработать предназначенные ему на всю жизнь деньги («lifetime earning power of the individual» concept) или просто концепцией предстоящей зарплаты («foregone earnings» approach). Теория человеческого капитала обещала простые количественные оценки жизни, в связи с чем, на первых порах, она получила сравнительно широкое распространение. Однако вскоре выяснилось, что на пути ее применения возникают существенные трудности.

Во-первых, потребовалось уточнить, кому в первую очередь причиняется ущерб от преждевременной смерти данного лица — либо самому этому лицу, либо членам его семьи, либо тому обществу, членами которого являются данное лицо и его семья. Иными словами, речь идет о приоритете результатов труда индивидуума, о соотношении микроуровня (повышение благосостояния семьи) и макроуровня (развитие общества), на которых фиксируются эти результаты. Для прояснения ситуации были введены «нетто» и «брутто» оценки жизни. Первая из них учитывает только ущерб, наносимый обществу, а вторая принимает во внимание полный ущерб. Оба вида ущерба, разумеется, зависят от размера оплаты труда уходящего из жизни работника.

Во-вторых, использование как «нетто», так и «брутто» оценок жизни вызвало дополнительные противоречия, обусловленные неполной занятостью населения, характерной для ряда индустриально развитых стран, и действием в этих странах системы социальной защиты. Потеря жизни работника создает вакансию на рынке труда, заполнение которой приводит к сокращению на единицу количества лиц, получающих пособие по безработице. Последнее означает сокращение расходов общества на выплату пособий и, следовательно, должно считаться положительным эффектом потери работника, сопутствующим явно негативному непосредственному эффекту от этой потери. Чтобы скорректировать проводимые оценки, необходимо использовать алгебраические величины.

В-третьих, критики концепции оценивания с позиций теории человеческого капитала указывают на ее дискриминационный характер в отношении возраста работника. Действительно, эта концепция придает больший вес несчастному случаю на производстве, вызвавшему смерть молодого рабочего, нежели неизлечимому профзаболеванию пожилого

Вернуться в каталог учебников

рабочего, трудившегося в сходных условиях. Отсюда следует, что жизнь молодого работника должна оцениваться выше.

В-четвертых, рассматриваемый подход ставит в неравные условия лиц, получающих разную оплату за свой труд, что приводит к занижению оценки жизни бедных слоев общества. Напротив, жизнь людей, относящихся к сверхвысокооплачиваемым, получает чрезмерную оценку. По мнению Г. Льюиса, тот факт, что в течение последних лет список самых высокооплачиваемых лиц в США (с доходом в десятки и даже сотни миллионов долларов в год) возглавляют представители шоу-бизнеса (телеведущие, звезды рок-н-ролла и профессионального спорта), является признанием готовности общества платить за столь дорогие услуги, но в то же время говорит об абсурдности применения в данном случае концепции оценки жизни, основанной на представлениях о человеческом капитале.

В целом можно констатировать, что оценивание с позиций теории человеческого капитала не оправдало возлагавшихся на него надежд.

Косвенное оценивание с учетом немонетарных общественных затрат основано на анализе политических решений, направленных на уменьшение (или увеличение) количества фатальных случаев, и последующем сопоставлении полученного эффекта с произведенными обществом затратами и понесенным им ущербом. Хорошей иллюстрацией практического использования этой концепции является история и последствия ввода в США ограничения предельной скорости движения транспорта на автострадах.

В результате эмбарго на экспорт нефти в США, установленного рядом арабских стран в 1973г., в качестве исключительной меры предельная скорость движения на скоростных автострадах (interstate highways) была снижена с 70 до 55 миль/час. Соответствующий закон был принят на федеральном уровне и касался всех без исключения штатов. Несмотря на то, что проблемы с нефтью были вскоре решены, ограничения на скорость автомобилей оставались в силе до 1987г., когда Конгресс США разрешил штатам повысить предел с 55 до 65 миль/час. Однако далеко не на всех автострадах это было сделано. Дело в том, что действовавшее несколько лет ограничение дало четкий положительный эффект — количество людей, погибших в автомобильных катастрофах, сократилось в среднем на 2000 человек в год. Ущерб же от введения данного ограничения выражался в основном потерями времени в результате замедления движения. Эти потери были немалыми, в сумме они составляли 1 млрд часов в год. Средняя стоимость одного рабочего часа в США в конце 80-х годов (когда принимался федеральный закон о повышении предельной скорости) была

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

равна 10 долларам. Таким образом, цена потерянного времени составила 10 млрд долларов; эту величину можно использовать в качестве оценки (косвенной) общественных затрат с целью сохранения 2000 жизней. Следовательно, цена одной спасенной жизни в рассматриваемой ситуации составляет 5 млн долларов. Обзор оценок жизни по непрямым затратам в различных ситуациях показывает, что оценки варьируют в очень широких пределах — от 50 000 долларов до 12,1 млн.

Как видно, данная концепция не требует сведений ни о заработной плате лиц, уходящих из жизни, ни о самих этих лицах (в частности, не имеет никакого значения их возраст), а значит, она свободна от ряда недостатков, перечисленных выше. Она может использоваться не только в случаях, связанных с реальным количеством уже имевших место смертей, но также при выборе решений по добровольному принятию повышенного риска или, наоборот, по его предотвращению. Возможности косвенного оценивания привлекли внимание исследователей, однако до сих пор оно не получило практического применения. Вероятно, это вызвано тем, что косвенные оценки сохранения жизни не всегда совпадают с данными непосредственного оценивания влияния сохраняющего фактора. Так, Администрация национальных автострад и безопасности дорожного движения США (The National Highway and Traffic Safety Administration), рассматривая результаты ограничения скорости автомобилей до 55 миль/час, полагает, что прямые затраты на спасение одной среднестатистической жизни не превышают в данном случае 510 000 долларов. Эта цифра почти на порядок ниже величины, полученной способом косвенного оценивания. Сходные противоречия установлены и при сопоставлении прямых и косвенных оценок цены жизни в других ситуациях.

Оценивание по готовности физических лиц платить за устранение риска смерти использует метод социологических опросов. Опрашиваемых просят ответить на анонимные анкеты с вопросами о том, сколько они готовы заплатить, если с них будет снята угроза смерти, вызванная участием в том или ином опасном виде деятельности. Администрация национальных автострад и безопасности дорожного движения США в результате подобных исследований установила, что респонденты оценивают свою жизнь (точнее, устранение риска смерти в автомобильной катастрофе) в среднем в 300 000 долларов (данные начала 90-х годов). Характерно, что эта величина более чем на порядок меньше, чем оценка в 5 млн долларов, рассмотренная выше для той же самой ситуации. Такое расхождение объясняется причиной, имеющей общее значение и связанной с неадекватным восприятием риска.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

Специфика восприятия риска, как отдельными людьми, так и социальными группами, стала предметом обширных психологических и социально-психологических исследований. Выявлены многочисленные факторы, влияющие на процесс восприятия риска, и механизмы, управляющие этим процессом. Среди таких факторов — происхождение риска, вид его проявления, мера знания (незнания) о нем, возможность понимания, значимость сопряженных с риском положительных эффектов, освещение средствами массовой информации, степень контролируемости, добровольность принятия, обратимость (необратимость), воздействие на детей и на будущие поколения и т. д.

Установлено, что люди склонны недооценивать риск, которому подвергаются добровольно; в круг добровольных рисков входит не только пользование автомобилем, но и курение, занятие такими опасными видами спорта, как альпинизм, и т. д. Другой психологический эффект состоит в недооценке риска, вызываемого опасными событиями с относительно большой вероятностью, и переоценке риска маловероятных событий. По этой причине люди, как правило, явно недооценивают риск погибнуть в автомобильной катастрофе и в то же время опасаются летать на самолетах, хотя соответствующие вероятности различаются в сотни раз.

Таким образом, субъективная недооценка (переоценка) риска смерти ведет, как правило, к занижению (завышению) оценки собственной жизни. В силу неадекватного восприятия риска концепцию оценивания жизни по готовности платить за устранение риска смерти нельзя считать корректной.

Оценивание на основе определения страховых премий и компенсаций по суду. Сложившаяся в страховом деле практика предполагает, что сумма, на которую клиент страхует свою жизнь, связана с двумя основными факторами — ценностью жизни клиента с его собственной точки зрения и величиной вероятности потери жизни в том или ином виде деятельности. Слабые стороны этого подхода заключаются в следующем. Во-первых, страховая премия, как бы она ни увеличивалась, в принципе, не может уменьшить риск смерти. Во-вторых, клиент страховой компании защищает не собственную жизнь, а действует в пользу членов своей семьи или иных близких ему лиц.

Гражданские иски в судах, возникающие в результате преждевременной смерти, как и страховые действия, не могут снизить вероятность фатальных несчастных случаев. Как и страховые суммы, компенсационные выплаты по суду предназначаются не погибшему, а его близким. Кроме того, такие иски часто сопровождаются оценкой жизни с позиций теории

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

человеческого капитала, они вчиняются с целью взыскания суммарной заработной платы лица, неполученную им из-за преждевременной потери жизни. Следовательно, этим оценкам присущи все недостатки, характерные для концепции «человеческого капитала».

Оценивание по инвестициям общества, направленным на снижение риска преждевременной смерти его члена. Эта концепция дает оценки так называемой одной статистической жизни. Одна статистическая жизнь считается сохраненной, если распространяемый на все население риск уменьшен настолько, что избежал смерти некий неидентифицируемый индивидум. Уменьшение риска смерти сопряжено с принятием определенных мер по уменьшению той или иной опасности. Затраты на такие меры имеют точное денежное выражение, что облегчает процедуру оценивания.

Анализ данных позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, наблюдаемый разброс величин затрат как в пределах одного вида деятельности по спасению жизни, так и между этими видами существенно затрудняет получение необходимых усредненных оценок. Во-вторых, все приводимые затраты относятся к одному году, вследствие чего не ясно, как интегрировать их по времени. В-третьих, оценки делаются для стран с весьма высоким уровнем охраны здоровья и жизни человека, обусловленным не только качеством медицинского обслуживания населения, но и контролем за безопасностью движения и состоянием среды обитания, природоохранной деятельностью и рациональным использованием природных ресурсов. Несмотря на ощутимые успехи в развитии концепции оценки жизни по инвестициям общества, направленным на снижение риска преждевременной смерти отдельного индивидума, эта концепция еще далека от совершенства.

Проведенный анализ говорит о том, что из всех сформировавшихся концепций оценивания человеческой жизни ни одна не может служить в качестве рабочего инструмента. Если вопросы о количественном оценивании пренебрежимо малых (*de minimis*) и максимально допустимых (*de manifestis*) рисков смерти в принципе уже выяснены, то ситуация с монетарным выражением цены жизни совершенно противоположна. Все существующие концепции оценок жизни в той или иной степени упрощены и некорректны. Данная проблема исключительно сложна и требует принципиально новых подходов к ее решению. Возможно, успех принесет использование компьютерного моделирования сложных систем и их динамики или современных достижений по созданию искусственного интеллекта. Во всяком случае есть обширное поле для новых исследований междисциплинарного характера.

3.14. ЗАМЕЧАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО СООТНОШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Экологический риск является более широким понятием, чем другие виды риска, охватывающим не только монетарную, но и гуманитарную сферу. Его последствия могут быть настолько тяжелы, что выигрыш рискующего может составить лишь несколько процентов от их объема. Сами основополагающие критерии его оценки должны быть иными по сравнению, например, с экономическими или с техногенными рисками.

Оценку экологического риска следует считать составной частью процесса управления природопользованием. Прежде, чем идентифицировать источники риска, необходимо установить соответствие понятия «экологический риск», как достаточно нового для российского законодательства и общества в целом, с хорошо известным и учтенным в законах страны понятием «экономический риск». На первый взгляд, в обоих случаях мы имеем дело с неопределенностью, которую можно рассчитать как математически, так и статистически. Однако детальный анализ вопроса показывает, что и уровень неопределенности, и тяжесть последствий страхового случая при сопоставлении обоих видов риска далеко не идентичны.

В экономике действует принцип объединения риска путем создания страховых компаний. В результате, текущие страховые суммы, относительно незначительны, а компенсация является полной. Экономическое страхование, поэтому, достаточно выгодно и может осуществляться на добровольной основе. В экологии принцип добровольного объединения риска действует слабо. Причина заключается не только в новизне дела, но и в том, что риск перекладывается на других, а последствия сказываются постепенно и отдалены во времени. Промышленная компания, являющаяся источником экологического риска, вероятно, попытается мотивировать свое нежелание возмещать ущерб при аварии отсутствием информации о последствиях.

Такое случается в практике зарубежных стран и, как ни странно, охранительные меры, предпринимаемые государством, часто способствуют этому. Так, промышленное предприятие, прошедшее государственную экологическую экспертизу, предположим, 10 лет назад, при выявлении новых факторов неблагоприятного воздействия на природу и население, отказывается возместить накопленный ущерб потому, что экологический сертификат им получен, а определять возможность или невозможность его строительства было обязано государство. Другими словами, обязанность возмещения ущерба и встраивания последующего вреда перекладывается

на государство, фактически на налогоплательщиков, и так пострадавших от загрязнения. Нонсенс ситуации очевиден и не может быть устранен действующим законодательством, даже в западных странах с весьма развитым законодательством.

Переложение экологического риска на «третьих лиц» недопустимо и должно преследоваться национальным законодательством.

Отличия экологического риска от экономического состоят в следующем:

1. В экономике человек рискует собственным капиталом или капиталом акционеров, перед которыми ответственен по вполне определенным статьям законов. В экологии лицо, принимающее решение, рискует не сам, а перекладывает риск на так называемых «третьих лиц», то есть население экологически опасных зон. Отсюда происходит вопрос этики при принятии решений. Этичное лицо ищет информацию о последствиях, незэтичное — ссылается на незнание.
2. Экономический риск в большинстве случаев поддается определению через расчет (например, так называемого математического ожидания) или анализ статистики. Это связано с его одномерностью, тем, что итоговое выражение может быть квантифицировано в монетарной форме. Экологический риск всегда неопределен, так как, во-первых, его следствия многомерны, и, во-вторых, каждое из последствий ведет к другим следствиям, образуя цепные реакции, проследить которые трудно и часто невозможно. Многомерность проявляется в воздействии страховых случаев на многие компоненты ландшафта и здоровья человека, учесть которые заранее чрезвычайно трудно ввиду отсутствия информации и проведения опережающих экологических работ. Последние зачастую проводятся уже «по факту» выявленных нарушений среды, и в странах с развитым экологическим законодательством сопровождаются возбуждением исков, не предусмотренных исходными расчетами предпринимателей. Их сумма может превысить стоимость самого дела и привести к его ликвидации. Таким образом, мы констатируем неопределенность экологического риска в отличие от практически всегда определенного риска чисто экономического.
3. Неблагоприятные последствия экономического риска проявляются обычно сразу или через непродолжительный период. Последствия же риска экологического обычно отдалены и могут проявиться самым неожиданным способом. Как ни странно, данное обстоятельство «работает» против экологических расчетов, поскольку вся система планирования и управления ориентирована на кратко- или средне-

Вернуться в каталог учебников

срочный (обычно до 5 лет) период. Стратегическое планирование на 10–15 лет, когда может выявиться большинство неблагоприятных последствий, или не ведется, или не сопровождается экологическим анализом. Кроме того, многие факты не могут быть выявлены в принципе, особенно в «прорывных» областях научно-технического прогресса, из-за полной неопределенности в этой сфере.

4. Экономический риск имеет стандартное монетарное выражение. Экологический же риск только сводим к нему и не всегда полностью. Например, чрезвычайно трудно определить ухудшение состояния одного компонента природного комплекса на другие, а через них на человека. В большинстве случаев мы имеем дело с нарушением природных равновесий в глобальном, региональном и локальном масштабах. Оценка риска трансформации экосистем собственно и заключается в определении уровня допустимых флуктуации от равновесной точки, за которым начинается их переход в новое состояние. Переход же экосистем в новое состояние губителен для сформировавшегося типа хозяйства. Он требует его полной перестройки, смены хозяйственных стереотипов и прослеживается на ментальном уровне. Эволюция экосистем, как и эволюция в целом, необратима. Поэтому, по своим последствиям изменение природных равновесий сопоставимо со стихийными катастрофами. В частности, поскольку тип природопользования имеет четко выраженный этносоциальный характер, радикальная трансформация экосистем принимает характер геноцида, разновидность которого уже получила определение как экоцид. И то, и другое преследуется международным правом и определяется как тягчайшее преступление в гуманитарной области, хотя и не имеющее четкого монетарного выражения.

Другими словами, сопоставлять экологический и экономический риск можно лишь условно, хотя на практике имеет место автоматический перенос разработанных подходов с одного на другой.

Глава 4

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

ВВЕДЕНИЕ

Первые научные работы по количественной оценке риска появились еще в XVIII веке. Разработчики теории и методов оценки риска хорошо понимали, что для дальнейшего необходимо:

- *во-первых, сформулировать концепцию, определяющую способ трактовки, понимания явлений и процессов в рассматриваемой сфере деятельности;*
- *во-вторых, ввести термины и их определения, иначе говоря, разработать понятийный аппарат;*
- *в-третьих, на основе сформулированной концепции построить методологию научного познания;*
- *в-четвертых, разработать методы практического или теоретического освоения действительности.*

Двигаясь по этому пути, можно подойти к пониманию того, что называют критериями количественной оценки применительно к методологии риска. Это означает попытку построить теорию риска на основе разработки и обоснования набора критериев безопасности. Тогда центральным разделом теории должно явиться обоснование этих критериев. Наиболее широко используемый сейчас главный критерий такой теории — это ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, определяемая как функционал от распределения частоты смертности по возрасту. Этот критерий учитывает условия жизни, включая безопасность, за длительный отрезок времени.

Сложнее учесть ожидаемые условия жизни для последующих поколений и их демографические характеристики. Такой подход приводит

Вернуться в каталог учебников

к необходимости научиться количественно учитывать происходящие в настоящее время изменения в окружающей среде и их влияние на продолжительность жизни последующих поколений. В качестве объектов защиты выступают также объекты окружающей среды, представители флоры и фауны, природные и искусственные образования. Однако следует отметить, что критерий ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в последнее время считается недостаточным, в связи с чем, ищутся новые решения этой проблемы.

Методология количественной оценки риска в отдельных конкретных случаях разработана достаточно детально. Так, например, оценка экологического риска воздействия химических веществ на состояние здоровья населения начала использоваться в США с 80-х годов XX века. Начиная с этого времени, было разработано значительное количество методов для установления различных видов риска и различных причин, обусловивших необходимость проведения такой оценки. На сегодняшний день эта методология широко применяется в большинстве развитых стран мира и рекомендована Всемирной Организацией Здравоохранения в качестве ведущего инструмента при определении количественной меры ущерба для здоровья человека от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Усиливающееся негативное воздействие на людей последствий различных техногенных процессов и угроза экологических катастроф обуславливают необходимость количественной оценки риска, характеризующие подобные события и процессы. В связи с этим законодательства некоторых экономически развитых стран начинают использовать нацеленные на охрану здоровья людей и среды обитания стандарты и нормативы, основанные не столько на предельно допустимых дозах вредных веществ или излучений, сколько на связанных с ними оценках риска.

Так, еще в 1995г. Конгресс США принял ряд решений, по которым все законодательные акты, касающиеся здравоохранения и экологической безопасности, должны основываться впредь на научных данных, которые содержат количественные оценки соответствующих рисков и в которых сочетаются эффективные меры по снижению этих рисков с лежащими в разумных пределах затратами. Данным решениям предшествовала длительная научная подготовка, основы которой изложены в «Красной книге», опубликованной Национальной Академией наук США. В «Красной книге» сформулирован важный вывод о том, что процесс правового регулирования риска должен разделяться на две независимые части — оценка риска (risk assessment) и управление риском (risk management).

Вернуться в каталог учебников

Среди серьезных мер, принятых федеральными ведомствами США в рамках названных решений, был пересмотр Агентством по защите окружающей среды нормативных актов, регулирующих строительство и будущую эксплуатацию многомиллиардного объекта — первого на американском континенте глубокозалегающего хранилища высокорadioактивных отходов в штате Невада. Агентство заменило нормируемые предельные дозы облучения населения в случае возможного высвобождения радионуклидов из хранилища и выноса их в биосферу на расчетные оценки максимально допустимого риска.

Использование в законодательстве параметров риска требует точного количественного определения двух важнейших понятий — пренебрежимо малого риска и максимально допустимого риска. Первый из них называют «*de minimis*» риск (от известного выражения «*De minimis non curat lex*»), для характеристики второго служит так называемый *de manifestis* риск.

Если рассматриваемый экологический риск (вызванный, например, предполагаемым вводом в эксплуатацию некоторого промышленного объекта с возможным выбросом в атмосферу или гидросферу вредных веществ) признается *de minimis* риском, то это означает, что уровень данного риска в силу своей малости не может быть надежно выявлен на фоне уже имеющихся рисков и поэтому им можно пренебречь.

De manifestis риском считают границу между максимально допустимым и недопустимым рисками, за этой границей лежит область безусловной опасности. Выявление *de manifestis* риска должно повлечь за собой принятие немедленных мер (как правовых, так и технологических) по его снижению.

Таким образом, к началу XXI века сформировались достаточно общие принципы и подходы к количественной оценке экологического риска.

4.1. СТРУКТУРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Вероятность неблагоприятного воздействия. Различные виды деятельности характеризуются, в первую очередь, вероятностью неблагоприятного воздействия, как на человека, так и на окружающую среду.

Пусть $P_p = P_p(u)$ — вероятность реализации неблагоприятного воздействия. Неблагоприятное воздействие может обладать одним или несколькими экологическими эффектами и их поражающее действие характеризуется, в свою очередь, соответствующими экологическими факторами.

Количественной характеристикой повторяемости неблагоприятных воздействий за тот или иной промежуток времени является частота со-

Вернуться в каталог учебников

блгий λ , измеряемая как отношение числа этих событий N к соответствующим промежуткам времен T :

$$\lambda = \frac{N}{T}.$$

Как правило, основные виды деятельности, такие как производство различных видов продукции, транспортировка и хранение, характеризуются вероятностями, значительно меньшими единицы. В этом случае вероятность удобно представить в виде $P_p = 10^{-n_0}$, где n_0 варьируется от 3 до 9. Для расчета вероятности аварий, например, на нефтебазах и АЗС показатель n_0 подчиняется условиям: $3,5 < n_0 < 8$.

Для некоторых видов деятельности диапазон средних частот аварийных ситуаций в год представлен в табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.1

Риски различных видов деятельности

Вид деятельности	Вид источника опасности	Средняя частота аварий в год
Транспортировка	Автомобильный транспорт	$10^{-8} - 10^{-5}$
	Водный транспорт	$10^{-7} - 10^{-3}$
	Железнодорожный транспорт	$10^{-6} - 10^{-5}$
	Трубопроводный транспорт	$10^{-7} - 10^{-4}$
Хранение		$10^{-7} - 10^{-5}$
Переработка		$10^{-6} - 10^{-5}$

Все вышесказанное о вероятности реализации неблагоприятного события P относится к вероятности первичной аварии, развитие которой может идти по нескольким сценариям, составляющим полную группу несовместных событий, т. е.

$$\sum_i P_c^i = 1,$$

где P_c^i — вероятность развития событий по i -му сценарию. Кроме того, поражающие факторы, возникающие в результате развития первичной аварии, могут привести к появлению источников вторичных аварий, связанных, например, со взрывами взрывоопасных объектов под действием теплового излучения пожара, нарушением защиты объектов, содержащих токсичные вещества, под действием ударной волны взрыва и т. д.

Пусть имеют место вторичные аварии. Тогда, обозначая через P_p^{ij} вероятность вторичной аварии на j -м объекте, получаем, что вероятность

реализации i -го сценария развития аварии с инициированием j -го вторичного источника опасности будет иметь вид:

$$P_p^{ij} = P_p \cdot P_c^i \cdot P_b^j.$$

Вероятность поражения объектов окружающей среды. Обозначим через $P_n = P_n(r, u, L)$ вероятность поражения объекта окружающей среды в результате негативного воздействия. Здесь r — удаленность объектов от источников воздействия, L — защищенность объекта системы от поражающего действия экологического эффекта u .

Для определения вероятности P_n анализируются экологические эффекты и факторы прогнозируемого негативного воздействия, оцениваются уровни возможных воздействий вредных веществ и излучений, масштабы их распространения с учетом ландшафтных и метеорологических условий, временные периоды их действия.

К настоящему времени накоплено достаточно большое количество статистического материала по поражающим факторам радиоактивных и электромагнитных излучений, техногенных загрязнений воздуха, земель и вод, аварий на производстве и транспорте. По многим вопросам пространственно-временного распространения вредных веществ получены важные теоретические результаты.

В качестве примера рассмотрим взрыв горючего вещества — с последующим пожаром. Тогда основные экологические эффекты связаны с образованием ударной волны и теплового излучения, а поражающие факторы определяются соответственно величинами избыточного давления $\Delta P(r)$ и теплового импульса $U(r)$

$$\Delta P(r) = \frac{233}{\sqrt{1 + 0.41(r/R)^3} - 1},$$

$$U(r) = Q_v \cdot \gamma \cdot \exp(-\sigma r) \cdot \Delta t,$$

где r — удаленность от точки взрыва; $R = 1.75 \cdot \sqrt[3]{M}$; M — масса топливно-воздушной смеси; Q_v — теплоемкость; γ — телесный угол, под которым виден огненный шар взрыва с места расположения объекта; σ — коэффициент ослабления излучения атмосферой; Δt — время экспозиции.

Последствия взрыва и последовавшего за ним пожара заключаются в общем случае в детерминированном нанесении экологического и экономического ущерба на малых расстояниях от источника ($P_n = 1$) и практическом отсутствии ущербов на значительном удалении от источника ($P_n = 0$).

Последствия являются мерой серьезности аварии. Последствия могут быть выражены различными способами в зависимости от вида анализа. Типовым выражением последствий аварии можно считать гибель человека или конкретного числа людей.

Если изучается риск загрязнения окружающей среды, то последствия выражаются в единицах, соответствующих определенным повреждениям окружающей среды.

Если изучается экономический риск, то последствия могут выражаться непосредственно в деньгах, т. е. в сумме, которая могли бы быть потеряна, если бы произошли конкретные события.

Таким образом, в общем случае:

$$Риск = F(\lambda, C),$$

где λ — частота ожидаемой аварии (появления нежелательного события);
 C — последствия аварии (события).

Риск часто выражается через частоту аварий со смертельным исходом (FAR — Fatal Accident Rate). Показатель FAR отражает количество смертельных исходов в течение 10^8 часов воздействия вероятных аварийных факторов на здоровье человека. Так, если для некоторого предприятия показатель FAR равен 8,0, это означает, что из 1000 мужчин и женщин, работающих на этом предприятии всю трудовую жизнь (например, 50 лет), при режиме работы в течение 50 недель в год (2 недели отпуск) и 40 часов в неделю, восемь человек могут погибнуть из-за аварии.

Возможно, что эти восемь человек погибнут в результате одной аварии, а возможно — за весь указанный период. Табл. 4.2 дает представление о частоте аварий со смертельным исходом при ведении разных видов хозяйственной деятельности.

Таблица 4.2

Частота аварий со смертельным исходом при ведении разных видов хозяйственной деятельности

Вид хозяйственной деятельности	FAR за 10^8 часов
Добыча угля	7.3
Строительство	5.0
Сельское хозяйство	3.7
Химическая промышленность	1.2
Другие	1.2

Величина экологического риска. Для j -го объекта окружающей среды, характеризующегося защищенностью L_{ij} от поражающего действия i -го экологического эффекта, величина экологического риска равна

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
произведению вероятности реализации неблагоприятного воздействия на вероятность поражения объекта окружающей среды:

$$R = P_p(u_i) \cdot P_n(u_j, L_{ij}).$$

С учетом действия совокупности факторов могут быть получены и другие формулы для соответствующих такому действию рисков.

При этом суммирование рисков имеет смысл лишь при достаточной однородности и однотипности объектов и видов риска.

Цена экологического риска. Для простейшего случая цена экологического риска определяется как произведение экологического риска R на экономический эквивалент потерь вследствие прогнозируемого натурального экологического ущерба Y :

$$G = R \cdot Y.$$

При этом в случае нанесения ущерба нескольким составляющим окружающей среды экономический ущерб рассчитывается как сумма

$$Y = \sum_i C_i \cdot W_i,$$

где W_i — обобщенная составляющая прогнозируемого натурального ущерба; C_i — цена i -ой составляющей натурального ущерба на единицу измерения.

В результате удастся с единых экономических позиций оценить ущерб от загрязнения атмосферы, литосферы и водного бассейна, а также от деградации земель, размещения отходов, уничтожения природных ресурсов.

Таким образом, введенные выше понятия вероятности для различных видов деятельности и для поражения различных объектов позволяют выделить основные направления предотвращения аварий катастроф. В первую очередь к таким направлениям относятся программы и мероприятия, обеспечивающие снижение вероятности реализации неблагоприятных факторов, а также деятельность по уменьшению вероятности поражения объектов окружающей среды. При этом изначально направления деятельности по снижению риска в высокой степени связаны с субъективной оценкой опасности различных факторов и видов деятельности.

4.2. РЕАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Реакция живых организмов на поступление токсикантов. Число химических веществ, используемых человечеством, уже превысило

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

100 тысяч. Суммарная стоимость разбросанных по всему земному шару предприятий, на которых они производятся, к концу XX века достигла 1600 млрд. долларов — это в четыре с лишним раза больше, чем тридцать лет назад. Значительная часть этих веществ попадает в воздух, почву, и поверхностные или грунтовые воды. Многие загрязнители среды обитания представляют опасность для здоровья и жизни людей.

Для оценивания риска угрозы здоровью и жизни людей требуется установить соотношение, которое связывает определенное количество вредного вещества (токсиканта, канцерогена) с мерой вызванных им негативных последствий. Эта связь, которую часто называют соотношением «доза — отклик», или «доза — эффект», должна быть количественной, для выявления ее характеристик необходимы специальные исследования, охватывающие эксперименты с животными и статистическую обработку наблюдений над людьми. На базе таких исследований можно создавать конкретные математические модели. Подобное моделирование позволяет прогнозировать результаты воздействия токсикантов (канцерогенов) на людей, в этом состоят основные задачи количественного оценивания риска, обусловленного загрязнителями среды обитания.

В круг важнейших задач входят также расчеты допустимых концентраций токсикантов или канцерогенов. Пути решения этих задач существенно различаются в зависимости от того, являются ли рассматриваемые вредные вещества *пороговыми или беспороговыми*. Кроме того, подход к этим задачам зависит от вида контингента риска, который может охватывать всех жителей подвергшейся загрязнению местности (население) или же только персонал, имеющий дело с загрязнением на рабочих местах.

При рассмотрении связи между дозой химического вещества или его концентрацией в окружающей среде и возникающей реакцией биологической системы взаимодействие типа «доза — ответ» определяет количественную реакцию живого организма (**эффект**) на известный — «стимул» химической, физической или химической природы (**доза**). Реакция на любой стимул может быть множественной по своей природе, но каждая специфическая реакция имеет свой собственный ответ на размер стимула. Специфическая реакция при этом может быть количественно оценена либо по размеру производимого воздействия, включая также и отсутствие воздействия, либо по времени, необходимому для появления специфического эффекта. По длительности воздействия эффекты бывают *острыми и хроническими*, а по степени интенсивности воздействия их подразделяют на *летальные и сублетальные*.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Гипотетическая схема взаимоотношений между дозой токсиканта и его воздействием показана на рис. 4.1.

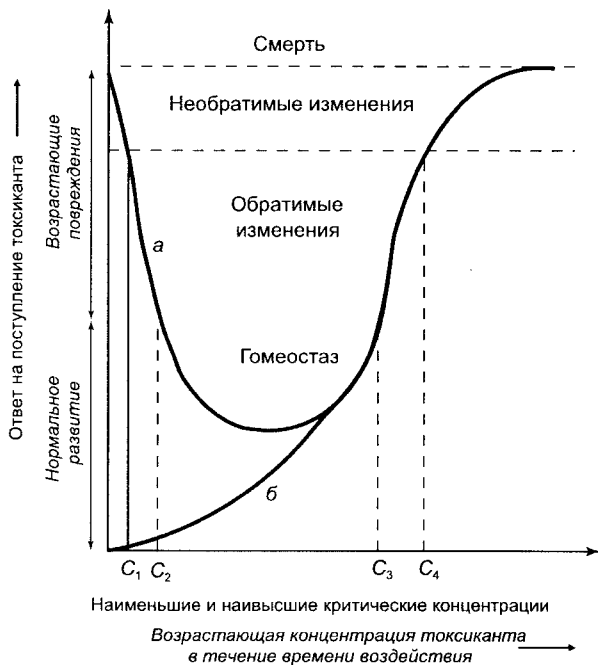


Рис. 4.1. Гипотетическая схема взаимоотношений между наблюдаемым эффектом (воздействием) и концентрацией поступающего вещества:

a — биофилы; *б* — небиофилы

Существуют два типа реакции организма на поступление химических веществ:

- на поступление вещества, необходимого для жизни (биофилы — жизненно важные элементы), и
- вещества, не требуемого для жизнедеятельности (небиофилы — нежизненно важные элементы).

В случае (*a*) гомеостазис (оптимум) наблюдается между дозами C_2 и C_3 . Ниже уровня C_2 существует дефицит питательного вещества, а в концентрациях выше C_3 вещество выступает уже в роли токсиканта. Необратимые изменения и смерть могут произойти ниже уровня C_1 и выше C_4 . В случае (*б*), когда поступают химические вещества, не требуемые для жизни, они выступают в качестве токсикантов при концентрациях выше C_3 , представляющих собой предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

«Доза—эффект»-модели применяют для описания взаимосвязи между дозой, концентрацией вещества в компонентах окружающей среды и отъемом организма на поступление токсиканта. Это взаимодействие строится на разумных допущениях, основанных на том, что наблюдаемый эффект вызывается известным токсическим агентом, или же вводится характеристика вероятности на появление этого эффекта в ответ на поступление химического вещества. Численное и графическое выражение взаимосвязей в системе «доза—эффект» основывается на следующих предположениях:

- 1) эффект (ответ) есть функция концентрации токсического агента в зоне воздействия;
- 2) концентрация токсиканта в зоне воздействия есть функция дозы;
- 3) эффект и доза причинно зависимы.

В токсикологических исследованиях и биопробах принят **индекс токсичности**, который определяет меру чувствительности организма на поступление токсиканта и связан прямо или косвенно с биохимическими, физиологическими или поведенческими функциями, уже установленными или реально предполагаемыми. Одним из таких индексов является квантальный (количественный), ответ типа «все» или «ничего». Например, смерть организма или количество смертей в популяции под воздействием поступления загрязняющего вещества. Такой подход используется в случаях, когда количественная характеристика эффекта затруднена или невозможна. На практике летальность представляет собой действительно точную и несомненную меру токсичности, и этот показатель широко используют для оценки «доза—эффект»-взаимосвязей в популяциях организмов.

Если эффект квантальный, то должен существовать определенный уровень доз или концентраций, ниже которых (при постоянных условиях окружающей среды) эффект не проявляется, а выше — обязательно проявляется. Этот уровень обычно определяется как уровень толерантности. Более полезно, однако, рассматривать распределение уровней толерантности для всей популяции тест-организмов. Такая ситуация может быть представлена в виде распределения уровней толерантности, $f(D) dD$ наряду с соответствующим кумулятивным распределением $P(D)$ при воздействии на популяцию токсиканта в дозе D_1 :

$$P(D_1) = \int_0^{D_1} f(D) dD.$$

Функция $P(D)$ отражает взаимоотношения в системе «доза—эффект» для всех популяций при условии, что эффект является квантальным по своей природе, а воздействие определяется как отсутствие эффекта

при нулевой дозе $P(0) = 0$ и полное воздействие при какой-то очень высокой дозе $P(\infty) = 1$.

Степень выраженности летальности зависит от чувствительности различных организмов в популяции и, как правило, подчиняется нормальному распределению Гаусса (рис. 4.2, а), где ось X — $\log(D)$, Y — частотное распределение смертности. В более удобной форме это представлено на рис. 4.2, б в виде сигмоидальной кумулятивной кривой распределений или путем пробит-трансформации, что позволяет получить прямую линию (рис. 4.2, в).

Смертность в системе «доза — эффект» выражают величинами LD_{50} или LD_{95} , что характеризует дозу токсиканта, при которой погибает 50 или 95 % популяции.

Кроме пробит-моделей, существует также группа других моделей, основанных на так называемой теории попадания (hit theory. — Англ.) (табл. 4.3). В более простых моделях рассматривается воздействие токсиканта на один орган, в более сложных — на несколько (k — количество органов). В многофазовых моделях, изначально разработанных для моделирования процессов канцерогенеза положительное целое число k — это число фаз в процессах, вызванных поступлением токсиканта.

Таблица 4.3

Математические «доза — эффект» модели

Модель	$P(D)$	Параметры	
Пробит-модели	$\Phi(\alpha + \beta \log D)$	$-\infty < \alpha < \infty$	
	$\Phi(t) = \int_{-\infty}^t (2\pi)^{-1/2} e^{-n^2/2} dn$	$\beta < 0$	
Модели, рассматривающие воздействие:	на один орган	$1 - e^{-\beta D}$	$\beta > 0$
		$\int_0^{\beta D} [u^{k-1} e^{-u} / D(k)] du$	$k > 0$
	на несколько органов	$D(k) = \int (u^{k-1} e^{-u}) du$	$\beta > 0$
Многофазовые модели	$1 - \exp D - \sum_{i=1}^k a_i D^i$	k — положительное целое число, $\alpha_i \geq 0$	

Дополнением к этим моделям является включение в рассмотрение фонового ответа, который учитывается посредством введения величины ρ . В случае, когда ρ отлично от нуля и $\rho > 0$, можно моделировать при-

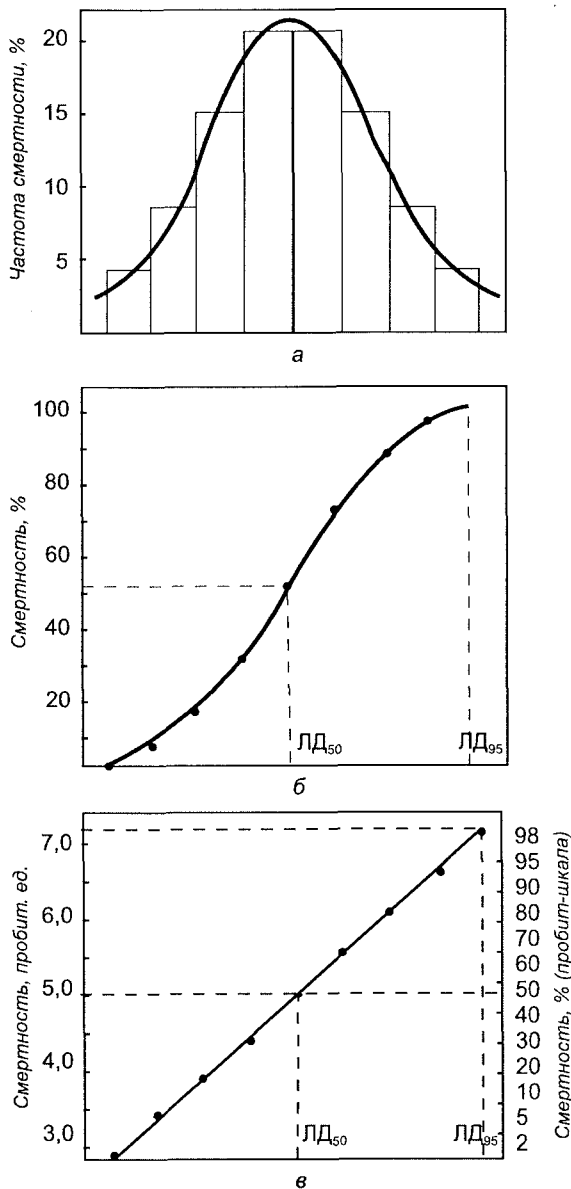


Рис. 4.2. Схема «доза—эффект» взаимоотношений

родные воздействия. Для моделей, приведенных в табл. 4.3, где $P(0) = 0$, учет влияния природного фона рассмотрен с использованием следующего выражения:

$$P(D) = \rho + (1 - \rho) P(D),$$

где $P(D)$ указано в этой же таблице. Дополнительный риск по сравнению с природным фоном оценивается при этом по формуле:

$$P(D) = [P(D) - \rho] / (1 - \rho).$$

В настоящее время такой подход очень распространен, поскольку в условиях глобального загрязнения зачастую трудно вычлнить реальный природный фон, поэтому приходится оценивать дополнительное воздействие токсикантов в условиях уже существующего загрязнения. Аналогично этот подход может быть использован и для оценки воздействия токсикантов в природных биогеохимических провинциях, где природный фон существенно отличается от региональных характеристик.

Отношения время — эффект. Наряду с дозой токсиканта (концентрацией загрязняющих веществ в окружающей среде) для понимания токсикологического воздействия имеют важное значение время эффект — отношения. Пример взаимосвязей между дозой, временем и эффектом показан на рис. 4.3, из которого видно, что характер кривых, характеризующих относительное воздействие, зависит от дозы: чем больше доза, тем раньше проявляется эффект от поступления токсиканта.

Время само по себе также является немаловажным фактором в оценке воздействия одной и той же дозы. Особенно существенным является период, когда еще не проявляется ответ на воздействие токсиканта, так называемый лат — период, или латентный период. Это имеет очень большое значение при проведении биотестов.

На рис. 4.4 показана кривая токсичности, связывающая величины LD_{50} для водной экосистемы со временем воздействия данных доз. Концентрацию, при которой кривая становится асимптотичной (независимой) к временной шкале, называют «пороговой» LD_{50} . Концентрации токсикантов ниже этой величины не будут вызывать смертность в течение короткой экспозиции.

Эту величину часто используют в качестве критериев риска для природных популяций организмов, подвергающихся хроническому воздействию загрязняющих веществ.

Таким образом, время воздействия или длительности биотестирования является критическим фактором в определении «безопасных» уровней воздействия. Разработаны также ряд математических моделей, связывающих дозы и время воздействия с откликом тест-организмов или популяции.

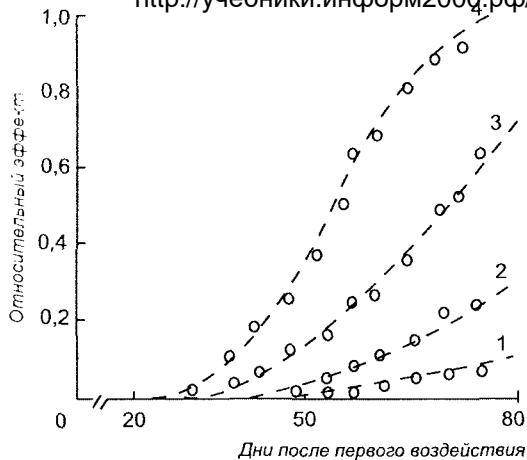


Рис. 4.3. Соотношение между дозой, временем и проявлением эффекта для канцерогенных веществ, мг/нед.:

1—6; 2—12; 3—24; 4—48

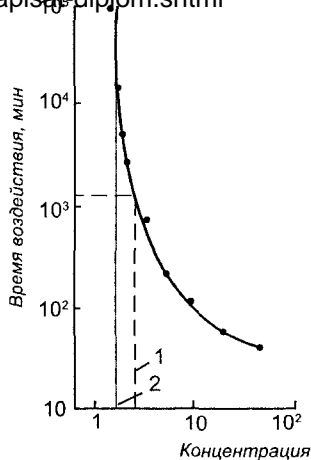


Рис. 4.4. Кривая токсичности, связывающая время воздействия ($\log t$) и концентрации, вызывающие 50 %-ную смертность ($\log LD_{50}$):

1 — 24 час LC_{50} ; 2 — пороговая LC_{50}

Оценка пороговых концентраций воздействия. При использовании квантальных подходов подразумевается, что при любой дозе $D > 0$ существует определенное воздействие, т. е. $P(D) > 0$, т. е. не существует абсолютно безопасных уровней, особенно для небioфильных элементов, для которых вероятность эффекта будет нулевой. Для практических целей, однако, необходим «безопасный пороговый» уровень с малой вероятностью воздействия или с обратимым воздействием. Следовательно, необходимо разработать подходы к экстраполяции «доза — ответ» кривых до низких концентраций загрязняющих веществ, обычно присутствующих в объектах окружающей среды.

Несколько таких подходов схематически показано на рис. 4.5 в виде пороговой, псевдопороговой и кумулятивной кривых (а); линейной (б) и насыщающей (в) кривых.

Несмотря на предложенные физиологические и биохимические механизмы, позволяющие проводить экстраполяцию от высоких экспериментальных доз, при которых, как правило, изучается воздействие токсикантов, к обычно низким или средним концентрациям различных компонентов окружающей среды, достоверность такой экстраполяции

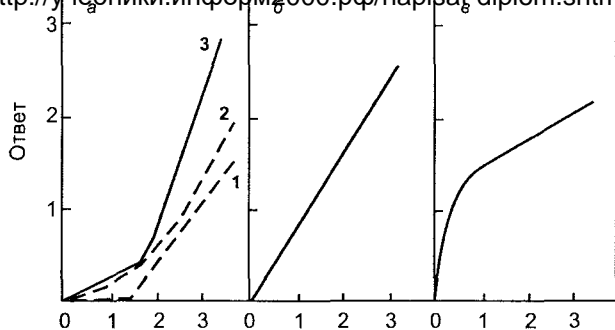


Рис. 4.5. Гипотетические кривые функции «доза—ответ» для расчета пороговых концентраций:

а) 1 — пороговая, 2 — псевдопороговая, 3 — кумулятивная; б) линейная; в) насыщающая кривые и расчет гипотетического ПДК

до сих пор остается низкой. Использование различных подходов ведет к получению существенно различных величин предельно допустимых или безопасных концентраций, рис. 4.5.

Более перспективны подходы с позиций экологической медицины, при которых оценивают уровень безопасных концентраций химических веществ в окружающей среде на основании данных по степени адаптации популяции человека к природной и антропогенно-модифицированной среде обитания. Эта работа, однако, требует проведения долговременного мониторинга как физиологического состояния человека и его популяционного здоровья, так и биогеохимической структуры окружающей среды. На основании такого мониторинга возможно установление экологических нормативов допустимого антропогенного воздействия, которые не будут сопровождаться необратимым разрушением биогеохимических пищевых цепей, замыкаемым человеком. Сохранение природной организованности биогеохимической структуры различных биогеохимических провинций будет способствовать и адаптации человека.

4.3. ЧАСТОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО РИСКА

В количественных оценках экологического риска, связанного с загрязнителями компонентов окружающей среды, важное место принадлежит величине, называемой *частотой* дополнительного риска.

Дополнительный риск, обусловленный присутствием в окружающей среде вредного вещества, зависит от его дозы, поступившей в организм человека. Иными словами, частота q_e дополнительного риска является

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

функцией дозы D : $q_e = f(D)$. Выше уже были представлены различные виды зависимости q_e от дозы D (рис. 4.5).

Первым видом зависимости характеризуются так называемые беспороговые загрязнители, у которых связь между дозой и обусловленным ею риском линейна. Такими веществами являются канцерогены. Зависимостью второго вида обладают пороговые загрязнители, действие которых вызывает негативные последствия, только когда величина дозы превзойдет пороговое значение. Пороговыми загрязнителями выступают не канцерогенные вещества.

Исследование негативных воздействий токсикантов (канцерогенов) показывает, что точно такие же воздействия могут наблюдаться (как правило, в значительно меньших масштабах) и там, где рассматриваемый загрязнитель отсутствует, т. е. в контрольных группах, которые используются для сравнения. Так, случаи заболевания раком легких, вызываемые типичным представителем полиароматических углеводородов — бензо(а)пиреном, приходится выявлять на фоне случаев рака легких, обусловленных совсем другими причинами. Следовательно, надо учитывать, что связанный с данным веществом риск обычно накладывается на уже существующий риск, поэтому его называют дополнительным.

Механизмы формирования негативных эффектов, обусловленные уже существующим и дополнительным рисками, могут быть как весьма близкими, так и существенно различными. Чтобы установить *частоту* риска, связанного с действием только данного загрязнителя, следует внести такую поправку в данные по исследуемой группе (группе риска), которая учитывала бы появление аналогичных эффектов в контрольной группе. Это возможно сделать с помощью следующей формулы:

$$q_e = (q_t - q_c) / (1 - a q_c), \quad (4.1)$$

где q_e — частота вредных воздействий, обусловленных только рассматриваемым веществом (частота дополнительного риска); q_t и q_c — частоты появления таких же негативных эффектов в группе риска и в контрольной группе соответственно

$$q_t = E_t / N_t, \quad q_c = E_c / N_c,$$

где E_t и E_c — количества негативных эффектов в группе риска и в контрольной группе, N_t и N_c — численность группы риска и контрольной группы соответственно); a — коэффициент, характеризующий долю проявленных в контрольной группе изучаемых эффектов, связанных с независимыми механизмами их формирования.

Коэффициент a может меняться от 0 до 1. Если механизмы формирования вредных воздействий в исследуемой и контрольной группах одинаковы, то $a=0$ и формула (4.1) упрощается: $q_e = q_i - q_c$.

Если же эти механизмы различны, то $a = 1$ и формула (4.1) принимает вид:

$$q_e = (q_i - q_c) / (1 - q_c). \quad (4.2)$$

Точное значение коэффициента a установить очень трудно, поэтому обычно полагают $a = 1$. Это приводит к несколько завышенным оценкам дополнительного риска, т. е. по сравнению с формулой (4.1) соотношение (4.2) является более консервативным.

Пример 4.1. С целью оценки вредных воздействий некоторого токсического вещества проводились наблюдения за двумя группами, каждая из которых насчитывала по 100 чел. В контрольной группе выявлено 5 патологических случаев, а в группе лиц, подвергавшихся действию токсиканта, наблюдались 10 случаев такой же патологии. Найти частоту дополнительного риска, вызванного данным веществом.

Решение. В данном примере $N_i = N_c = 100$, $E_c = 5$, $E_i = 10$.

Сначала надо определить частоты q_i и q_c :

$$q_i = E_i / N_i = 10 / 100 = 0,1; \quad q_c = E_c / N_c = 5 / 100 = 0,05.$$

Искомая частота q_e вычисляется по формуле (4.2):

$$q_e = (q_i - q_c) / (1 - q_c) = (0,1 - 0,05) / (1 - 0,05) = 0,053.$$

Иногда в качестве значений q_c могут быть использованы величины, полученные в результате статистической обработки больших массивов данных. Например, если оценке подлежит риск, связанный с конкретным воздействием некоторого канцерогенного вещества на город или регион, то можно использовать результаты наблюдений над населением этого города или региона.

Пример 4.2. Предварительная оценка дополнительного риска, возникающего при планируемом использовании некоторого канцерогена в химическом производстве, показала, что он может вызвать у рабочих (мужчин) заболевание раком легких с частотой, равной 0,25. Во сколько раз эта величина больше вероятности развития рака легких, никак не связанного с применением этого вещества?

Вернуться в каталог учебников

Для ответа на поставленный вопрос нужна надежная статистическая база. Наиболее полные онкологические данные собраны в США, они выявили существенные различия вероятностей развития злокачественных новообразований в зависимости от расовых и половых признаков. Если работающие являются белыми мужчинами, то, как следует из табл. 4.4, вероятность развития у них рака легких составляет 0,087. Эту величину можно принять за значение q_c , а по условию задачи $q_e = 0,25$.

Таблица 4.4

Вероятности развития некоторых раковых заболеваний, рассчитанные на момент рождения белых граждан США

Пораженный орган	Мужчины	Женщины
Желудок	0.012	0,008
Легкие	0,087	0,042
Молочная железа	–	0,100
Предстательная железа	0,087	–

Решение. Прежде всего, надо получить значение q_i . Из формулы (4.2) следует, что $q_i = q_c + q_e(1 - q_c)$. В данном случае $q_i = 0,087 + 0,25 \cdot (1 - 0,087) = 0,32$. Отношение $q_i/q_c = 0,32/0,087 = 3,7$. Таким образом, уровень риска заболеть раком легких превосходит базовое значение приблизительно в 4 раза. Такой дополнительный риск должен обязательно проявиться в результате наблюдений за группой риска.

Если же в случае того же канцерогена оценка частоты дополнительного риска составляет в 10 раз меньшее значение, т. е. $q_e = 0,025$, то аналогичное сравнение с базовым значением даст $q_i = 0,025(1 - 0,087) = 0,11$. Отношение $q_i/q_c = 0,11/0,087 = 1,3$. Несмотря на то, что q_i превышает q_c , обусловленный дополнительным риском эффект трудно выявить на фоне статистических флуктуации.

В качестве функции $f(D)$, описывающей эффекты действия пороговых токсикантов, используется одна из математических моделей, вид и параметры которой определяются в результате специальных исследований (как уже отмечалось, ими могут быть как наблюдения над людьми, так и опыты на животных). Назначение математической модели — отражать основные закономерности соотношения между дозой и откликом (реакцией) на нее, установленные в процессе предварительных исследований.

Доза D определяется произведением концентрации вещества c , скорости его поступления в организм v и полным временем поступления t :

$$D = c \cdot v \cdot t. \tag{4.3}$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Концентрацию c обычно выражают в $\text{мг}/\text{м}^3$ (для воздуха), в $\text{мг}/\text{л}$ (для воды) или в $\text{мг}/\text{кг}$ (для продуктов питания). Скорость (интенсивность) поступления v измеряется в $\text{л}/\text{мин}$ или $\text{м}^3/\text{день}$ (воздух), $\text{л}/\text{день}$ (вода), $\text{кг}/\text{день}$ (продукты питания). Когда речь идет о времени поступления, охватывающем всю жизнь человека, то в качестве t обычно берут 70 лет.

В табл. 4.5 приведены стандартные количества поступающих в организм человека объема воздуха и массы воды, принятые в Российской Федерации. Стандартные значения скорости поступления в организм воздуха, воды и пищи, которые используются для расчетов в США, приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.5

Стандартные количества поступающих в организм человека объема воздуха и массы воды, принятые в Российской Федерации

Контингент	Воздух	Вода
Население	$7,3 \cdot 10^6 \text{ л}/\text{год} = 20 \text{ м}^3/\text{день}$	$800 \text{ л}/\text{год} = 2,2 \text{ л}/\text{день}$
Персонал	$2,5 - 2,5 \cdot 10^6 \text{ л}/\text{год} = 10 \text{ м}^3/\text{день}$ (если в году 250 рабочих дней)	0

Таблица 4.6

Стандартные значения скорости поступления воздуха, воды и пищи в организм людей и животных, принятые в США

(T — средняя продолжительность жизни; M — масса тела.

Для пищи указан «сырой вес»)

Вид	Пол	T , годы	M , кг	Воздух, л/мин.	Вода, мл/день	Пища, г/день
Человек	м	72	75	7,5*	2000	1500
	ж	79	60	6,0*	2000	1500
Мышь	м	2,5	0,030	0,03	5	3,6
	ж	2,5	0,025	0,03	5	3,25

* Приведены скорости поступления воздуха для состояния покоя. При легкой физической нагрузке эта скорость принимается равной 29 л/мин. у мужчин и 19 л/мин. у женщин, а при тяжелой физической работе эти значения возрастают соответственно до 43 л/мин. и 25 л/мин.

Пример 4.3. Вычислить частоту дополнительного риска в следующих условиях. Группу риска составляют работающие в помещениях, воздух которых содержит токсикант с концентрацией $0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$. Предполагается, что группа риска будет работать в этих помещениях ежедневно в течение 8 час на протяжении 10 лет (считать, что в году 250 рабочих дней).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

дней). Использовать соотношение между дополнительным риском и дозой, описываемое уравнением: $q_e = -0,03 \ln D + 0,05$. Последнее было получено в результате опытов над животными, в которых исследуемый интервал доз составлял 2000–20 000 мг, а отношение длительности времени экспериментов к средней продолжительности жизни животных равнялось 0,15.

Решение. Согласно данным приведенным выше, в течение рабочего дня человек вдыхает $10 \text{ м}^3/\text{день}$ воздуха. По условиям задачи $c = 0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$, а время накопления дозы t равно $250 \cdot 10 = 2500$ дней. Накопленная доза равна

$$D = c \cdot v \cdot t = (0,2 \text{ мг}/\text{м}^3) \cdot (10 \text{ м}^3/\text{день}) \cdot (2500 \text{ дней}) = 5000 \text{ мг}.$$

Это количество находится в пределах вышеуказанного интервала исследованных доз. Время, равное 10 годам, соответствует доле $10/70 = 0,14$ от средней продолжительности жизни человека (если полагать, что последняя составляет 70 лет) — это также практически совпадает с величиной, характеризующей условия экспериментов над животными. Таким образом, полученную в результате наблюдений формулу можно использовать и для оценки дополнительного риска, обусловленного действием рассматриваемого токсического вещества на людей. Искомая частота риска будет равна:

$$q_e = 0,03 \cdot \ln 5000 + 0,05 = 0,31.$$

4.4. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЙБУЛЛА—ГНЕДЕНКО

Как отмечено выше, для описания связи между дозой и откликом на нее предложено несколько математических моделей. Ниже рассматриваются две из них — модель оценки риска с использованием распределения Вейбулла—Гнеденко и линейно-квадратичная модель.

Распределение Вейбулла—Гнеденко описывается выражением

$$F(x) = 1 - \exp(-ax^b) \quad (4.4)$$

где a и b — положительные параметры.

При изучении влияния токсического вещества на здоровье людей роль независимой переменной величины играет доза этого вещества D . Функция $q_e(D)$ моделирует зависимость «доза—отклик» и дает оценку частоты риска, привносимого токсикантом:

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

$$\text{http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml} \\ q_e(D) = 1 - \exp(-aD^b). \quad (4.5)$$

Выражение (4.5) можно линеаризовать двойным логарифмированием:

$$\ln[-\ln(1 - q_e(D))] = \ln a + b \ln D. \quad (4.6)$$

Эта зависимость может использоваться в качестве уравнения линейной регрессии. Его параметры a и b можно найти, если есть, по крайней мере, две пары значений, полученных при токсикологических (экспериментальных) исследованиях. Если было установлено, что значению D_1 соответствует частота q_{e1} , а величине D_2 — частота q_{e2} , то коэффициенты уравнения линейной регрессии вычисляются по формулам:

$$b = \{\ln[-\ln(1 - q_{e,2})] - \ln[-\ln(1 - q_{e,1})]\} / \ln(D_2/D_1), \quad (4.7)$$

$$a = -\ln(1 - q_{e,1})/D_1^b \quad \text{или} \quad a = -\ln(1 - q_{e,2})/D_2^b. \quad (4.8)$$

Зная коэффициенты a и b , можно определить дозу токсиканта, соответствующую частоте обусловленного им риска, преобразовав выражение (4.4):

$$D = \{[-\ln(1 - q_e)]/a\}^{1/b}. \quad (4.9)$$

Пример 4.4. В процессе выявления профессионального риска, связанного с воздействием некоторого токсиканта, фиксировались случаи патологических изменений в двух группах персонала, испытавших разные дозовые нагрузки. Первая группа риска насчитывала 100 человек, каждый из которых получил малую дозу токсиканта равную 0,1 мг. В этой группе было отмечено 13 случаев патологии, в то время как число ожидавшихся случаев этой патологии предполагалось равным 8. Во второй группе риска было 120 человек, каждый из них получил дозу, равную 2,0 мг. Число патологических нарушений, зафиксированных в этой группе, составило 32 против 10 ожидавшихся. Требуется определить коэффициенты зависимости (4.5) и найти дозу, при которой частота дополнительного риска равна 0,1.

Решение. В данной задаче $N_{t,1} = 100$, $D_1 = 0,1$ мг, $N_{t,2} = 120$, $D_2 = 2,0$ мг, $E_{t,1} = 13$, $E_{c,1} = 8$, $E_{t,2} = 32$, $E_{c,1} = 10$. Условия задачи позволяют вычислить частоты дополнительного риска для каждой из исследованных групп:

$$q_{e,1} = (q_{t,1} - q_{c,1}) / (1 - q_{c,1}) = [(E_{t,1}/N_{t,1}) - (E_{c,1}/N_{t,1})] / (1 - E_{c,1}/N_{t,1}) = \\ = [(13/100) - (8/100)] / (1 - 8/100) = 0,05,$$

$$q_{e,2} = (q_{t,2} - q_{c,2}) / (1 - q_{c,2}) = [(E_{t,2}/N_{t,2}) - (E_{c,2}/N_{t,2})] / (1 - E_{c,2}/N_{t,2}) = \\ = [(32/120) - (10/120)] / (1 - 10/120) = 0,2.$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Так как имеются две точки для линий регрессии, то коэффициенты выражения (4.5) вычисляются по формулам (4.7) и (4.8):

$$b = \{\ln[-\ln(1-0,2)] - \ln[-\ln(1-0,05)]\} / \ln(2/0,1) = 0,49,$$

$$a = -\ln(1-0,05)/(0,1) = 0,49 = 0,15.$$

Таким образом, в рассмотренном случае зависимость между дозой токсиканта и реакцией на нее в виде избыточного риска можно представить следующим выражением:

$$q_e(D) = 1 - \exp(-0,15 \cdot D^{0,49}).$$

Можно сказать, что в результате решения данной задачи проведено моделирование воздействия токсиканта на основе использования распределения Вейбулла—Гнеденко. Теперь, чтобы получить значение дозы D при установленной величине частоты риска, надо применить формулу (4.9):

$$D = \{[-\ln(1-0,1)]/0,15\}^{1/0,49} = 0,48 \text{ мг.}$$

4.5. ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА

Линейно-квадратичная модель использует следующий вид связи между дозой токсиканта и откликом на нее:

$$q_e = aD + bD^2. \quad (4.10)$$

Если имеются две пары значений, полученных в результате предварительных (экспериментальных) исследованиях, то нетрудно найти коэффициенты a и b . Пусть значению D_1 соответствует частота $q_{e,1}$, а величине D_2 — частота $q_{e,2}$, тогда эти коэффициенты вычисляются по формулам:

$$b = (q_{e,1}/D_1 - q_{e,2}/D_2) / (D_1 - D_2),$$

$$a = (q_{e,1} - bD_1^2) \text{ или}$$

$$a = (q_{e,2} - bD_2^2) / D_2. \quad (4.11)$$

Величина дозы, соответствующая значению частоты риска q_e , находится из квадратного уравнения, следующего из выражения (4.10):

$$bD^2 + aD - q_e = 0,$$

$$D = (-a \pm (a^2 + 4bq_e)^{1/2}) / 2b. \quad (4.12)$$

Пример 4.5. В процессе выявления профессионального риска, связанного с воздействием некоторого токсиканта, фиксировались случаи патологических изменений в двух группах персонала, испытывавших разные дозовые нагрузки. Первая группа риска насчитывала 100 человек, каждый из которых получил дозу токсиканта, равную 0,1 мг. В этой группе было отмечено 11 случаев патологии, в то время как число ожидавшихся случаев этой патологии предполагалось равным 9. Во второй группе риска было 80 человек, каждый из них получил дозу, равную 0,5 мг. Число патологических нарушений, зафиксированных в этой группе, составило 18 против 10 ожидавшихся. Требуется определить коэффициенты зависимости (4.10) и найти дозу, при которой частота дополнительного риска равна 0,1.

В данной задаче $N_{t,1} = 100$, $D_1 = 0,1$ мг, $N_{t,2} = 80$, $D_2 = 0,5$ мг, $E_{t,1} = 11$, $E_{c,1} = 9$, $E_{t,2} = 18$, $E_{c,2} = 10$. Условия задачи позволяют вычислить частоты дополнительного риска для каждой из исследованных групп:

$$q_{e,1} = (q_{t,1} - q_{c,1}) / (1 - q_{c,1}) = [(E_{t,1}/N_{t,1}) - (E_{c,1}/N_{t,1})] / (1 - E_{c,1}/N_{t,1}) = [(11/100) - (9/100)] / (1 - 9/100) = 0,022,$$

$$q_{e,2} = (q_{t,2} - q_{c,2}) / (1 - q_{c,2}) = [(E_{t,2}/N_{t,2}) - (E_{c,2}/N_{t,2})] / (1 - E_{c,2}/N_{t,2}) = [(18/80) - (10/80)] / (1 - 10/80) = 0,114.$$

Коэффициенты b и a определяются с помощью выражений :

$$\left. \begin{aligned} b &= [0,022/0,1 - 0,114]/0,5 / (0,1 - 0,5) = 0,02, \\ a &= (0,022 - 0,02 \cdot 0,01) / 0,1 = 0,22. \end{aligned} \right\} \quad (4.13)$$

Следовательно, линейно-квадратичная модель зависимости частоты риска от дозы в данном случае имеет вид:

$$q_e = 0,22 \cdot D + 0,02 \cdot D^2.$$

Значение дозы, соответствующее заданной частоте риска $q_e = 0,1$, вычисляется по (4.12):

$$D = \{-0,22 \pm [(0,22)^2 + 4 \cdot 0,02 \cdot 0,1]\} / (2 \cdot 0,02), \quad (4.14)$$

$$D_1 = 0,42 \text{ мг}, \quad D_2 = -11,5 \text{ мг}.$$

Квадратное уравнение дает два решения, второе из них надлежит отбросить, поскольку доза не может быть отрицательной. Таким образом, искомое значение дозы $D = 0,42$ мг.

Линейно-квадратичная модель зависимости частоты риска от дозы значительно меняется при малых и больших значениях D . При малых

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
 дозах снижается вклад квадратичного слагаемого (если $a > 0$ и $b > 0$),
 и уравнение (4.10) может быть представлено в линейной форме:

$$q_e = aD. \quad (4.15a)$$

При больших дозах уравнение (4.10) приводит к завышенным результатам, это можно скорректировать введением экспоненциального множителя:

$$q_e = (aD + bD^2) \cdot \exp[-(cD + dD^2)]. \quad (4.15b)$$

Полученная зависимость называется линейно-квадратично-экспоненциальной (модель ЛКЭ). Коэффициенты c и d , как и коэффициенты a и b , находятся из экспериментальных исследований. Для этого приходится решать систему из четырех уравнений, что требует применения компьютера.

Модель ЛКЭ используется, например, в радиобиологических исследованиях для описания зависимости между дозой ионизирующего излучения и вызванными ею последствиями (гибель клеток, хромосомные aberrации, появление злокачественных новообразований и т. д.). При малых дозах радиации справедлива линейная модель, с увеличением дозы становится существенным вклад квадратичного члена, а при еще больших значениях дозы количество наблюдаемых негативных эффектов снижается. Это объясняется тем, что при таких дозах многие клетки погибают и, следовательно, не участвуют в продуцировании фиксируемых последствий. Экспоненциальный множитель отражает количество клеток, еще оставшихся живыми после получения данной дозы излучения. Сначала начинает сказываться линейная часть экспоненциального спада, а затем и квадратичная.

4.6. ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕСПороГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ. ФАКТОР РИСКА

К канцерогенам относят вещества, воздействие которых достоверно увеличивает частоту возникновения опухолей (доброкачественных и/или злокачественных) в популяциях человека и/или животных и/или сокращает время развития этих опухолей. Как уже отмечалось, при оценке риска угрозы здоровью, обусловленного воздействием канцерогенных веществ, используют два важных положения.

Во-первых, принято считать, что у канцерогенов нет пороговой дозы, их действие начинается уже при самых малых количествах, попавших в организм человека.

Во-вторых, считается, что вероятность развития онкозаболевания (т. е. канцерогенный риск) прямо пропорциональна количеству (дозе) канцерогена, введенного в организм. Совокупность этих двух положений называют беспороговой линейной моделью.

Линейный характер зависимости между канцерогенным риском и дозой канцерогенного вещества выражается простой формулой:

$$r = F_r \cdot D, \quad (4.16)$$

где r — индивидуальный канцерогенный риск; под ним следует понимать дополнительный риск (дополнительно к уже существующей вероятности заболеть раком) онкологического заболевания, вызываемый поступлением данного канцерогена; D — доза канцерогена, попавшего в организм человека; F_r — коэффициент пропорциональности между риском и дозой, называемый **фактором риска**.

Фактор риска F_r показывает, насколько быстро возрастает вероятность онкологического заболевания при увеличении дозы канцерогена, поступившего в организм человека с воздухом, водой или пищей. Фактор риска еще называют коэффициентом наклона (Slope Factor), так как он характеризует угол наклона прямой зависимости «риск — доза». Очевидно, что чем больше угол наклона, тем больше угроза здоровью.

Единица фактора риска F_r — $[\text{мг/кг} \cdot \text{сут}]^{-1}$; она обратна единице среднесуточного поступления канцерогена. Фактор риска количественно характеризует увеличение угрозы здоровью в результате ежедневного поступления данного канцерогена в количестве 1 мг, отнесенного к 1 кг массы тела человека.

Часто индивидуальный канцерогенный риск вычисляют по формуле:

$$r = F_r \cdot m, \quad (4.17)$$

где m — среднесуточное поступление канцерогена с воздухом, водой или с пищей, отнесенное к 1 кг массы тела человека, в миллиграммах на кг в сутки ($\text{мг/кг} \cdot \text{сут}$).

Удобство расчета риска r по этой формуле заключается в том, что в результате перемножения величин m и F_r получается безразмерная величина. Значения фактора риска приведены в табл. 4.7.

Вернуться в каталог учебников

Значения фактора риска для некоторых веществ

Канцерогены	F_r (мг/кг · сут) ⁻¹
Дихлорметан	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Трихлорэтилен	$7 \cdot 10^{-3}$
Формальдегид	$2,1 \cdot 10^{-2}$
Свинец и его соединения	$4,2 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Винилхлорид	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Тетрахлорэтилен	0,15
Дихлорэтан	0,27
Хлорбензол	0,27
ДДТ	0,34
Никель (пыль в воздухе)	0,91
Полихлорированные бифенилы	2,0
Выхлопные газы дизельных двигателей	2,1
Кадмий и его соединения	6,3
Бензо (а)пирен	7,3
Бериллий, металл и оксид	8,4
Мышьяк	12
Хром (VI)	42
Бериллий, сульфат	$3 \cdot 10^3$
Диоксины (смесь)	$4,6 \cdot 10^3$

Значения факторов риска определяются, как правило, в результате опытов на животных. Агентство по защите окружающей среды США сформировало в сети Интернет базу данных по факторам риска различных канцерогенов, которая постоянно пополняется, а значения этих факторов уточняются по мере получения новых научных данных.

В таблице 4.8 приведены значения факторов риска F_r (в порядке его возрастания) при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с воздухом, а также с водой и пищей.

Таблица 4.8

Канцерогены	F_r (мг/кг · сут) ⁻¹
Свинец и его соединения	$8,5 \cdot 10^{-3}$
Хлороформ	$3,1 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Пентахлорфенол C_6H_5Cl	0,12

Вернуться в каталог учебников

Канцерогены	F_r (мг/кг · сут) ⁻¹
Хлорбензол C ₁₆ H ₁₄ C ₁₂ O ₃	0,27
ДДТ	0,3
Кадмий и его соединения	0,38
Трихлорэтилен	0,4
Тетрахлорэтилен	0,54
Мышьяк	1,75
Винилхлорид	1,9
Бериллий, оксид	7,0
Полихлорированные бифенилы	5,0
Бензо(а)пирен	12
Бериллий, сульфат	3 · 10 ³
Диоксины (смесь)	1,6 · 10 ⁵

Эти таблицы показывают, что величина фактора риска варьирует в очень широких пределах.

При решении задач, в которых рассматривается поступление канцерогена с воздухом, его среднесуточное поступление m , отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{Cv f T_p}{PT}, \quad (4.18)$$

где C — концентрация канцерогена в воздухе (мг/м³); V (м³/сут) — объем воздуха, поступающего в легкие в течение суток (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м³ воздуха ежесуточно); f — количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; T_p — количество лет, в течение которых происходит воздействие канцерогена; P — средняя масса тела взрослого человека, принимая равной 70 кг; T — усредненное время возможного воздействия канцерогена, в качестве которого принимается средняя продолжительность жизни человека, считающаяся равной 70 годам (25 550 сут).

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление m канцерогена с водой на 1 кг массы тела человека определяется по несколько измененной формуле:

$$m = \frac{Cv f T_p}{PT}, \quad (4.19)$$

где C — концентрация канцерогена в питьевой воде, мг/л; v — скорость поступления воды в организм человека, л/сут. Считается, что взрослый

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>,

человек выпивает ежедневно 2 литра воды; f — количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; T_p — количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины P и T — такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена с воздухом.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление m канцерогена с пищей, приведенное к 1 кг массы тела человека, определяют по формуле:

$$m = \frac{CMT_p}{PT}, \quad (4.20)$$

где C — концентрация канцерогена в рассматриваемом пищевом продукте; M — количество продукта, потребляемого за один год; T_p — количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт; величины P и T — такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена с воздухом или с водой.

После того, как вычислено среднесуточное поступление m канцерогена, приведенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывают индивидуальный канцерогенный риск r по формуле:

$$r = m \cdot F_r, \quad (4.21)$$

где F_r — фактор риска, выражаемый в $(\text{мг}/\text{кг} \cdot \text{сут})^{-1}$.

Если $r < 10^{-6}$, индивидуальный канцерогенный риск считается пренебрежимо малым. Верхний предел допустимого индивидуального канцерогенного риска принимается равным 10^{-4} .

Если $r > 10^{-4}$, индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым.

В случае воздействия нескольких канцерогенов полный риск выражается суммой отдельных рисков:

$$R_t = r_1 + r_2 + \dots \quad (4.22)$$

Коллективный канцерогенный риск R определяется формулами:

$$R = r \cdot N, \quad (4.23)$$

где N — количество человек, подвергающихся данному риску.

Пример 4.6. В воздухе вблизи химического завода находится дихлорметан, концентрация которого составляет $12 \text{ мг}/\text{м}^3$. На протяжении 10 лет таким воздухом дышит население, численность которого составляет 6 ты-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
 сяч человек. Количество дней, в течение которых люди подвергаются канцерогенному риску, равно в среднем 300. Фактор риска при поступлении дихлорметана с воздухом равен $1,6 \cdot 10^{-3}$ (мг/кг · сут)⁻¹. Рассчитать значения индивидуального и коллективного канцерогенного рисков.

$$C = 12 \text{ мг/м}^3;$$

$$V = 20 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$F_r = 1,6 \cdot 10^{-3} (\text{мг/кг} \cdot \text{сут})^{-1};$$

$$T_p = 10 \text{ лет};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$N = 6 \cdot 10^3 \text{ чел.};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

Решение. Среднесуточное поступление дихлорметана с воздухом на 1 кг массы тела человека рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{C \cdot V \cdot T_p}{P \cdot T} = \frac{12 (\text{мг/м}^3) \cdot 20 (\text{м}^3/\text{сут}) \cdot 300 (\text{сут/год}) \cdot 10 (\text{лет})}{70 (\text{кг}) \cdot 25\,500 (\text{сут})} =$$

$$= \frac{7,2 \cdot 10^5 (\text{мг})}{1\,788\,000 (\text{кг/сут})} = 0,40 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Индивидуальный канцерогенный риск:

$$r = m \cdot F_r = 0,4 (\text{мг/кг} \cdot \text{сут}) \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} (\text{мг/кг} \cdot \text{сут})^{-1} = 6,4 \cdot 10^{-4}.$$

Приведенный к одному году индивидуальный риск составит $6,4 \cdot 10^{-4} / 10 = 6,4 \cdot 10^{-5}$. Эта величина ниже уровня допустимого риска, который считается равным 10^{-4} чел.⁻¹ · год⁻¹.

Коллективный риск определяется формулой $R = r \cdot N$. Для условий данной задачи

$$R = 6,4 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 10^3 = 0,38 < 1.$$

Следовательно, в рассматриваемой ситуации можно ожидать, что в течение 10 лет не будет наблюдаться ни одного дополнительного случая появления раковых заболеваний.

Пример 4.7. В ежегодный рацион жителя России входит в среднем 212,4 кг молочных продуктов. Предположим, что в молочных продуктах содержатся диоксины, и их концентрация равна значению ПДК для диоксинов в молоке ($5,2 \cdot 10^{-6}$ мг/кг). Пусть эти молочные продукты идут в пищу 100 человек на протяжении 2 лет.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pф/napisat-diplom.shtml>

Фактор риска при поступлении диоксинов с продуктами питания равен $F_r = 1,6 \cdot 10^5$ (мг/кг · сут)⁻¹.

Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью.

$$C = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ мг/кг};$$

$$M = 212,4 \text{ кг/год};$$

$$F_r = 1,6 \cdot 10^5 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1};$$

$$T_p = 2 \text{ года};$$

$$N = 100 \text{ чел.};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

Решение. Среднесуточное поступление диоксинов с молочными продуктами на 1 кг массы тела человека:

$$\begin{aligned} m &= \frac{CMT_p}{PT} = \frac{5,2 \cdot 10^{-6} \text{ (мг/кг)} \cdot 212,4 \text{ (кг/год)} \cdot 2 \text{ (лет)}}{70 \text{ (кг)} \cdot 70 \text{ (лет)} \cdot 365 \text{ (сут/год)}} = \\ &= \frac{0,0022 \text{ (мг)}}{1\,788\,500 \text{ (кг/сут)}} = 10^{-9} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}. \end{aligned}$$

Индивидуальный канцерогенный риск:

$$r = m \cdot F_r = 10^{-9} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут} \cdot 1,6 \cdot 10^5 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1} = 1,6 \cdot 10^{-4}.$$

Приведенный к одному году индивидуальный риск составит $1,6 \cdot 10^{-4}/2 = 0,8 \cdot 10^{-4}$. Эта величина очень близка к уровню допустимого риска (10^{-4} чел.⁻¹ · год⁻¹).

Коллективный риск определяется формулой $R = r \cdot N$. Для условий данной задачи:

$$R = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^2 = 0,016 \ll 1.$$

Это означает, что в рассматриваемом случае в течение двух лет не должно наблюдаться ни одного случая появления дополнительных раковых заболеваний.

Пример 4.8. Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для следующих условий. Содержание диоксинов в питьевой воде равно 10 ПДК этих веществ в воде, ПДК составляет $2 \cdot 10^{-8}$ мг/л. Время потребления такой воды группой в 1000 человек — 5 лет. Средняя частота потребления — 300 дней в год. Фактор риска при поступлении диоксинов с водой равен $1,6 \cdot 10$ (мг/кг · сут)⁻¹.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pф/учебники.shtml>

$$C = 10 \text{ ПДК} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$F_r = 1,6 \cdot 10 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1};$$

$$T_p = 5 \text{ лет};$$

$$N = 10^3 \text{ чел.};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

Решение. Среднесуточное поступление диоксинов с питьевой водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{Cv f T_p}{RT} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \text{ (мг/м}^3) \cdot 2 \text{ (л/сут)} \cdot 300 \text{ (сут/год)} \cdot 5 \text{ (лет)}}{70 \text{ (кг)} \cdot 25\,550 \text{ (сут)}} =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-4} \text{ (мг)}}{1\,788\,500 \text{ (кг/сут)}} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Индивидуальный канцерогенный риск:

$$r = m \cdot F_r = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} \cdot 1,6 \cdot 10^5 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1} = 5,4 \cdot 10^{-5}.$$

Если привести к одному году, то индивидуальный риск будет равен $5,4 \cdot 10^{-5}/5 = 1,1 \cdot 10^{-5}$. Это значение ниже уровня допустимого риска, который считается равным $10^{-4} \text{ чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

Коллективный риск: $R = r \cdot N$. Для условий данной задачи

$$R = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ чел.}^{-1} \cdot 10^3 \text{ чел.} = 0,054 \ll 1.$$

Таким образом, в рассматриваемом случае можно ожидать, что в течение 5 лет не будет наблюдаться ни одного дополнительного случая появления онкологического заболевания.

Пример 4.9. Рассчитать риск в виде количества дополнительных случаев онкологических заболеваний среди жителей поселка с населением в 10 тысяч человек в результате потребления воды с содержанием канцерогена — трихлорэтилена, равным 25 мкг/л. Такая вода потребляется в течение 30 лет, причем в течение каждого года она потребляется в среднем в течение 300 дней. Фактор риска в данном случае равен $0,4 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1}$.

$$C = 25 \text{ мкг/л} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

- $f = 300$ сут/год;
- $T_p = 30$ лет;
- $F_r = 0,4$ (мг/кг · сут)⁻¹;
- $N = 10^4$ чел.;
- $P = 70$ кг;
- $T = 70$ лет.

Решение. Среднесуточное поступление канцерогена с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{Cv f T_p}{PT} = \frac{0,025 \text{ (мг/л)} \cdot 2 \text{ (л/сут)} \cdot 300 \text{ (сут/год)} \cdot 30 \text{ (лет)}}{70 \text{ (кг)} \cdot 70 \text{ (лет)} \cdot 365 \text{ (сут/год)}} =$$

$$= \frac{450 \text{ (мг)}}{1788500 \text{ (кг/сут)}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут.}$$

Индивидуальный риск:

$$r = m \cdot F_r = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} \cdot 0,4 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}^{-1} = 1 \cdot 10^{-4}.$$

Будучи приведенным к одному году, индивидуальный риск составит $1 \cdot 10^{-4} / 30 = 3,3 \cdot 10^{-6}$.

Эта величина во много раз ниже уровня допустимого риска, который равен $1 \cdot 10^{-4}$ чел.⁻¹ · год⁻¹.

Коллективный риск

$$R = r \cdot N = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4 = 1.$$

Пример 4.10. В питьевой воде по месту проживания некоторой семьи определена концентрация загрязнителя, равная 3 мкг/л. В процессе экспериментальных наблюдений над его действием установлено, что наименьшей из изученных доз $D_{\min} = 200$ мг соответствует частота риска $q_{e,\min}$, равная 0,1. Эксперименты проводились с животными в течение периода времени, составившего 0,3 их средней продолжительности жизни. Как оценить дополнительный риск, которому будет подвергаться данная семья после 10 лет проживания в этом месте, если считать, что рассматриваемое вещество относится к беспороговым?

Решение. При расчетах риска, связанного с вредными веществами в питьевой воде принято считать, что каждый человек потребляет, в среднем 2,2 литра в день. Следовательно, за 10 лет (3650 дней) суммарная доза составит: $D = c \cdot v \cdot t = (3 \text{ мкг/л}) \cdot (2,2 \text{ л/день}) \cdot (3650 \text{ дней}) = 24,1 \text{ мг}$. Эта величина знач **Возврат к началу главы**
<http://учебники.информ2000.ru/uchebniki.shtml>

поэтому надо провести экстраполяцию в область малых доз, предполагая линейную зависимость частоты риска от дозы. Очевидно, что такая экстраполяция внесет свою погрешность в оценку риска. Время в 10 лет составляет следующую долю от средней продолжительности жизни человека: $10/70 = 0,14$. Это существенно меньше доли 0,3, характеризующей условия опытов. Таким образом, добавляется еще один источник погрешности в оценке риска. Фактор риска определяется по формуле:

$$F_r = q_{e, \min} / D_{\min} = 0,1/200 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ мг}^{-1}.$$

Дополнительный риск, которому подвергаются члены рассматриваемой семьи, характеризуется частотой:

$$q_e = F_r \cdot D = (5 \cdot 10^{-4} \text{ мг}^{-1}) \cdot (24,1 \text{ мг}) = 0,01.$$

Способы выражения фактора риска. Фактор риска F_r , как отмечено выше, представляет собой риск, отнесенный к единице дозы вредного вещества и выражается в обратных миллиграммах (мг^{-1}). Иногда требуется дать зависимость риска R не от дозы, а от концентрации вещества c :

$$R = F_r \cdot c. \quad (4.24)$$

Если концентрация имеет размерность $\text{мкг}/\text{м}^3$ (в случае, когда загрязнитель находится в воздухе), то фактор риска должен быть отнесен к единице концентрации и, следовательно, быть выраженным в $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$. Связь между значениями фактора риска, выраженными в (мг^{-1}) и в $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$, имеет следующий вид:

$$F_r (\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1} = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 10^{-3} \cdot v \cdot t, \quad (4.25)$$

где v — интенсивность ежедневного поступления загрязнителя в организм, а t — длительность поступления. Это соотношение может быть использовано, если определено ежедневное поступление загрязненного воздуха и установлено время воздействия загрязнителя на группу риска.

Пример 4.11. Найти связь между значениями фактора риска в единицах (мг^{-1}) и $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$ для персонала, работающего в течение 20 лет во вредных условиях, вызванных загрязнением воздуха.

Решение. Принятое в Российской Федерации стандартное значение объема воздуха, поступающего в легкие персонала, составляет $2,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$. Следовательно, соотношение между значениями фактора риска будет следующим:

$$F_r (\text{мкг/м}^3)^{-1} = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^3 (\text{м}^3/\text{год}) \cdot 20 \text{ лет} = 50 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}). \quad (4.25a)$$

Пример 4.12. Найти связь между значениями фактора риска, выраженными в (мг^{-1}) и в $(\text{мкг/м}^3)^{-1}$, для населения, постоянно проживающего в местности с загрязненным атмосферным воздухом.

Решение. Принятое в Российской Федерации стандартное значение объема воздуха, поступающего в легкие населения, составляет $7,3 \cdot 10^6$ л/год = $7,3 \cdot 10^3$ м³/год. Если считать, что каждый житель подвергается риску в течение всей жизни, средняя продолжительность которой составляет 70 лет, то соотношение между значениями фактора риска будет таким:

$$F_r (\text{мкг/м}^3)^{-1} = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 10^{-3} \cdot 7,3 \cdot 10^3 (\text{м}^3/\text{год}) \cdot 70 \text{ лет} = 511 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}). \quad (4.25b)$$

Обозначим через q_e количество дополнительных случаев тяжелых последствий действия токсиканта на людей, отнесенное к одному году. Оно может быть записано в следующем виде:

$$q_e = \frac{F_r (\text{мкг/м}^3)^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n (c \cdot N)_i}{T}. \quad (4.26)$$

В этом выражении подразумевается, что каждая i -я доза загрязнителя действует на количество людей, равное N ; n — полное количество доз загрязнителя, T — время экспозиции, т. е. количество лет воздействия вредного вещества, а c — концентрация загрязнителя.

Еще один способ выражения фактора риска обусловлен возможностью связи риска R с мощностью дозы токсиканта или канцерогена H_D :

$$R = F_r \cdot H_D. \quad (4.27)$$

В этой формуле мощность дозы представляет собой количество токсиканта (канцерогена) в 1 мг, отнесенное к 1 кг массы тела человека и к одному дню экспозиции. Таким образом, величину H_D следует выражать в $\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})$, а фактор риска F_r — в обратных единицах, т. е. в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$. Если принять среднюю массу тела человека за 70 кг, то легко записать соотношение между значениями фактора риска, выраженного в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$ и в мг^{-1} :

$$F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1} = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 70 (\text{кг}) \cdot t (\text{дни}), \quad (4.28)$$

где t — время экспозиции.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Пример 4.13. Найти связь между факторами риска в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$ и в мг^{-1} для персонала, работающего во вредных условиях, связанных с поступлением в организм некоторого токсиканта. Считать, что количество рабочих дней в году равно 250, а полный стаж работы во вредных условиях — 20 лет.

Решение. Значение F_r с размерностью $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$ будет иметь вид:

$$F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})^{-1} = \\ = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 70 (\text{кг}) \cdot 250 (\text{дни/год}) \cdot 20 \text{ лет} = 3,5 \cdot 10^5 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}). \quad (4.29a)$$

Пример 4.14. Найти связь между факторами риска, выраженными в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$ и в мг^{-1} для населения, постоянно проживающего в загрязненной местности.

Решение. Если считать, что средняя продолжительность жизни человека составляет 70 лет, то искомую связь можно определить таким образом:

$$F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1} = F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot 70 (\text{кг}) \cdot 365 (\text{дней}) \cdot 70 = \\ = 1,79 \cdot 10^6 F_r (\text{мг}^{-1}). \quad (4.29б)$$

Количество дополнительных случаев тяжелых последствий действия токсиканта на людей, отнесенное к одному году (q_e), можно записать в виде

$$q_e = \frac{F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1} \cdot \sum (H_D \cdot N)}{T}. \quad (4.30)$$

Как и прежде, подразумевается, что каждая доза (воздействие) токсиканта действует на количество людей, равное N ; n — полное число воздействий токсиканта; T — количество лет действия токсиканта (время экспозиции). В (4.30) суммирование ведется по n .

Используя приведенные выше формулы, можно установить соотношение между значениями фактора риска в $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$ и в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}$ для персонала и населения. Так, для персонала, работающего в условиях загрязнения воздуха, это соотношение получается следующим:

$$F_r (\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1} / F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1} = \\ = 50 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}) / 3,5 \cdot 10^5 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}) \cdot F_r (\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}, \quad (4.31) \\ F_r (\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1} = 1,43 \cdot 10^{-4} \cdot F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})]^{-1}.$$

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

А для населения, постоянно проживающего в загрязненной местности, аналогичное соотношение выглядит так:

$$F_r (\text{мкг/м}^3)^{-1} / F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})^{-1}]^{-1} = 511 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}) / 1,79 \cdot 10^6 \cdot F_r (\text{мг}^{-1}), \quad (4.32)$$

$$F_r (\text{мкг/м}^3)^{-1} = 2,85 \cdot 10^{-4} \cdot F_r [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})^{-1}].$$

Таблица 4.9

Факторы риска и значения ПДК тяжелых металлов, токсичных неметаллов (мышьяка и сурьмы) и бора, находящихся в питьевой воде

Химический элемент	Фактор риска, (мг/л) ⁻¹	ПДК, мг/л	Доминирующее действие
Ртуть	10	0,001	На почки и нервную систему (метилртуть)
Кадмий	3	0,003	На почки
Сурьма	2	0,005	На образование глюкозы и холестерина в крови
Мышьяк	1	0,01	Развитие рака кожи
Свинец	1	0,01	На биосинтез крови, нервную систему и кровяное давление
Никель	0,5	0,02	Потеря веса
Хром	0,2	0,05	Мутагенные эффекты, при вдыхании — развитие рака
Барий	0,14	0,07	На кровяное давление и на кровеносные сосуды
Бор	0,03	0,3	На способность к деторождению
Марганец	0,02	0,5	На нервную систему
Медь	0,005	2	На печень

В табл. 4.9 по данным Всемирной Организации Здравоохранения и методики «Экоиндикатор-95» сопоставляются значения факторов риска и предельно-допустимых концентраций (ПДК) тяжелых металлов, токсичных неметаллов (мышьяка и сурьмы) и бора, находящихся в питьевой воде. Видно, что чем больше фактор риска, тем ниже величина ПДК.

Оценка допустимых для населения концентраций загрязнителей по заданному значению допустимого риска. Пусть в g компонентах среды обитания (например, $g = 3$ при рассмотрении воздуха, воды и пищи) присутствуют $(k - 1)$ беспороговых загрязнителей, к которым добавляется еще один (k -ый) загрязнитель, также не имеющей порога в соотношении «доза — эффект». Полный риск, обусловленный воздействием всех k беспороговых веществ, определяется следующим выражением:

$$R = \sum_g \left(\sum_{j=1}^{k-1} R_{gj} + R_{gk} \right), \quad (4.33a)$$

где R — значение индивидуального риска, устанавливаемое для продолжительности всей жизни индивидуума; R_{gj} — значение индивидуального риска, связанного с присутствием j -го загрязнителя в g -ом компоненте окружающей среды; R_{gk} — значение индивидуального риска, вызванного появлением k -го загрязнителя в g -ом компоненте окружающей среды.

Тогда выражение для полного индивидуального риска будет иметь вид:

$$R = \sum_g \left(\sum_{j=1}^{k-1} [P_e(D)]_{gj} + P_e(D)_{gk} \right), \quad (4.33б)$$

где D — доза загрязнителя, накопленная на протяжении всей жизни индивидуума ($D = c \cdot v \cdot t$, где c — концентрация загрязнителя, v — скорость его поступления в организм, t — средняя продолжительность жизни человека).

Для линейной связи между дозой вредного вещества и вызываемым эффектом можно использовать выражение:

$$P_e(D) = F_r \cdot D = F_r \cdot c \cdot v \cdot t. \quad (4.34)$$

Подставив его в формулу (4.33б), получим:

$$R = \sum_g \left[\sum_{j=1}^{k-1} (F_r \cdot D)_{gj} + (F_r \cdot D)_{gk} \right] = \sum_g \left[\sum_{j=1}^{k-1} (F_r \cdot c \cdot v \cdot t)_{gj} + (F_r \cdot c \cdot v \cdot t)_{gk} \right], \quad (4.35)$$

где R — значение допустимого риска; c — допустимая концентрация загрязнителя в одном из компонентов окружающей среды.

Для населения, постоянно проживающего в загрязненной местности, $t = 365 \text{ дней} \times 70 \text{ лет} = 25\,550 \text{ дней}$. Подставив это значение в уравнение (4.35), получим

$$R = 25\,550 \sum_g \left[\sum_{j=1}^{k-1} (F_r \cdot c \cdot v)_{gj} + (F_r \cdot c \cdot v)_{gk} \right]. \quad (4.36)$$

Если k -ый загрязнитель вводится лишь в один из компонентов среды, то можно получить его допустимую концентрацию в этом компоненте c_k :

$$C_k = \frac{\left[R - 25\,550 \sum_g \sum_{j=1}^{k-1} (F_r \cdot v)_{gj} \right]}{(25\,550 F_{rk} \cdot v_k)}. \quad (4.37)$$

Если по уже присутствующим в окружающей среде веществам данные отсутствуют, то в предположении, что других загрязнителей нет, допустимая концентрация вводимого загрязнителя может быть рассчитана по упрощенной формуле:

$$c_k = R / (25\,550 \cdot F_{rk} \cdot v_k). \quad (4.38)$$

Пример 4.15. Ввод в эксплуатацию некоторого промышленного объекта сопряжен с выбросом в атмосферу загрязнителя-канцерогена. Рассчитать его допустимую концентрацию при следующих условиях:

- допустимый для всей жизни человека индивидуальный риск, обусловленный присутствием в окружающей среде всех канцерогенов, принять равным $5 \cdot 10^{-6}$;
- устанавливаемый для всей жизни человека индивидуальный риск, вызванный присутствием ранее имеющимися $(k-1)$ канцерогенами в окружающей среде канцерогенов с допустимыми концентрациями, составляет $2 \cdot 10^{-6}$;
- фактор риска нового канцерогена, отнесенный ко всей продолжительности жизни, равен $1 \cdot 10^{-5} \text{ мг}^{-1}$;
- время ежедневной экспозиции новому канцерогену — 8 часов.

Решение. Средняя скорость поступления воздуха в организм составляет для населения 20 м^3 в день, Ежедневное поступление загрязненного воздуха будет равно $8 \text{ ч} / 24 \text{ ч} \cdot 20 \text{ м}^3/\text{день} = 6,66 \text{ м}^3/\text{день}$. Величину c_k можно определить по формуле (4.38):

$$c_k = (5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}) / (25550 \cdot 10^{-5} \cdot 6,66) = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ мг}/\text{м}^3 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ мкг}/\text{м}^3.$$

Пример 4.16. Рассчитать допустимую для населения концентрацию в воздухе канцерогена, который поступает в атмосферу 16 часов ежедневно и характеризуется фактором риска, равным $1 \cdot 10^{-5} \text{ мг}^{-1}$. Значение допустимого риска, задаваемое для продолжительности всей жизни, принять равным $5 \cdot 10^{-6}$.

Решение. Как и в предыдущем примере, в качестве значения средней скорости поступления воздуха в организм следует принять $20 \text{ м}^3/\text{день}$. Ежедневное поступление загрязненного воздуха будет равно $16 \text{ ч} / 24 \text{ ч} \cdot 20 \text{ м}^3/\text{день} = 13,3 \text{ м}^3/\text{день}$. По аналогии с предыдущим примером, имеем:

$$c_k = 5 \cdot 10^{-6} / (25550 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 13,3) = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ мг}/\text{м}^3 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ мкг}/\text{м}^3.$$

4.7. ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ

Ясно, что негативное воздействие порогового токсиканта должно характеризоваться значением той пороговой дозы (или мощности дозы, т. е. величиной дозы, отнесенной к некоторому интервалу времени), начиная с которой появляются неблагоприятные последствия. Практика исследований зависимости между значением дозы токсиканта и его действием (эффектом) показала, что возможно несколько подходов к установлению величины пороговой мощности дозы. Соответственно возможно использование следующих значений, выявляемых опытным путем (как правило, по результатам экспериментов с животными):

- H_{NOEL} — наибольшая пороговая мощность дозы, которая не приводит к появлению *каких бы то ни было* статистически значимых биологических эффектов (NOEL — «no-observed — effect level», т. е. уровень, при котором никакие эффекты не наблюдаются);
- H_{NOAEL} — наибольшая мощность дозы, которая не приводит к появлению статистически значимых *неблагоприятных* биологических эффектов (NOAEL — «no-observed — adverse — effect level», т. е. уровень, при котором не наблюдаются неблагоприятные эффекты);
- H_{LOEL} — наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению *каких бы то ни было* статистически значимых биологических эффектов (LOEL — «lowest — observed — effect level», т. е. наинизший уровень, при котором наблюдаются эффекты);
- H_{LOAEL} — наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению статистически значимых *неблагоприятных* биологических эффектов (LOAEL — «lowest — observed — adverse — effect level», т. е. наинизший уровень, при котором наблюдаются *неблагоприятные* эффекты).

Все четыре величины измеряются количеством загрязнителя, поступающего в единицу времени в организм человека или животного и нормированного на единицу массы тела. Обычно количество токсиканта измеряется в миллиграммах, единицей времени служит день (сутки), а единицей массы тела — килограмм; следовательно, размерность перечисленных величин — мг/(кг · сут).

Оптимальное согласование экспериментальных данных и результатов наблюдений над группами риска означает, что имеется достаточная информация по всем перечисленным выше факторам. Однако на практике такое согласование обеспечить не удастся. Поэтому приходится вводить коэффициенты неопределенности, которые играют роль своеобразного «запаса надежности» в процессе вычисления мощности дозы. Обычно

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

используют три коэффициента: F_1 , F_2 и F_3 , на их произведение делят величину пороговой мощности дозы:

$$H_D = H_{D(i)} / F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \quad (4.39),$$

где $H_{D(i)}$ — любое из представленных выше значений пороговой мощности дозы, а H_D — ее скорректированное значение.

Коэффициент F_1 используется для учета возможных межвидовых вариаций в проявлении эффектов от одной и той же мощности дозы, т. е. он характеризует межвидовые различия в чувствительности к токсиканту. Если биокинетические особенности токсиканта и механизмы его токсичности у экспериментальных животных и людей различаются сильно, то коэффициенту F_1 приписывают максимальное значение, равное 10. Если биокинетика и механизмы токсичности у экспериментальных животных и людей схожи, то $F_1 = 1$.

Коэффициент F_2 ответствен за внутривидовые различия в действии токсиканта, которые обусловлены индивидуальной чувствительностью. Его значения могут меняться от 1 до 10; также обычно полагают $F_2 = 1$ (если существенные индивидуальные различия в чувствительности к данному токсиканту не выявлены).

Коэффициент F_3 повышает надежность расчетов, связанных с переходом от сравнительно кратковременных наблюдений к оценкам эффектов на значительно больший период времени. Значение этого коэффициента может варьировать от 10 до 100. Когда требуется оценить H_{NOEL} или H_{NOAEL} для всей жизни животного или человека, а имеются данные только по кратковременным экспериментам, то полагают $F_3 = 10$. Для оценки же H_{LOEL} или H_{LOAEL} при тех же условиях используется максимальное значение $F_3 = 100$.

Таким образом, введение коэффициентов неопределенности F_1 , F_2 и F_3 существенно снижает значение пороговой мощности дозы, что обусловлено влиянием ряда неопределенностей. Максимальное значение произведения коэффициентов $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 = 10 \cdot 100 \cdot 10 = 10^4$.

Можно сказать, что эти коэффициенты выполняют роль факторов перестраховки, так как в расчеты риска будут входить намеренно заниженные значения пороговой мощности дозы. Например, для тетраэтилсвинца в результате опытов с животными было получено значение H_{LOAEL} , равное 0,0012 мг/кг · сут. Но из-за несовершенства условий экспериментов коэффициентам неопределенности пришлось приписать наибольшие значения, поэтому скорректированное значение пороговой мощности дозы H_D при поступлении этого токсиканта с водой или пищей составило $0,0012 : 10\ 000 = 1,2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг · сут.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

В случае другого токсиканта — фенола — выполненные эксперименты характеризовались существенно меньшей неопределенностью, произведение $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3$ оказалось равным 100. Поскольку значение H_{NOAEL} было при поступлении фенола с водой или пищей равно 60 мг/кг·сут, скорректированное значение пороговой мощности дозы H_D составило $60 : 100 = 0,6$ мг/кг·сут.

Единица мощности пороговой дозы — мг/кг·сут — связана с зависимостью воздействия поступающего в организм токсиканта от массы тела. Перед тем, как зафиксировать значение этой дозы для людей, проводятся опыты на животных, причем используются, как правило, несколько групп животных, для каждой из них принимается средняя величина массы тела. Часто объектами таких опытов становятся мыши, крысы, морские свинки и кролики.

Агентство по защите окружающей среды США сформировало и поддерживает в сети Интернет базу данных, содержащую значения пороговой мощности доз различных загрязнителей окружающей среды. Эта база постоянно пополняется новыми данными.

Т а б л и ц а 4.10

Токсиканты, поступающие с воздухом	$H_D =$ мг/кг·сут
Бензол	$9 \cdot 10^{-3}$
Марганец	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Ртуть (металл)	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Бериллий	$5,8 \cdot 10^{-6}$
Тетраэтилсвинец	$5,7 \cdot 10^{-6}$

Значения пороговой мощности дозы H_D при поступлении — некоторых токсикантов-неканцерогенов с воздухом, водой и пищей приведены (в порядке убывания пороговой мощности дозы) в табл. 4.10–4.12.

Т а б л и ц а 4.11

Токсиканты, поступающие с водой и пищей	H_D мг/кг·сут	Токсиканты, поступающие с водой и пищей	H_D мг/кг·сут
Нитраты	1,6	Селен	$5 \cdot 10^{-3}$
Хром (Cr^{3+})	1,0	Молибден	$5 \cdot 10^{-3}$
Цинк	0,3	Серебро	$5 \cdot 10^{-3}$
Барий	0,2	Хром (VI)	$5 \cdot 10^{-3}$
Бор	0,2	Кадмий	$5 \cdot 10^{-4}$
Марганец	0,14	Сурьма	$4 \cdot 10^{-4}$
Хлор	0,1	Мышьяк	$3 \cdot 10^{-4}$
Медь	0,04	Ртуть (хлорид)	$3 \cdot 10^{-4}$
Никель	0,02	Таллий (хлорид, карбонат)	$8 \cdot 10^{-5}$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Как показывают данные, приведенные в таблицах, по значению пороговой мощности дозы токсических веществ могут различаться в миллионы раз.

При решении задач, в которых рассматривается вдыхание токсиканта, среднесуточное его поступление m , отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{CVfT_p}{PT}, \quad (4.40)$$

где C — концентрация токсиканта в воздухе, мг/м³; V — объем воздуха, поступающего в легкие, м³/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м³ воздуха ежесуточно); f — количество дней в году,

в течение которых происходит воздействие токсиканта; T_p — количество лет, в течение которых происходит воздействие токсиканта; P — средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг; T — усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность возможного воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

Вышеприведенное выражение для m базируется на уже давно известной и используемой в токсикологии формуле Габера, по которой вычисляются показатель токсичности вещества K_{tox} . Для токсиканта, поступающего с воздухом, эта формула имеет вид:

$$K_{\text{tox}} = \frac{CVt}{P}, \quad (4.41)$$

где C — концентрация токсиканта, V — объем легочной вентиляции, t — время воздействия токсиканта, P — масса тела.

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека m определяется по несколько измененной формуле:

$$m = \frac{CvfT_p}{PT}, \quad (4.42),$$

Токсикант, поступающий с водой	H_D мг/кг · сут
Этиленгликоль	2
Ацетон	0,9
Нефтепродукты	0,6
Фенол	0,6
Метанол	0,5
Формальдегид	0,2
Пентахлорфенол C ₆ Cl ₅ OH	3 · 10 ⁻²
Бензол	4 · 10 ⁻³
Винилхлорид	3 · 10 ⁻³
Нитробензол C ₆ H ₅ NO ₂	5 · 10 ⁻⁴
ДДТ	5 · 10 ⁻⁴
Метилртуть Hg(CH ₃) ₂	1 · 10 ⁻⁴
Тетраэтилсвинец	1,2 · 10 ⁻⁷

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

где C — концентрация токсиканта в питьевой воде, мг/л; v — скорость поступления воды в организм человека, л/сут (считается, что взрослый человек выпивает ежедневно 2 литра воды); f — количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта; T_p — количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины P и T — такие же, как и в формуле для поступления токсиканта с воздухом. Размерность величины m — мг/л · сут.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление токсиканта с пищей m , приведенное к 1 кг массы тела человека, вычисляют по формуле:

$$m = \frac{CMT_p}{PT}, \quad (4.43)$$

где C — концентрация токсиканта в рассматриваемом пищевом продукте; M — количество продукта, потребляемого за один год; T_p — количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт; величины P и T — такие же, как и в формуле для поступления с воздухом или водой; величина m имеет размерность мг/кг · сут.

После того, как вычислено среднесуточное поступление токсиканта, отнесенное к 1 кг массы тела, рассчитывается величина, называемая **индексом опасности**. Ее обозначают через HQ (от слов Hazard Quotient) и определяют выражением:

$$HQ = \frac{m}{H_D}, \quad (4.44)$$

где H_D — пороговая мощность дозы, значения которой приведены в табл. 4.10–4.12.

Если $HQ < 1$, то опасности нет; риска угрозы здоровью отсутствует. Если же $HQ > 1$, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше индекс HQ превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или в пище содержатся несколько токсикантов, то полный индекс опасности HQ_i равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов.

Если $HQ_i < 1$, то опасности нет, риск угрозы здоровью отсутствует.

Пример 4.17. В одном из колодцев обнаружен тяжелый металл — шестивалентный хром, причем его содержание в воде этого колодца в десять раз превысило значение ПДК хрома (VI) для питьевой воды (0,005 мг/л). Данным колодцем пользуются в течение 6 лет. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

$$C = 10 \text{ ПДК} = 0,05 \text{ мг/л},$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$T_p = 6 \text{ лет} = 2190 \text{ сут};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 30 \text{ лет} = 10\,950 \text{ сут};$$

$$H_D = 5 \cdot 10^{-3} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение. Среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = [Cv/T_p/PT] =$$

$$= [0,5 \text{ (мг/л)} \cdot 2 \text{ (л/сут)} \cdot 2190 \text{ (сут)}] / [70 \text{ (кг)} \cdot 10\,950 \text{ (сут)}] =$$

$$= 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = m/H_D = [2,9 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}] / [5 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}] = 0,58.$$

Ни опасности отравления, ни риска угрозы здоровью нет.

Пример 4.18. В воду некоторого водоема попала ртуть, в результате чего содержание этого элемента в тканях рыбы составляет 10 мг/кг. В течение двух лет в этом водоеме рыбак-любитель ловит рыбу и употребляет ее в пищу. За эти два года он ел рыбу 80 раз, причем за один раз съедал в среднем 150 г. Пороговая мощность дозы ртути (в виде метилртути) при попадании в организм с пищей составляет $1 \cdot 10^{-4}$ мг/кг · сут. Вычислить риск угрозы здоровью.

$$C = 10 \text{ мг/кг};$$

$$m_p = 150 \text{ г};$$

$$f = 40 \text{ раз в год} = 40 \text{ (год}^{-1}\text{)};$$

$$T_p = 2 \text{ года};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 10950 \text{ сут};$$

$$H_D = 1 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение. Значение ПДК ртути в рыбе равно 0,5 мг/кг, следовательно, в рассматриваемом случае содержание токсиканта превышено в 20 раз.

Среднесуточное поступление токсиканта с пищей на 1 кг массы тела человека (мощность дозы):

$$M = [Cm_p f T_p / PT] =$$

$$= [10 \text{ (мг/кг)} \cdot 0,15 \text{ (кг)} \cdot 80 \text{ (год}^{-1}\text{)} \cdot 2 \text{ (год)}] / 70 \text{ (кг)} \cdot 10\,950 \text{ (сут)} =$$

$$120 \text{ (мг)} / 766\,500 \text{ (кг} \cdot \text{сут)} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ мкг/кг} \cdot \text{сут.}$$

Индекс опасности

$$HQ = m/H_D = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ (мг/кг сут)} / 1 \cdot 10^{-4} \text{ (мг/кг сут)} = 1,6 > 1,$$

опасность отравления и риск угрозы здоровью присутствуют.

Пример 4.19. В воде некоторого водохранилища обнаружен фенол с концентрацией, равной 3 мг/л. Водоохранилище является источником питьевого водоснабжения. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, пьющего такую воду в течение трех лет. Учесть, что ежегодно этот человек уезжает из этой местности в отпуск, в котором проводит в среднем 30 дней. Пороговая мощность дозы фенола при попадании в организм с водой составляет 0,6 мг/кг · сут.

$$C = 3 \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 335 \text{ сут/год};$$

$$T_p = 3 \text{ года};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 3 \cdot 365 = 1095 \text{ дней};$$

$$H_D = 0,6 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут.}$$

Решение. Среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = [Cv f T_p / PT] =$$

$$= [3 \text{ (мг/л)} \cdot 2 \text{ (л/сут)} \cdot 335 \text{ (сут/год)} \cdot 3 \text{ (года)}] / 70 \text{ (кг)} \cdot 1095 \text{ (сут)} =$$

$$= 0,079 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут.}$$

Индекс опасности:

$$HQ = m/H_D = [0,079 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}] / [0,6 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}] = 0,13 \ll 1,$$

опасности нет.

Пример 4.20. Установлено, что в некоторой местности оказались загрязненными питьевая вода и выращенные здесь овощи. В воде присутствуют нефтепродукты, их содержание равно 5 мг/л, а в овощах — тетра-

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

тилсвинец с содержанием 5 мкг/кг. Всего овощей в России потребляется в среднем 94 кг на душу населения в год. Человек выпивает в среднем 2 л воды в сутки. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек подвергается — воздействию указанных токсикантов в течение трех месяцев. Пороговая мощность дозы нефтепродуктов при попадании в организм с водой составляет 0,6 мг/кг · сут, а пороговая мощность дозы тетраэтилсвинца при попадании в организм с пищей составляет $1,2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг · сут. Принять T равным 30 годам.

Концентрация нефтепродуктов в воде $C_H = 5$ мг/л.

Концентрация тетраэтилсвинца в овощах $C_T = 5$ мкг/кг = 0,005 мг/кг.

$T_p = 3$ мес. = 0,25 года;

$v = 2$ л/сут;

$M_{\text{воды}} = 2 \cdot 365 \cdot 0,25 = 182,5$ л;

$M_{\text{ов}} = 0,25 \cdot 94$ кг = 23,5 кг;

$P = 70$ кг;

$T = 30 \cdot 365 = 10950$ сут;

$H_{D(H)} = 0,6$ мг/кг · сут;

$H_{D(T)} = 1,2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг · сут.

Решение. Среднесуточное поступление нефтепродуктов с водой на 1 кг массы тела человека:

$$\begin{aligned} m_H &= (C_H M_{\text{воды}}) / PT = \\ &= 5 \text{ (мг/л)} \cdot 182,5 \text{ (л)} / 70 \text{ (кг)} \cdot 10950 \text{ (сут)} = \\ &= 0,0012 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут.} \end{aligned}$$

Индекс опасности:

$$HQ_H = m_H / H_{D,H} = [(0,0012 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}) / (0,6 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут})] = 0,002.$$

Среднесуточное поступление тетраэтилсвинца с пищей (с овощами) на 1 кг массы тела человека:

$$\begin{aligned} m_T &= (C_T M_{\text{ов}}) / PT = \\ &= [0,005 \text{ (мг/кг)} \cdot 23,5 \text{ (кг)}] / 70 \text{ (кг)} \cdot 10950 \text{ (сут)} = \\ &= 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут.} \end{aligned}$$

Индекс опасности:

$$HQ_T = m_T / H_{D,T} = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} / 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} = 1,333.$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
Суммарный индекс опасности:

$$HQ_I = HQ_H + HQ_T = 0,002 + 1,333 = 1,335 > 1,$$

опасность существует, риск угрозы здоровью обусловлен присутствием тетраэтилсвинца в овощах.

Пример 4.21. Считается, что в течение года житель России съедает в среднем 130,8 кг хлебопродуктов. Предположим, что в хлебопродуктах обнаружены нитраты с содержанием, равным 37 мг/кг. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью, если такими продуктами человек питается в течение одного года. Пороговая мощность дозы нитратов в пищевых продуктах составляет 1,6 мг/кг · сут. Принять T равным 30 годам.

$$C = 370 \text{ мг/кг};$$

$$M = 130,8 \text{ кг/год};$$

$$T_p = 1 \text{ год};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 30 \cdot 365 = 10\,950 \text{ сут};$$

$$H_D = 1,6 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение. Среднесуточное поступление токсиканта с пищей на 1 кг массы тела человека:

$$m = (CMT_p)/PT =$$

$$= [370 \text{ (мг/кг)} \cdot 130,8 \text{ (кг/год)}^{-1} \text{ (год)}] / 70 \text{ (кг)} \cdot 10950 \text{ (сут)} = 0,0063 \text{ (мг/кг)}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = m/H_D = 0,0063 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} / 1,6 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} = 0,039 < 1,$$

опасности отравления нет, риск угрозы здоровью отсутствует.

Пример 4.22. За год взрослый житель России съедает в среднем 151 яйцо. Рассчитать риск угрозы здоровью при употреблении в пищу яиц в течение года, если яйца содержат хлор со средним содержанием 30 мг в одном яйце. Пороговая мощность дозы хлора в пищевых продуктах составляет 0,1 мг/кг · сут. Принять T равным 10 950 суток.

$$C = 30 \text{ мг/шт.};$$

$$f = 151 \text{ шт/год};$$

$$T_p = 1 \text{ года};$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 10950 \text{ сут};$$

$$H_D = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение. Среднесуточное поступление токсиканта с пищей на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{CfT_p}{PT} = \frac{30 \text{ (мг/шт.)} \cdot 151 \text{ (шт./кг)} \cdot 1 \text{ год}}{70 \text{ (кг)} \cdot 10950 \text{ (сут)}} = 0,0059 \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = \frac{m}{H_D} = 0,0059 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} / 0,046 \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)} = 0,13 < 1,$$

опасности нет.

4.8. ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ ОПАСНОСТИ И РИСКА

Разработка рациональной политики снижения рисков аварийных и других чрезвычайных ситуаций (ЧС) и смягчению их последствий связаны с оценкой, анализом и управлением величиной техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды. Эта задача включает в себя экологические, технические, социально-экономические аспекты и находит свое решение в системном анализе искусственных (геотехнических) и естественных систем. При этом чем более мощные потоки вещества, энергии, информации перерабатываются в этих системах, тем большую опасность представляют для окружающей природной среды и человека происходящие в них технологические процессы. Иначе говоря, в этих системах генерируются и накапливаются реальные и потенциальные экологические риски.

При определении степени техногенной опасности и экологического риска, связанных с наличием или проектированием технических объектов возникает задача выбора наиболее предпочтительного варианта.

Пусть число рассматриваемых вариантов E_{II} , а число вариантов, удовлетворяющих поставленной цели E_0 , тогда правило выбора при решении задачи имеет вид:

$$E_0 = \langle E_{i_0} | E_{i_0} \in E_{II} \wedge e_{i_0} = \max_i e_i \rangle, \quad (4.45)$$

то есть множество E_0 оптимальных вариантов состоит из вариантов E_{i_0} , принадлежащих множеству E_{II} и оценки e_{i_0} для которых максимальны среди оценок e_i .

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

При оценке воздействия опасного объекта на здоровье населения численность населения может быть использована в качестве самостоятельного критерия (например, по рекомендации комиссии по атомной энергии США):

$$SPF = \frac{\sum_{R=1}^{80} P(R) R^{-1,5}}{\sum_{R=1}^{80} Q(R) R^{-1,5}}, \quad (4.46)$$

где SPF — критерий населенности района размещения опасного объекта; R — расстояние до промышленной площадки, км; $P(R)$ — число людей, проживающих на расстоянии от $(R-1)$ до R ; $Q(R)$ — число людей, которые проживали бы в этой зоне при равномерной плотности населения 390 чел./км².

Такой подход базируется на выборе функции предпочтения. В ряде случаев такая функция строится на основе табличных шкал, составленных по данным экспертных оценок и представляет собой скалярную функцию векторного аргумента:

$$f(e) = f[f_1(e_1), f_2(e_2) \dots, f_n(e_n)]. \quad (4.47)$$

Вид этой функции определяется тем, как оценивается вклад каждого частного критерия. Многокритериальные задачи можно свести к однокритериальным при помощи аддитивной и мультипликативной функций:

Аддитивная функция:

$$f(e) = \sum_{j=1}^k \frac{\alpha_j f_j(e_j)}{S_j}. \quad (4.48)$$

Мультипликативная функция:

$$1 - f(e) = \prod_{j=1}^k \left(1 - \frac{\beta_j f_j(e_j)}{S_j} \right). \quad (4.49)$$

В формулах (4.48), (4.49) коэффициенты α_j и β_j отражают вклад частных критериев в обобщенный критерий и определяются экспертным путем. Значения функций представлены шкалой от 0 до 1.

При переходе к количественной оценке техногенной опасности и экологического риска необходимо рассмотреть принципиальную схему взаимодействия технического объекта с окружающей его природной средой в рамках сформированной геотехнической системы, рис. 4.6.

Вернуться в каталог учебников

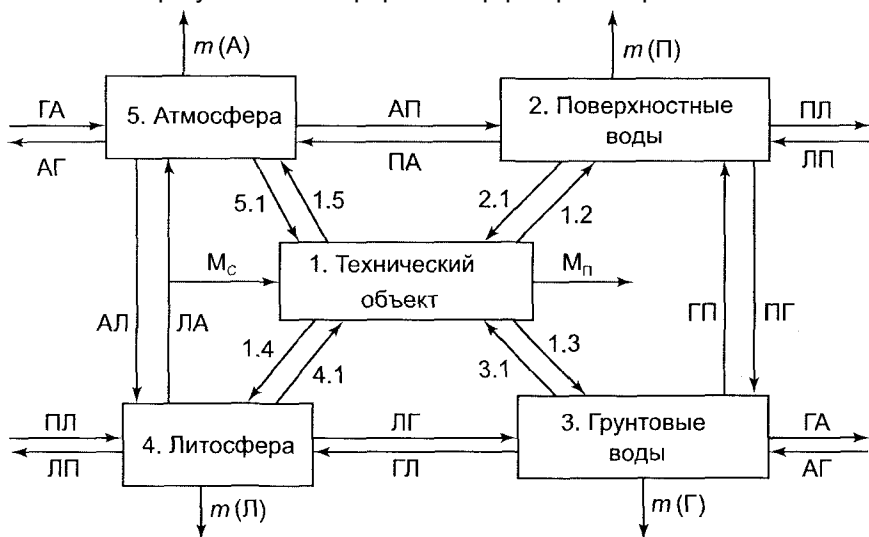


Рис. 4.6. Система «промышленное предприятие — окружающая среда»

Центростремительные потоки в системе представляют сырье (M_c) и местными природными ресурсами, потребляемые предприятием (земля — 4.1, вода из поверхностных источников — 2.1 и из подземных источников — 3.1, воздух — 5.1). Центробежные потоки — готовая продукция (M_p) и отходы производства, поступающие в поверхностные — 1.2 и грунтовые — 1.3 воды, на почву — 1.4 и в атмосферу — 1.5. Эти отходы мигрируют в природной среде за счет взаимных обменных потоков (обозначены буквами), аккумулируются — m_A, m_P, m_G, m_L в соответствующих компонентах природной среды и трансформируются при протекании химических реакций: Q_A, Q_P, Q_G, Q_L .

Как видно из схемы, технический объект комплексно влияет на все элементы окружающей среды даже в нормальном рабочем режиме. Этот факт отражен нами ранее в соответствующих таблицах 1.1 и 1.2, приведенных в первой главе книги.

Конкретный дальнейший расчет может проводиться разными методами. Рассмотрим некоторые из них.

4.9. МЕТОД МАТЕРИАЛЬНЫХ БАЛАНСОВ

В соответствии со схемой, представленной на рис.4.6 можно составить систему дифференциальных уравнений, отражающих материальный ба-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
 ланс загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих в природную среду с газообразными, жидкими и твердыми отходами и скорость их накопления:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dm(\Pi)}{d\tau} &= (V_{1,2} - V_{2,1}) + (V_{\text{ЛП}} - V_{\text{ПЛ}}) + (V_{\text{ПП}} - V_{\text{ПГ}}) + (V_{\text{АП}} - V_{\text{ПА}}) - Q_{\text{П}}; \\ \frac{dm(\Gamma)}{d\tau} &= (V_{1,3} - V_{3,1}) + (V_{\text{ПГ}} - V_{\text{ГП}}) + (V_{\text{ЛГ}} - V_{\text{ГЛ}}) + (V_{\text{АГ}} - V_{\text{ГА}}) - Q_{\text{Г}}; \\ \frac{dm(\text{Л})}{d\tau} &= (V_{1,4} - V_{4,1}) + (V_{\text{ПЛ}} - V_{\text{ЛП}}) + (V_{\text{ГЛ}} - V_{\text{ЛГ}}) + (V_{\text{АЛ}} - V_{\text{ЛА}}) - Q_{\text{Л}}; \\ \frac{dm(\text{А})}{d\tau} &= (V_{1,5} - V_{5,1}) + (V_{\text{ПА}} - V_{\text{АП}}) + (V_{\text{ГА}} - V_{\text{АГ}}) + (V_{\text{ЛА}} - V_{\text{АЛ}}) - Q_{\text{А}}. \end{aligned} \right\} (4.50)$$

Природную среду в зоне влияния технического объекта, состоящую из N компонентов можно охарактеризовать вектором состояния:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_p, x_N, K), \quad (4.51),$$

где x, x_2, \dots, x_p, x_N — состояния компонентов и матрицей концентраций загрязняющих веществ $C_{\text{ЗВ}}$:

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} & \dots & C_{i1} & \dots & C_{N_1} \\ C_{12} & C_{22} & \dots & C_{i2} & \dots & C_{N_2} \\ C_{1j} & C_{2j} & \dots & C_{ij} & \dots & C_{N_j} \\ C_{1M} & C_{2M} & \dots & C_{iM} & \dots & C_{N_M} \end{pmatrix}, \quad (4.52)$$

где $i = 1 \dots N$ — компоненты системы, $j = 1 \dots M$ — загрязняющие вещества. Буквой K обозначены любые другие возможные компоненты системы и ЗВ в зависимости от конкретной задачи.

Динамика состояния системы описывается уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_i}{d\tau} &= F_i(X, C, S) \\ \frac{dC_{ij}}{d\tau} &= \Phi_{ij}(X, C) + E_{ij}\beta_i(x_i) \end{aligned} \right\} (4.53)$$

Здесь $F_i(X, C, S)$ — функция, описывающая изменение состояния i -го компонента; $\Phi(X, C)$ — функция изменения концентрации j -го вещества в i -ом компоненте; E_{ij} — поступление j -го вещества в i -й компонент.

Решение этой системы дает возможность получить нормированные величины концентраций и интенсивности поступления j -го загрязняющего вещества в i -й компонент системы.

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
4.10. ЭКОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Основы этого метода были заложены в СССР в начале 80-х годов путем введения индекса относительной токсичности загрязняющего вещества $I_i = f(\text{ПДК}_i)$ и расчета величины относительной токсичной массы отхода производства, что, позволило составить приоритетные ряды загрязняющих веществ, источников их образования и отведения в природную среду независимо от генезиса и места расположения.

Достоинства этого метода, наряду с простотой расчетов и доступностью исходной информации — возможность сопоставления по уровню нагрузки на природную среду газообразных, жидких и твердых отходов и построения единых приоритетных рядов. Недостаток метода заключается в том, что он базируется на концепции ПДК, а эта концепция уже подвергалась критике ранее. Метод получил свое развитие и совершенствование в 90-х гг. и других и постоянно рассматривается на примере техногенного загрязнения воздуха Северо-Западного региона России предприятиями топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

В качестве критерия экологической безопасности технологических процессов ТЭК региона выбран уровень приемлемого отраслевого аэротехногенного риска при производстве единицы энергии, равный величине потенциального ущерба окружающей природной среде, приведенного к единице энергии:

$$(d^{TB})_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i d_i}{Z_0}, \quad (4.54)$$

где B_i — потребление топлива i -го вида на предприятиях ТЭК региона, (т/год), d_i — потенциальный ущерб от сжигания тонны топлива i -го вида, n — общее количество сжигаемых на предприятиях ТЭК видов топлива в регионе, Z_0 — количество энергии, вырабатываемое на предприятиях ТЭК в регионе, (кВт · ч/год).

Этот метод имеет множество преимуществ, но существует одно важное неудобство: нет возможности сравнивать уровень рисков от промышленных отходов, представленных в разных агрегатных состояниях.

4.11. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, ОСНОВАННЫЕ НА ПОНЯТИИ ПДК

Сценарий первый. Нормирование качества главных компонентов природной среды заключается в установлении пределов допустимых изменений их свойств. Нормы должны устанавливаться по реакции самого чувствительного организма-индикатора, но практически наиболее часто устанавливают санитарно-гигиенические или экономически целесообразные нормативы.

В качестве количественной меры загрязнения природной среды в России и ряде других стран используются предельно допустимые концентрации (ПДК) ЗВ в атмосферном воздухе, воде и почве, устанавливаемые санитарно-гигиеническими методами. Разработаны и утверждены ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений и населенных мест (среднесуточные и максимально разовые), для рыбохозяйственных и культурно-бытовых водоемов и почвы. Качество природной среды по уровню загрязнения считается удовлетворительным при соблюдении двух основных условий:

1. Концентрации индивидуальных ЗВ C_i должны быть меньше их ПДК:

$$C_i \leq \text{ПДК}_i. \quad (4.55)$$

2. При наличии группы веществ однонаправленного действия, одновременно присутствующих в воздушной среде сумма отношений их концентраций должна быть меньше единицы:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1. \quad (4.56)$$

Это условие для водохранилищ определяется исходя из лимитирующих показателей вредности (ЛПВ), которые могут быть:

- обще санитарными (ОС);
- санитарно-токсикологическими (СТ);
- органолептическими (ОЛ) и
- токсикологическими (Т).

В сопоставлении со значениями ПДК, экологическую обстановку характеризуют по степени неблагополучия в соответствии с табл. 4.13.

Классификация экологической обстановки

Обстановка	Критерии оценки обстановки
Относительно удовлетворительная	$C_i \leq \text{ПДК}_i$ для всех i веществ
Напряженная	$C_i \approx 10 \text{ ПДК}_i$
Критическая	$C_i \approx (20-30) \text{ ПДК}_i$
Кризисная (чрезвычайная экологическая ситуация)	$C_i > 50 \text{ ПДК}_i$ Устойчивые отрицательные изменения в природной среде. Исчезновение отдельных видов животных и растительности. Угроза здоровью человека
Катастрофическая (экологическое бедствие)	Глубокие необратимые изменения в природной среде. Нарушение равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда. Ухудшение здоровья людей.

В то же время необходимо отметить, что ПДК строго ориентированы на человека, обеспечивая, на уровне современных научных воззрений, сохранение здоровья настоящего и будущих поколений. Это не значит, что таким же образом сохраняется нормальная жизнедеятельность биоты. Достаточно сопоставить допустимые уровни загрязнения атмосферного воздуха для человека ПДК_{м.р.} и растений для наиболее часто встречающихся в урбанизированных регионах загрязняющих веществ, табл. 4.14.

Таблица 4.14

Концентрации химических веществ (мг/м³) в атмосферном воздухе и допустимые кратности их превышения, безопасные для человека и растений

Вещество	ПДК _{м.р.} для человека	ПДК для растений	Кратность превышения
Оксиды серы	0,5	0,02	25 : 1
Оксиды азота	0,4	0,02	20 : 1
Аммиак	0,2	0,05	4 : 1
Метанол	1,0	0,20	5 : 1
Бензол	1,5	0,10	15 : 1

Из данных этой таблицы видно, что растительность оказывается значительно чувствительнее к химическому загрязнению воздуха, чем человек. Эти данные подтверждаются и исследованиями по сохранно-

Вернуться в каталог учебников

сти хвойных лесов в окрестностях Санкт-Петербурга. Так, если принять величину предельно допустимой экологической нагрузки, отвечающей 90 % сохранности хвои за норму, то она достигается лишь на расстоянии около 60 км от центра города.

ПДК не отражают и токсикологическую нагрузку на экосистему в целом, так как не учитывают процессы аккумуляции вещества в биологических объектах. Например, при концентрации ДДТ в воде 0,004 млн. долей, в конце трофической цепи на 1 кг веса бакланов приходится уже 26,4 млн. долей. Значит, отклик экосистемы на загрязнение воды не адекватен первоначальной оценке.

ПДК устанавливаются для различных компонентов природной среды и не коррелируют между собой. В результате даже специалисту трудно ответить на вопрос, что будет опаснее для биоты: выброс ЗВ в атмосферу или искусственный перевод его в жидкую фазу. Такой «односредовый подход» стимулирует «игру в токсичные оболочки» путем применения мокрой очистки выбросов в атмосферу с образованием загрязненных сточных вод; реагентной очистки стоков с образованием токсичных шламов; сжигание осадков, сопровождающееся загрязнением атмосферы, в том числе высоко токсичными диоксинами.

Таким образом, нормирование, то есть процедура поддержания экологического риска на приемлемом уровне с помощью ПДК не стимулирует ограничение выделения токсичных отходов любого агрегатного состояния, а направлено на локальную защиту отдельных компонентов природной среды, а не всей экосистемы в целом.

И еще один аспект необходимо отметить. ПДК не учитывают региональные климатические условия. Они едины для всей страны и для любого времени года, что не отвечает физико-химическим закономерностям поведения вещества в природной среде. Величина ПДК определяется химической активностью, реакционной способностью вещества, которые, в свою очередь, зависят от температуры, влажности, наличия катализаторов и связаны таким образом с региональными условиями и временем года.

На основании изложенного напрашивается вывод, что ПДК и производные от них нормативы ПДВ — предельно допустимый выброс в атмосферу, ПДС — предельно допустимый сброс в водные объекты, ПДРО — предельно допустимое размещение твердых отходов недостаточно корректно отражают реальную техногенную нагрузку на природную среду. ПДК — сугубо санитарно-гигиенические, антропоцентрические нормативы, которые не могут адекватно оценить уровень техногенного и экологического риска и экологической безопасности. Назрела необхо-

мость разработки новых методов, базирующихся на более адекватных критериях.

Однако, в настоящее время концепция ПДК не только является общепринятой в России, но и заложена во все нормативно-правовые документы. Таким образом, при всей обоснованности критики в ее адрес, эта концепция пока остается основной, хотя и не препятствует применению других методов для оценки экологического риска и управления экологической безопасностью.

Сценарий второй. В этом методе нормирование техногенных воздействий, а значит поддержание экологического риска на приемлемом уровне, на природную среду при помощи санитарно-гигиенических нормативов ПДК реализуется через их производные: предельно допустимые выбросы в атмосферу — ПДВ и предельно допустимые сбросы в водные объекты — ПДС. Этот вид нормирования основывается на обеспечении значений ПДК на границе санитарно-защитной зоны предприятия или в расчетном створе водного объекта. Нормы образования и размещения твердых отходов определяются на основе комплексного анализа технологических процессов и региональных характеристик природной среды.

При проектировании технологических процессов (видов хозяйственной деятельности) в обязательном порядке разрабатывается специальный раздел «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС), в котором обобщаются данные об источниках образования газопылевых, жидких и твердых отходов, способах их отведения в природную среду, составе и эффективности работы очистных сооружений. В ОВОС приводится также перечень мероприятий по защите природной среды при нормальных условиях эксплуатации и при неблагоприятных метеоусловиях; защите атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, недр, флоры и фауны.

Главное достоинство такого подхода состоит в создании научно обоснованной системы принятия решений об экологическом риске, связанном с реализацией проектов, хозяйственной деятельности, которая может негативно воздействовать на природную среду. ОВОС является основным документом, содержащим в обобщенном виде все материалы, необходимые для проведения государственной экологической экспертизы.

Для действующих предприятий и хозяйственных объектов оценка их экологической опасности производится методами экологического аудирования и на основе специальных исследований.

Так для оценки риска загрязнения поверхностных водных объектов используется методика, основанная на том положении, что опасность хо-

зяйственного воздействия на водный объект измеряется объемом свежей воды необходимой для восстановления, вызванного этим нарушением естественного баланса водной системы. Этот объем складывается из потребного количества воды для разбавления сточных вод и пополнения безвозвратно изъятых вод, скорректированных соответствующим коэффициентом экологической значимости воздействия. В основе расчетов лежит следующая формула:

$$Q_i = K_i V_i + (M_i/N_i), \quad (4.57)$$

где Q_i (тыс. м³/час) — опасность i -го вида нарушения; K_i — коэффициент экологической значимости i -го вида нарушения; V (тыс. м³/час) — объем стока i -го вида нарушения или объем безвозвратного водопотребления; M_i — величина i -го вида нарушения; N_i — нормативное значение. M_i/N_i (тыс. м³/час) — кратность разбавления, то есть расход воды в водном объекте, необходимой для разбавления M до N_i .

Из всех видов опасности хозяйственных воздействий, нарушающих естественный режим водных объектов, для оценки уровня экологического риска из табл. 4.15 выбираются соответствующие данные.

В качестве примера применения метода рассмотрим химическое загрязнение водного объекта промышленными сточными водами, отводимыми после заводских очистных сооружений в количестве 4078 м³/час.

Химический состав сточных вод по ингредиентам, контролируемым заводской лабораторией и расчет потребности в воде для разбавления стоков в водоеме Q_i по формуле (4.57), а также значения приоритетов ЗВ представлены в табл. 4.15 и 4.16.

Таблица 4.15

Виды хозяйственных воздействий и их характеристики

Виды воздействий	Коэффициент экологической значимости K_i	Величина M_i	Нормативное значение N_i
Механическое загрязнение, взвеси	0,002	мг/дм ³	25 мг/дм ³ (без учета фона)
Термическое загрязнение	0,08	°С	°С
Безвозвратное водопотребление	0,2	тыс. м ³	(0,3 речного стока 95 % обеспеченности)
Биологическое загрязнение	0,3	колли-индекс	50 ед./дм ³
Химическое загрязнение	0,4	мг/дм ³	ПДК _i мг/дм ³

Характеристика сточных вод (мг/дм³), потребность в разбавлении (тыс. м³/час) и приоритеты загрязняющих веществ

Состав	M_i	ПДК _i	O_i	Приоритет
Взвешенные вещества	111,8	25	4,480	6
Сухой остаток	490,0	1000	2,121	11
ХПК	496,0	30	18,164	4
БПК _п	82,33	3	28,663	3
Нефтепродукты	2,504	0,05	51,711	2
Азот аммонийный	0,983	0,5	3,597	9
Фенол	0,109	0,001	110,631	1
Метанол	0,769	0,1	9,241	5
Фурфурол	0,023	1,0	3,931	8
Фосфаты	1,393	3,5	2,029	12
Нитриты	0,192	0,08	4,031	7
Нитраты	1,130	40	1,659	13
СПАВ	0,406	0,5	2,443	10

Сценарий третий. В одной из моделей на системе ПДК базируется количественная оценка зависимости «доза—эффект». Действительно, дозозависимая реакция организма обычно определяется экспериментально на уровне достаточно высоких, явно действующих доз, а оценка реального уровня загрязнения осуществляется методом экстраполяции. В то же время, знания о характере поведения таких веществ на уровне малых доз часто являются не результатом научного доказательства, а следствием принятия той или иной научно-теоретической концепции. По мнению ряда авторов, задача описания всего многообразия и сложности процессов, протекающих в организме, может быть решена на основе фундаментальных закономерностей, которым подчиняются биологические системы.

Учитывая ограниченность существующих к настоящему времени знаний о механизме процессов, протекающих в организме, а также сложность математического аппарата, применяемого для описания токсических эффектов, становится очевидным, что получить точное и в то же время достаточно простое математическое выражение, которое связывает величину эффекта с уровнем и продолжительностью воздействия (зависимость «доза—время—эффект»), можно лишь в рамках определенных ограничений — как по механизму, так и по экспериментальным условиям.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Так, при относительно длительном воздействии токсического вещества в стабильных уровневых условиях зависимость «доза — время — эффект» выражается следующим уравнением:

$$E = E_m - \exp[-k^n \cdot A \cdot C^n (t_{\text{общ}} - t_{\text{равн}})],$$

где E — токсический эффект при данной концентрации и данном времени воздействия; E_m — максимальный эффект; n — стехиометрический коэффициент биологической реакции; k — константа скорости лимитирующей реакции; $t_{\text{общ}}$ — общее время воздействия ксенобиотика; $t_{\text{равн}}$ — время установления равновесия между концентрациями ксенобиотика во внешней среде и в организме; A — коэффициент распределения организм — окружающая среда; C — концентрация токсического вещества в окружающей среде.

Это уравнение применимо для веществ общетоксического действия. Для химических веществ, обладающих избирательной токсичностью, необходимо ввести в экспоненциальный множитель дополнительный коэффициент, учитывающий эту специфичность.

Для практического применения системы оценки риска пользуются более простыми формулами, основными из которых являются следующие:

1) Линейная или линейно-экспоненциальная модели.

$$\text{Risk} = UR \cdot C \cdot t; \quad (4.58)$$

$$\text{Risk} = 1 - \exp(-UR \cdot C \cdot t), \quad (4.59)$$

где Risk — риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях; C — реальная концентрация (или доза) вещества, оказывающая воздействие за время t , UR — единица риска, определяемая как фактор пропорции роста риска в зависимости от величины действующей концентрации (дозы).

2) Пороговая модель предполагает наличие порога, ниже которого изучаемый фактор практически не действует.

$$\text{Risk} = H(C - C_t), \quad (4.60)$$

где H — функция Хевисайда [$H(x) = 0$ при $x < 0$ и $H(x) = 1$ при $x > 0$]; C — концентрация воздействия; C_t — пороговая концентрация.

3) Модель индивидуальных порогов действия (нормально-вероятностное распределение частоты эффектов) впервые использована и с успехом применяется для определения острой токсичности химических веществ. Однако может быть использована и в ряде других случаев.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Фактически, выбор модели зависит от той концептуальной системы, которая принята для оценки риска. На территории России применяются следующие:

- система гигиенического регламентирования (система предельно допустимых концентраций — ПДК);
- метод оценки риска, разработанный Агентством по окружающей среде США (EPA US);
- методы оценки риска, основанные на отечественных принципах гигиенического регламентирования вредных факторов окружающей среды.

Система ПДК:

- Принцип пороговости распространяется на все эффекты неблагоприятного воздействия;
- Соблюдение норматива (ПДК и др.) гарантирует отсутствие неблагоприятных для здоровья эффектов;
- Превышение норматива может вызвать неблагоприятные для здоровья эффекты, при этом отсутствует практический механизм определения конкретных форм этих эффектов и их количественного выражения.

В качестве примера приведем подходы к оценке загрязнения атмосферного воздуха.

Основные примеси, которые разрешены к использованию в промышленности и выбросу в атмосферу, обеспечены соответствующими медико-экологическими регламентами (ПДК). Если содержание вредных примесей не превышает указанные регламенты, то это расценивается как ситуация, при которой риск неблагоприятных для здоровья эффектов отсутствует. В том случае, когда загрязнение превышает эти нормативы, то вычисляется суммарный показатель загрязнения (P), а степень медико-экологического неблагоприятия оценивается в соответствии со следующей таблицей, табл. 4.17.

Таблица 4.17

Оценка загрязнения атмосферного воздуха

Оценка загрязнения воздуха	Величина индекса P			
	2–4	5–9	10–20	> 20
Число веществ, загрязняющих воздух	2–4	5–9	10–20	> 20
Допустимая	≤ 2	≤ 3	≤ 4	≤ 5
Слабая	> 2–4	> 3–6	> 4–8	> 5–10
Умеренная	> 4–8	> 6–12	> 8–16	> 10–20
Сильная	> 8–16	> 12–24	> 16–32	> 20–40
Очень сильная	> 16	> 24	> 32	> 40

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

4.12. МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, ОСНОВАННЫЙ НА ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

В качестве основного критерия технической и экологической безопасности, а значит и уровня риска используется коэффициент эколого-экономической эффективности (оптимальности) технологических процессов:

$$K_{эз} = \frac{Q_{\phi}}{Q_p} \cdot \frac{M_{пр}}{M_c + M_p} \cdot \frac{m_{пдз}}{m_{\phi}} = k_1 k_2 k_3, \quad (4.61)$$

где k_1 — коэффициент использования производственной мощности (Q_{ϕ} , Q_p — фактическая и расчетная производительность); k_2 — коэффициент использования материальных ресурсов, характеризующих технологический выход продукции ($M_{пр}$ — масса продукции с учетом утилизированных отходов, M_c и M_p — масса сырья и вспомогательных материальных ресурсов); k_3 — коэффициент нагрузки на окружающую природную среду ($m_{пдз}$ и m_{ϕ} — нормативно разрешенный предельный выброс загрязняющих веществ в природную среду — ПДВ, ПДС, ПРТО и фактическое значение в единицах относительной токсичной массы). В пределе каждый из сомножителей стремится к единице.

Выводы относительно степени экологической безопасности производства могут быть сделаны при помощи табл. 4.18. Эта таблица была создана путем анализа и экологического аудита нескольких сотен промышленных объектов, расположенных в различных природных условиях и относящихся к разным отраслям промышленности.

Таблица 4.18

Оценка экологической опасности промышленного объекта

Значение $K_{эз}$	Анализ и выводы об экологической опасности
$K_{эз} > 0.8$	Экологически безопасное производство, отвечающее современным нормативам качества природной среды
$0.8 > K_{эз} > 0.5$	Экологически мало опасное производство, повышение безопасности можно обеспечить совершенствованием очистных установок
$0.5 > K_{эз} > 0.3$	Экологически опасное производство; требуется модернизация технологического процесса, повышение ресурсосбережения
$K_{эз} < 0.3$	Производство абсолютно не отвечает современным требованиям, необходимо прекратить его деятельность

Вернуться в каталог учебников

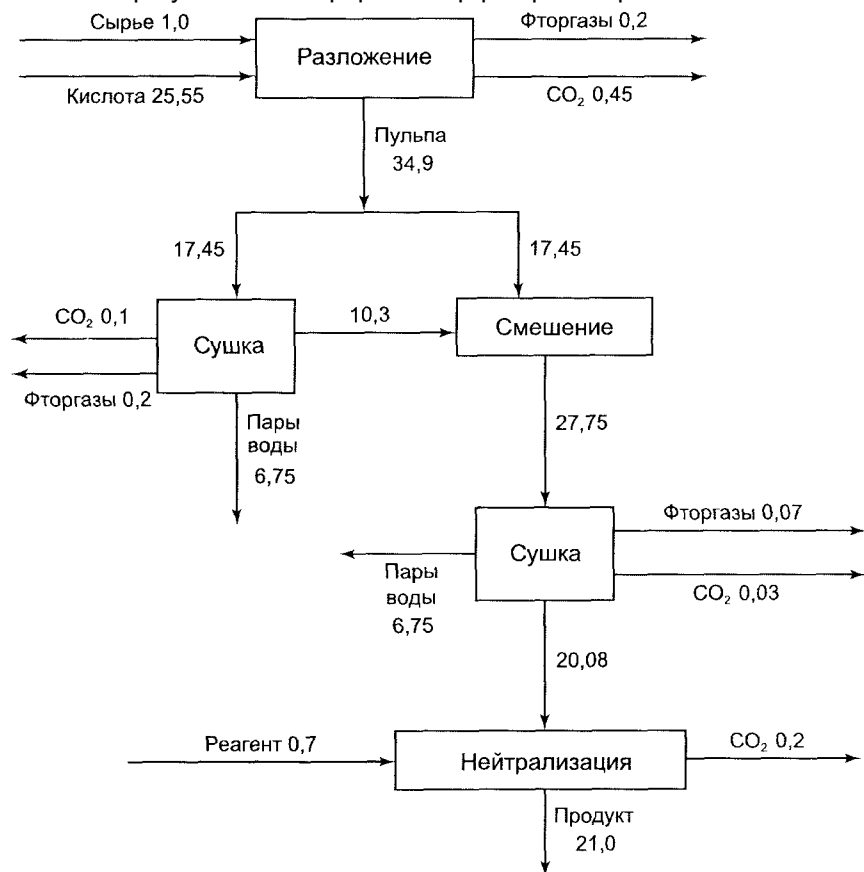


Рис. 4.7. Балансовая схема производства (цифровые значения в тоннах в единицу времени)

Поясним этот метод оценки следующим примером. Пусть имеется некоторый технологический процесс, представленный следующей схемой, рис. 4.7.

Расчет уровня безопасности процесса:

$$K_{33} = k_1 k_2 k_3 = 1645/1650 \cdot 21/(35,55 + 0,70) \cdot 580,75/701 = 0,997 \cdot 0,579 \cdot 0,828 = 0,478.$$

В соответствии с данными табл. 4.18 производство квалифицируется как экологически опасное, требующее модернизации с целью повышения

Вернуться в каталог учебников

Исходные данные для анализа

Показатели	Значение
Объем товарной продукции, тыс.т/год:	
— $O_{П}$	1650
— $O_{Ф}$	1645
Масса, т /ед. времени:	
сырья — MC	35,55
вспомогательных ресурсов — MP	0,70
продукции — $M_{пр}$	21,00
отходов, (т/ед. времени)/(кг. токсич. массы), в том числе:	
фторгазы на газоочистку	0,47/23500
в атмосферу	0,01/500
Сточные воды на очистку:	
взвешенные вещества	0,24/12,0
фторсоединения	0,06/1200
Стоки в водоем:	
взвешенные вещества	0,02/1,0
фторсоединения	0,01/200
Суммарная масса выбросов и сбросов	0,04/701
Нормативно разрешенные выбросы в атмосферу - фторгазы	0,008/400
Нормативно разрешенные сбросы в водоемы:	
взвешенные вещества	0,015/0,75
фторсоединения	0,009/180
Относительная токсичная масса предельного загрязнения $m_{ПДЗ}$	580,75

уровня ресурсосбережения. Этот вывод подтверждается численным значением коэффициента $k_2 = 0,579$. Анализ балансовой схемы производства показывает, что это связано с потерями большого количества воды, испаряющейся при сушке. Вполне реальное решение установка конденсатора с возвратом не менее 90 % испаряемой воды в технологический процесс на повторное использование. В этом случае коэффициент использования материальных ресурсов будет иметь значение:

$$k_2 = (21 + 13,5 \cdot 0,9) / (35,55 + 0,70) = 33,15 / 36,25 = 0,914 ,$$

а уровень опасности процесса:

$$K_{зп} = 0,997 \cdot 0,914 \cdot 0,828 = 0,754,$$

и производство можно отнести к категории мало опасных.

Дальнейшее снижение риска может быть достигнуто путем повышения эффективности очистки фторсодержащих газов (с 80 до 85 %) или фторсодержащих стоков (с 90 до 95 %). В этом случае $k_3 = 1$, а $K_{э} = 0,911$, что отвечает экологически безопасному производству. Таблица 4.19 приведена как дополнительная информация.

4.13. МЕТОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Сценарий первый. Для урбанизированных регионов с разнообразными природными объектами и хозяйственными функциями уровень риска может быть определен путем оценки предельно допустимой техногенной нагрузки на основании энергетического подхода.

В этом случае оказывается достаточным определить предельно допустимое потребление энергии всеми природными объектами, расположенными на исследуемой территории ($E_{\text{ПД}}$) и фактический расход топлива и энергии всеми хозяйственными объектами на этой территории (E). В этом случае $E_{\text{ПД}}$ выступает как энергетический эквивалент суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки. Если $E_{\text{ПД}} = E$, экологическая техноёмкость территории не превышена и экологический риск тем меньше, чем больше разность между $E_{\text{ПД}}$ и E .

Расчет выполняется по формуле:

$$E_{\text{ПД}} = g \cdot (72R + 123W + 0,6P) \cdot S - kN, \quad (4.62)$$

где $E_{\text{ПД}}$, т. у. т./год — предельно допустимое потребление топлива и энергии в топливных эквивалентах на исследуемой территории; g — безразмерный коэффициент «антропогенной насыщенности» территории:

$$g = 1 + \lg I, \quad (4.63)$$

где I — энергодинамический индекс, равный:

$$I = 1 + (0,01 \cdot r \cdot E) / r_0 \cdot R_s \cdot S, \quad (4.64),$$

где r , чел./км² — средняя плотность населения региона; r_0 , чел./км² — средняя плотность населения региона, R_s , ккал/(см² · год) — суммарная солнечная радиация; E , т. у. т./год — среднегодовой расход топлива и энергии всеми хозяйственными объектами на исследуемой территории; W , м³/(га · сут) — среднегодовой модуль поверхностного стока; P , т/(км² · год) — удельная продукция сухого вещества биомассы:

$$P = P_k \cdot S_k / S, \quad (4.65),$$

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

в котором $P_k, \text{т}/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$ — зональное значение средней удельной продукции растительного покрова; $S_k, \text{км}^2$ — площадь, занятая растительностью; $S, \text{км}^2$ — общая площадь территории; $\kappa = 1 \text{ т. у. т.}/(\text{чел.} \cdot \text{год})$ — нормативный минимум бытового расхода энергии на одного человека; $N, \text{чел.}$ — общая численность населения.

Расход топлива и энергии на территории определяется по формуле:

$$E = 123Э + 143T + 0,85U + 1,55Ж + 0,38Д, \quad (4.66),$$

где $Э$, млн. кВтч/год — потребление электроэнергии; T , тыс. Гкал/год — импортированная тепловая энергия; U , т/год — количество сжигаемого угля, $Ж$ — жидкого топлива, $Д$ — дров.

В качестве примера рассмотрим ситуацию в г. Кондопога:

численность населения — 36 616 чел.;

площадь территории — 61,24 км²;

плотность населения в городе — 597,9 чел./км²;

плотность населения в регионе — 4,28 чел./км²;

площадь зеленых насаждений — 10 км²;

солнечная радиация — 72,012 ккал/(см² год);

$P_k = 600 \text{ т}/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$, $P = 600 \cdot 10/61,24 = 97,97 \text{ т}/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$;

$W = 0,01h$, где $h = 687,5 \text{ мм}$ — годовое выпадение атмосферных осадков;

$W = 0,01 \cdot 687,5 = 6,875 \text{ м}^3/(\text{га сут})$;

$Э = 1403,754 \text{ млн кВтч/год}$;

$T = 593,185 \text{ тыс. Гкал/год}$;

$U = 67434,1 \text{ т/год}$;

$Ж = 503122 \text{ т/год}$;

$Д = 117405 \text{ т/год}$;

$$E = 123 \cdot 1403,754 + 143 \cdot 593,185 + 0,85 \cdot 67434,1 + \\ + 1,55 \cdot 503122 + 0,38 \cdot 117405 = 1655130,047 \text{ т. у. т/год.}$$

«Эргодинамический индекс» равен:

$$I = 1 + 0,01rE/r_0R_sS = \\ = 0,01 \cdot 597,9 \cdot 1655130,047/4,28 \cdot 72,015 \cdot 61,24 = 525,27, \\ g = 1 + \lg 525,27 = 3,72.$$

Предельно допустимое потребление энергии биоценозами территории:

$$E_{\text{лд}} = 3,72 (72 \cdot 72,015 + 123 \cdot 6,875 + 0,6 \cdot 97,97) \cdot 61,24 - 1 \cdot 36616 = \\ = 1350647 \text{ т. у. т/год.}$$

Вернуться в каталог учебников

Сопоставление численных значений $E_{\text{пл}}$ и E показывает, что предельно допустимый уровень техногенной нагрузки на природную среду превышен на 22,5 %.

Сценарий второй. Любой технологический процесс реализуется путем приложения энергии к перерабатываемому веществу. При этом изменяются не только форма, размеры исходного материала, но зачастую его физические свойства и химический состав. Изменяется химическая активность, реакционная способность, а следовательно и токсичность продукта и отходов, контактирующих с природной средой. Можно утверждать, что чем больше энергии прикладывается к единице перерабатываемого вещества, тем большую опасность представляют готовая продукция и отходы для биоты.

Применительно к потокам отходов, поступающих в окружающую природную среду, можно выделить две составляющие энергии — тепловую и химическую.

Первая из них быстро диссипируется в окружающей среде, стремясь к нулю. Однако не учитывать ее влияния нельзя, так как она может активизировать необратимые химические реакции между ингредиентами отходов производства и природной среды в соответствии с уравнением Аррениуса:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (4.67)$$

где k и k_0 — константы равновесия реакции, протекающей при исходной температуре T , R — универсальная газовая постоянная.

Поясним это таким примером: нагрев сточных вод химического производства (цех получения аммофоса) от 22 °С до 80 °С приводит к изменению рН с 8,36 до 7,85, что соответствует увеличению концентрации ионов водорода в растворе в 3,32 раза и вызывает повышение химической активности и реакционной способности стоков.

Что же касается химической энергии, она может проявляться как сразу после поступления отходов в природную среду, так и в течение длительного времени их контакта с атмосферными осадками, грунтовыми водами, при реакции с горными породами или при включении в трофические цепи и непосредственном контакте с живыми организмами.

Таким образом, любой техногенный объект выступает как генератор энтропии, поставляющий ее в окружающую природную среду.

На основании изложенного оценка экологической безопасности и уровня техногенного риска может быть выполнена путем анализа общего потребления энергии.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Если за время $\Delta\tau$ (принимая 1 год) вырабатывается $\Delta E_1(\tau)$ энергии, то критерий достигнутого уровня технического прогресса определяется как

$$P' = \alpha'(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta\tau}, \quad (4.68)$$

где $\alpha'(\tau)$ — средний критический коэффициент полезного действия, характеризующий долю энергии, использованную для достижения конечного результата с учетом потерь и затрат на преобразование энергии.

Чтобы учесть состояние источников энергии, вводится множитель $\Delta E_2(\tau)$, выражающий реальные запасы энергии:

$$P''(\tau) = \alpha'(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta\tau} \Delta E_2(\tau). \quad (4.69)$$

Дальнейшее уточнение критерия требует учета социального аспекта путем введения коэффициента общественно полезного действия $\alpha''(\tau)$:

$$P'''(\tau) = \alpha'(\tau) \alpha''(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta\tau} \Delta E_2(\tau). \quad (4.70)$$

Практическая реализация энергетического метода осложняется неопределенностью численных оценок.

Интегральная оценка фактического и допустимого потоков загрязняющих веществ может быть выполнена с помощью ресурсного и отраслевых контаминационных эквивалентов энергии (КЭЭ), расходуемой в технологических процессах:

$$\text{КЭЭ} = \frac{E(\tau)}{M(\tau)}, \quad (4.71)$$

здесь $E(\tau)$ — годовое потребление энергии объектом, $M(\tau)$ — годовой выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Значения КЭЭ для некоторых отраслей промышленности России с учетом токсичности выбросов (в кг/ГДж) следующие:

- *теплоэнергетика* — 2,40;
- *добывающая промышленность* — 4,36;
- *металлургия* — 7,90;
- *машиностроение* — 1,36.

Исследования, выполненные в промышленном узле города Тольятти показали, что преобразование энергии растительностью в пригородных биоценозах до 1967 г. не отличалось от региональных значений. При этом значения предельно допустимых выбросов всеми промышленными пред-
Вернуться в каталог учебников

приятными было в пределах установленных нормативов. За последующие сорок лет, то есть к 2007 г. выбросы возросли в пять раз, что привело к снижению суммарной биопродуктивности наблюдаемых биоценозов вдвое.

4.14. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА НА ОСНОВЕ ИНДИКАТОРОВ, ИНДЕКСОВ И ИНДЕКСОВ КАЧЕСТВА

Авторами настоящей книги разработан индикаторно-рискологический подход, позволяющий количественно оценить экологические риски, связанные с различными видами человеческой деятельности. Подход основан на активно развиваемой в последнее время идеологии индикаторов, индексов и индексов качества. В этом подходе экологический риск определяется несколько по иному, чем в традиционных подходах и трактуется как мера, описывающая часть шкалы качества контролируемого объекта, которая не удовлетворяет полностью или частично численным значениям набора параметров, привязанным к эталону качества. Иначе говоря, экологический риск определяется в данном контексте как вероятность потери качества компонента природной среды, вследствие ее загрязнения хозяйственной деятельностью человека.

Если вспомнить, что говорилось раньше об определениях экологического риска, то приведенное здесь определение коррелирует с тем, что говорилось об экологическом риске как о мере отклонения естественной эволюционной траектории от той, по которой движется экосистема, загрязненная поллютантами, обусловленными техногенным воздействием.

Приведем пример расчета экологических рисков, связанных с потерей качества главных компонентов природной среды вследствие техногенной нагрузки.

Начнем с понятийного аппарата и дадим ряд определений.

Главные компоненты окружающей среды: *атмосферный воздух, вода, почва.*

Составляющие — это дисциплинарные (предметные) области, в которых проводится исследование окружающей среды, — *химическая, физическая, биотическая.*

Направления (классы) — аспекты исследования, внутри каждой из составляющих: *состав, свойства, процессы, явления (эффекты).*

Индикатор — это метка, сигнал, указатель, либо мера свойства, мера величины, мера параметра характеристики процесса. Индикатор может быть также определен как эквивалент индуцируемого явления. Таким об-

Вернуться в каталог учебников

разом, индикатором может быть как физическая (измеряемая) величина, так и не физическая (не измеряемая с помощью приборов величина — коннотация). В категории экология индикаторы можно расклассифицировать (ранжировать) следующим образом:

- *простые индикаторы;*
- *обобщенные (агрегированные) индикаторы;*
- *интегральные индикаторы;*
- *комплексные индикаторы.*

Индикаторы должны удовлетворять определенным требованиям (правилам отбора), то есть быть:

1. *научно обоснованными;*
2. *иметь ясную интерпретацию;*
3. *обладать способностью к агрегированию;*
4. *обладать требуемой чувствительностью.*

Простым физическим индикатором называется численное значение конкретной измеряемой величины, удовлетворяющей правилам отбора.

Агрегированным индикатором называется сформированная по согласованным правилам «сумма» простых индикаторов. Агрегированный индикатор в общем случае — это «сумма» приоритетных показателей для конкретного исследуемого объекта в *каждом из классов в одной отдельно взятой составляющей.*

Интегральным индикатором называется сформированная по согласованным правилам сумма *всех возможных индикаторов одинакового происхождения и размерности в данном классе.*

Комплексным индикатором называется сформированная по согласованным правилам сумма индикаторов, *взятых из разных классов или разных составляющих, либо из разных классов и разных составляющих одновременно.*

В последнем случае производится свертка информации из элементов разных по своей природе, точности и размерности. Такая классификация позволяет скорректировать и согласовать вопросы терминологии, в проблеме индикаторов и индексов.

Индекс — мера отклонения от уровня принимаемого за базовый.

Индекс — это величина, построенная из индикаторов.

Индекс качества — это мера качества исследуемого объекта выраженная через индикаторы и коррелирующая с мерой риска. Простой индекс качества определяется следующим образом:

$$y = m/n, \quad (4.72)$$

в котором n_{ij} — число полных признаков качества, m_{ij} — число совпавших при сопоставлении измеренных и эталонных признаков. Индекс качества безразмерен и его возможные числовые значения заключены в диапазоне ноль–единица, $(0-1)$. Индексы качества также могут быть простыми, агрегированными, интегральными и комплексными. В (4.72) i и j нумеруют измеряемую величину и класс соответственно.

Риск экологический. В первом приближении экологический риск — вероятностная мера уровня экологической опасности и магнитуды ущерба. Эта величина пропорциональна отклонению от качества и связана с индексом качества соотношением:

$$R_{ij} = k(1 - \chi_{ij}). \quad (4.73)$$

В формуле (4.73) k — корректирующий коэффициент и из нее же следует, что диапазон численного изменения R_{ij} также заключен в интервале $(0-1)$, и с ростом качества риск падает. Качество и риск можно измерять в сопоставимых линейных шкалах.

Экологическая опасность Ω — угроза изменения состава или свойств окружающей среды, либо появление изменений, связанных с возникновением в ней нежелательных процессов, обусловленных антропогенным воздействием. Смысл данного определения — вероятностный. Это значит, что диапазон изменений этой величины также меняется от 0 до 1. Применительно к человеку экологическая опасность — это угроза здоровью и самой жизни человека.

Экологическая безопасность $S = 1/\Omega$ — величина, обратная экологической опасности. Диапазон изменений $(1-\infty)$. Для практических целей вполне достаточно оперировать диапазоном $(1-10)$.

Приемлемый уровень риска. Как показывают исследования и практика сопоставления разных методов оценки экологического состояния атмосферного воздуха в крупных городах уровень приемлемого риска в шкале $0-1$ соответствует численному значению равному $0,3-0,4$. Все риски, выше этих значений, следует рассматривать как неприемлемые.

Уровень экологической безопасности, отвечающий уровню приемлемого риска равен $2,5-3,3$.

Количественные оценки качества окружающей среды или ее отдельного главного компонента можно провести: 1) посредством индикаторов, 2) с помощью индексов качества, либо 3) привлекая понятие экологического риска.

Простой индикатор для воды или атмосферного воздуха (или воды) можно рассчитать по предложенной нами формуле:

$$C/M = \alpha (M - E)/M_c \quad (4.74)$$

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

В этой формуле C_i — измеренная концентрация ЗВ, i — его номер, M_i — значение концентрации конкретного ЗВ, влияющего на здоровье человека (так называемое эффективное значение концентрации). F_i — фоновое значение концентрации конкретного ЗВ (можно взять значение ПДК, но не обязательно). Безразмерный коэффициент α_i показывает, какую часть опасной зоны составляет отношение фактической концентрации к ПДК.

Область значений концентраций ЗВ, лежащая между фоновыми значениями и ПДК назовем безопасной зоной, а значения концентраций ЗВ, лежащие в диапазоне $(M_i - F_i)$ назовем опасной зоной концентраций ЗВ.

Величина обратная α_i и равная $\beta_i = 1/\alpha_i$ является экологическим индикатором, так как она удовлетворяет сформулированным выше правилам отбора.

По своему численному значению экологический индикатор может быть и меньше, и больше единицы. Из формулы (4.74) следует:

$$\beta_i = (M_i - F_i) / C_i \quad (4.75)$$

Экологический индикатор в формуле (4.75) является простым.

Для построения агрегированного экологического индикатора в простом случае не взаимодействующих ЗВ, можно воспользоваться соотношением (модель аддитивной опасности):

$$1/\beta_{agr} = 1/\beta_1 + 1/\beta_2 + \dots + 1/\beta_n, \quad (4.76)$$

в котором n — число ЗВ подлежащих контролю.

Для установления количественной связи между индикаторами и риском можно привлечь результаты вычислений ИЗА_с по Санкт-Петербурга, усредненные за период примерно 10-ти лет. Как следует из Руководящих документов (РД) по оценке качества атмосферного воздуха, состояние (качество) атмосферного воздуха считается удовлетворительным даже в том случае, если любые два из основных ЗВ имеют концентрации выше ПДК. Тогда, как следует из формул (4.72) и (4.73) приемлемый уровень риска $R_{пр} = 0,33$.

Исходя из этого, можно просчитать соотношение между обобщенным (агрегированным) индикатором и основными величинами, введенными в данном подходе для использования полученных результатов при расчете качества атмосферного воздуха на любой урбанизированной территории. Результат представлен в табл. 4.20.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Соотношение между численным значением обобщенного (агрегированного) индикатора и мерой экологического риска

Численные значения обобщенного индикатора β_{agr}	Качественная характеристика уровня экологического риска	Примерное численное значение уровня экологического риска R
0,01–0,1	Катастрофический	Риск близок к единице
0,1–0,15	Запредельный	0,9
0,15–0,2	Критический	0,8
0,2–0,4	Опасный	0,7
0,4–0,8	Переходная зона численных значений экологического риска	0,7–0,5
0,8–1,0	Допустимый	0,5
1–2	Приемлемый	0,4
2–4	Удовлетворительный	0,3
4–7	Риск мал	0,2 и меньше
Свыше 8	Фоновый	0

Построенные таким образом агрегированный (обобщенный) экологический индикатор, индекс качества и риск, как показывает практика их применения, обладают высокой чувствительностью и более полно отражает экологическую обстановку по атмосферному воздуху в плане его загрязнения приоритетными ЗВ по сравнению с традиционным подходом.

Полученные результаты легко представить графически в форме удобной для восприятия системами (лицами) принятия решений (ЛПР). Удобство состоит, прежде всего, в том, что результат представляется либо на языке индексов качества, либо на языке риска. Первый вариант такого представления, удобного для восприятия ЛПР, изображен на рис. 4.8.

Необходимо отметить, что картинка, изображенная на рис. 4.8, является статической графической интерпретацией экологической ситуации для атмосферного воздуха по обобщенному показателю в химической составляющей в классе «состав» и далеко не полно отражает фактическое положение дела в целом. Иначе говоря, здесь представлен лишь компонент экологического риска. Однако нетрудно аналогичную оценку провести и для других составляющих и классов. Суммарный экологический риск считается как обычно:

$$R = \sum w_i \cdot R_i, \quad (4.77)$$

где w_i — весовые множители, назначаемые экспертами.

КЛАСС «СОСТАВ»

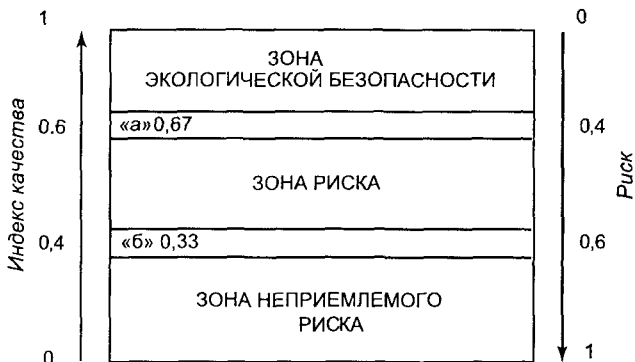


Рис. 4.8. Графическое представление оценки качества атмосферного воздуха:

«а» — нижний допустимый уровень экологической безопасности;
 «б» — верхний приемлемый уровень экологического риска

Второй вариант графического представления результатов расчета изображен на рис. 4.9.

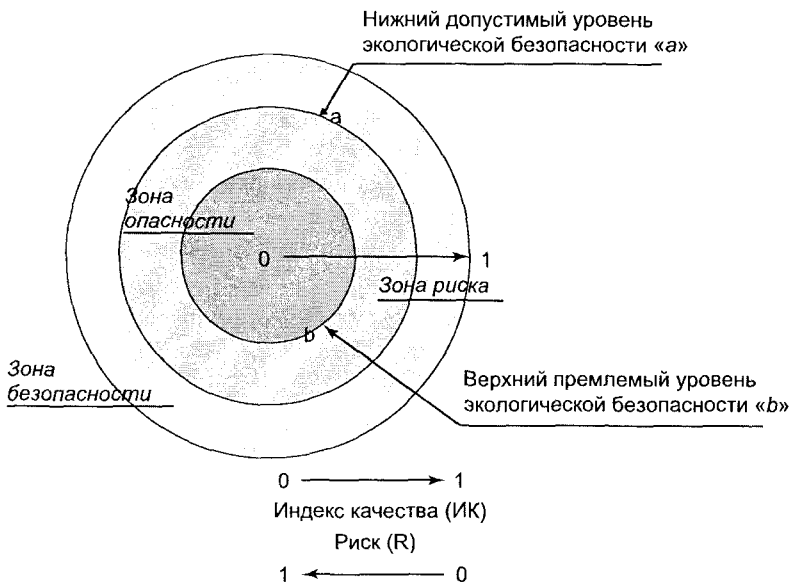


Рис. 4.9. Вторая версия графической формы представления информации об экологическом состоянии атмосферного воздуха

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Экологические возмущения и другие факторы, обусловленные техногенным воздействием, ухудшают качество компонентов окружающей среды, то есть искажают форму этой сферы, уменьшая ее радиус и ухудшая качество объекта. Нормальной можно считать ситуацию, при которой изменения значений индекса качества (риска) заключены между границей верхнего приемлемого уровня экологического риска «б» и нижним допустимым уровнем экологической безопасности «а».

Устойчивость состояния особо опасного техногенного объекта означает:

- во-первых, способность самой системы за счет комплекса мер, заложенных при проектировании и строительстве «удерживать» значения своих параметров в зоне риска между значениями индекса качества в точках «а» и «в»;
- во-вторых, в условиях мощного техногенного давления устойчивость состояния системы должна обеспечиваться также повседневной целенаправленной деятельностью человека, воздействующего на это состояние посредством управляющих параметров.

Такие рисунки, ясные и простые в своей интерпретации, могут периодически представляться ЛПР, примерно также, как кладется на стол ЛПР ежедневная сводка погоды. Достаточно одного взгляда на представленный расчетный графический документ как практически сразу можно сказать, надо ли принимать решения, связанные с экологическим состоянием компонента природной среды и какие, или на данный момент никаких решений принимать не надо.

В наших работах приведены примеры конкретного расчета простых и обобщенных индикаторов с помощью предлагаемых формул. С помощью этих индикаторов далее рассчитываются индексы качества. После чего вычисляется сам экологический риск.

Поскольку направлений (аспектов, классов) исследования для каждого компонента природной среды четыре, то аналогичным образом можно ввести и рассчитать индикаторы, индексы, индексы качества и риск для атмосферного воздуха в классах свойства, процессы, явления и затем сформировать индикаторы и индексы более высокого уровня, что позволит дать более объективную по сравнению с традиционным подходом оценку экологической обстановки.

Пример 1. Оценка качества атмосферного воздуха в крупнейших городах мира (химическая составляющая, класс: состав). На рис. 4.10 приведены результаты расчета качества атмосферного воздуха в некоторых крупнейших городах мира, проведенные по балльной системе

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
и с применением индикаторно-рискологической технологии. Балльная система построена следующим образом. Ноль баллов соответствует фоновому значению концентрации контролируемого вещества. Пять баллов — удвоенному значению ПДК, двадцать пять баллов — 10ПДК. Этому же количеству баллов соответствует значение риска равное единице. Линия 1 соответствует балльной методике. Линия 2 соответствует методике индикаторно-рискологического подхода.



Рис. 4.10. Оценка уровня загрязненности атмосферного воздуха в крупнейших городах мира по балльной системе (линия 1) и на основе новых индикаторов и индексов качества (линия 2)

Нетрудно видеть заметное расхождение в оценке качества атмосферного воздуха этими двумя методами, особенно для Санкт-Петербурга, Москвы и Лондона. Причем, оценка по методике индекса качества и риска, по мнению экспертов, гораздо ближе к объективной, нежели балльная. И это верно, так как по независимым данным, приведенным в документах ООН и Лондонского Института Стратегических Исследований состояние атмосферного воздуха в Лондоне несколько лучше, чем в Москве, а в Москве воздух чуть чище, чем в Санкт-Петербурге. Именно этот результат получился благодаря применению новой методики.

Подводя итог, отметим, что предложенные индикаторы, индексы качества и риск и методика их расчета хорошо улавливают присутствие загрязняющих и токсичных веществ с концентрациями даже заметно ниже уровня ПДК, что и дало более высокое значение составляющей экологического риска для атмосферного воздуха по сравнению с балльной оценкой.

Пример 2. Рискологическая оценка антропогенного воздействия на атмосферный воздух г. Сочи, вследствие мероприятий, проводимых

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

~~Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ~~
<http://учебники.информ2000.pdf/papisat-diplom.shtml>
 в рамках подготовки Олимпиады Сочи-2014. Из анализа мероприятий, подлежащих реализации при подготовке к Олимпиаде Сочи-2014, можно идентифицировать риски, генерируемые ими. Для их последующей количественной оценки наиболее предпочтительным является использование предложенной нами в рамках индикаторно-рискологического подхода схемы, в которой риски подразделяют на реальные, потенциальные и мнимые. Мы проанализировали олимпийские объекты и их инфраструктуру и рассмотрели ряд реальных рисков. Эти риски мы назвали главными рисками.

Первый главный риск R_1 связан с резким увеличением количества транспортных единиц.

Второй риск R_2 обусловлен резким увеличением количества твердых бытовых отходов (ТБО).

Третий риск R_3 связан с более, чем вдвое, ростом числа объектов энергоснабжения.

Четвертый риск R_4 связан со строительством дорог, как основных, так и вспомогательных и временных.

Пятый риск R_5 генерируется инженерной инфраструктурой.

Шестой риск R_6 обусловлен более активным поступлением нефтепродуктов в береговую часть моря.

Седьмой риск R_7 — это риск человеческого фактора.

Восьмой риск R_8 связан с вероятностью резкого ухудшения качества морской экосистемы.

Помимо указанных рисков весьма вероятно «всплытие» мнимых рисков и превращения их в потенциальные и реальные.

Общий риск R назовем полным риском и будем в первом приближении считать его равным сумме всех главных рисков с соответствующими весовыми коэффициентами w_i :

$$R = \sum w_i \cdot R_i.$$

На момент 2008 года можно принять, что каждый из восьми рисков не превышает значения приемлемого риска, равного 0,3. Придадим всем рискам для наглядности одинаковую значимость, то есть все $w_i = 0,1$. Тогда R (2008 год) = 0,24. Это значение полного риска примем за начало отсчета.

В плане прогноза возможного значения полного риска R (2014) рассмотрим конкретный пример и оценим значение риска R_1 в 2014 году. Расчет риска загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта в 2014 году, проводился в рамках индикаторно-рискологического подхода с привлечением метода аналогий и сопоставлений, табл. 4.21.

Представление экологической информации с использованием методологии индикаторно-рискологического подхода для г. Сочи в 2008 и 2014 годах

Город	Индекс качества, μ	Качественная характеристика уровня экологического риска, R	Примерное численное значение уровня экологического риска, R	Уровень экологической безопасности, S
Сочи	0,9 — 2008 г. 0,7 — 2014 г.	Вполне приемлемый Удовлетворительный	0,1 — 2008 г. 0,3 — 2014 г.	3,3–4,0—2008 г. 2,5–3,5—2014 г.

Выявленный на основании численных оценок тренд — это увеличение полного риска.

В итоге предложено обратить внимание на следующее:

1. *необходимо добиваться выполнения в полном объеме всех запланированных природоохранных мероприятий;*
2. *необходимо увеличение количества защитных сооружений и повышение их качества;*
3. *необходимо увеличение объема финансирования на экологические мероприятия, доведя их до общепринятых мировых стандартов;*
4. *необходимость держать под пристальным вниманием вопросы обеспечения экологической безопасности г. Сочи и прилегающих урбанизированных территориях при последующем стратегическом планировании и корректировки содержания мероприятий в процессе строительстве объектов и инфраструктуры Олимпиады 2014.*

Комментарий к методу. Наблюдаемая устойчивая тенденция к урбанизации населения Земли означает смещение центров главных экологических проблем и их сосредоточение в крупных городах, промышленных и береговых зонах и в городах-мегаполисах. Проблема обозначена и к ней привлечено серьезное внимание ученых и политиков многих, прежде всего, экономически развитых, стран мира.

В рамках общепринятой «загрязняюще-ресурсной» парадигмы полнота описания объекта не превышает 8 %. При таком объеме информации о контролируемом объекте говорить о полном знании экологического состояния, безусловно, некорректно. Действительно, принимая во внимание, что имеется необходимость отслеживания, по крайней мере, 36 показателей разной природы (3 составляющих умножить на 3 главных компонента и умножить на 4 класса = 36) и разного происхождения, в традиционном подходе задача становится громоздкой и практически не решаемой.

Это обстоятельство настоятельно требует пересмотра, а в некоторых случаях, отказа от старых подходов и методик оценки экологического

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>
состояния (качества) компонентов природной среды урбанизированных территорий, разработки новых методов, более адекватно отражающих экологическое состояние и качество исследуемого объекта.

Развитая методология **индикаторно-рискологического подхода** имеет ряд преимуществ по сравнению с ныне применяемой (традиционной), так как проста, удобна в обращении и понижает неопределенность по четырем аспектам.

Первый аспект — это вопрос размерности. В предложенном способе индексы, индексы качества и риск безразмерны, что значительно упрощает процедуру свертки, интерпретацию и возможность сопоставления полученного результата с другими аналогичными показателями.

Второй аспект — диапазон количественных изменений введенных величин заключен между нулем и единицей. Последнее важно, так как позволяет связать введенные индикаторы с распространенным вероятностным понятием риска и проводить сопоставление в единой шкале. В новом подходе индекс качества пропорционален риску и, конечно, это удобно для практических приложений. В этой шкале удастся непротиворечиво ввести соответствующие оценки уровня опасности, риска и уровня экологической безопасности.

Третий аспект — структурирование направлений исследования состояния и качества компонентов природной среды, введение составляющих окружающей среды по областям знаний и введение классов позволяет провести классификацию и четко определить простой, агрегированный, интегральный и комплексный индекс качества, а значит, и полный экологический риск.

Индексы качества позволяют количественно отслеживать уровень риска с точностью достаточной для ЛПР, что чрезвычайно обогащает набор инструментариев, применяемых системами принятия решений.

Четвертый аспект — новый подход к определению и расчету экологических индикаторов, индексов качества и рисков является конструктивным в том смысле, что допускает сопоставление полученных результатов с результатами, полученными другими методами.

4.15. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ЕРА USA И РЯДОМ ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН

В 90-х годах специалисты ЕРА (Американское агентство по окружающей среде) в тесном контакте с европейскими учеными, в том числе и российскими, достаточно детально разработали методологию оценки

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
риска здоровью населения, возникающего вследствие наличия в главных компонентах окружающей среды опасных веществ. В полном виде эта методология практически никогда не применялась в виду ее сложности и громоздкости.

Отдельные ее положения рекомендованы к применению в России. Этот момент — спорный, так как российские ученые еще много лет назад самостоятельно разработали достаточно эффективные методики расчета риска здоровью населения, обусловленные состоянием окружающей среды. Сопоставление этих подходов — весьма непростая задача, так как, помимо всего, требуются значительные отрезки времени, в интервале которых можно проводить такие сопоставления. Как говорится, жизнь сама покажет, чьи методы и методики более правдоподобны и эффективны на практике.

Ниже в кратком изложении представлены базовые основы методологии ЕРА.

Задача оценки риска ставится в предположении заданности участка местности и неизменности состояния окружающей среды, механизмов распространения опасных веществ и их воздействия на население. Таким образом, в методике отсутствуют время и пространство как переменные. В частности, каким бы ни был временной интервал экспозиции, концентрации экстраполируются на «пожизненную экспозицию» и рассчитывается соответствующая доза.

Ущерб для здоровья оценивается двумя величинами:

1. вероятностью приобрести раковое заболевание и
2. индексом опасности неракового заболевания.

Интегральная оценка ущерба от набора загрязнителей предполагает аддитивность их воздействия, т. е. возможность суммирования порождаемых ими рисков.

Решение задачи оценки риска традиционно разбивается на следующие **четыре** этапа:

- идентификация опасности;
- оценка соотношения «доза — эффект»;
- оценка экспозиции;
- характеристика риска.

Идентификация опасности. Опасность — это способность химического соединения наносить вред организму и/или относительная токсичность вещества или смеси веществ. Идентификация опасности — процесс установления причинной связи между экспозицией химического

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
вещества и частотой развития и/или тяжестью неологоприятных эффектов на здоровье человека.

Задачи этапа идентификации опасности:

- 1) Выявление всех источников загрязнения окружающей среды и возможного воздействия на человека.
- 2) Идентификация всех загрязняющих веществ.
- 3) Характеристика потенциальных вредных эффектов химических веществ и оценку научной доказанности возможности развития этих эффектов у человека.
- 4) Определение возможных маршрутов экспозиции.
- 5) Выявление приоритетных для последующего изучения химических соединений, приоритетных маршрутов их воздействия (включая приоритетные загрязненные среды и пути поступления химических веществ в организм человека).
- 6) Установление тех вредных эффектов, которые могут быть вызваны приоритетными веществами при оцениваемых маршрутах воздействия, продолжительности экспозиции (острые, подострые, хронические, пожизненные) и путях их поступления в организм человека.
- 7) Оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды, определение задач по дополнительному сбору информации о фактических и/или моделируемых концентрациях химических веществ в различных средах.
- 8) Оценка наличия сведений о количественных критериях, необходимых для последующего анализа риска для здоровья (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала).
- 9) Окончательная корректировка плана проведения исследований по оценке риска, а также установление тех неопределенностей, которые способны повлиять на полноту и достоверность окончательных заключений и рекомендаций. Тем самым определяются границы оценки риска, характеризующие ту область исследуемой проблемы, для которой с известной степенью достоверности применимы полученные результаты оценки риска.

Таким образом, на ***первом этапе*** определяется список химических веществ-загрязнителей, характерных для данной местности, и потенциально опасных для здоровья населения.

Процесс идентификации области опасности в этих «координатах» предполагает выполнение пробных оценок риска и статистический анализ результатов и исходных данных. Целью этих работ является, с од-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

ной стороны, исключение ошибок и мешающих факторов, а с другой, сохранение достаточной широты и репрезентативности выборки данных, чтобы она представляла рассматриваемую опасность достаточно полно для принятия управленческих решений.

В рамках первого этапа следует опираться на критерии приоритетности химических веществ, которые в разных странах и конкретных территориях могут отличаться весьма значительно.

Для второго этапа система поддерживает **корреляционный и регрессионный** анализ взаимосвязей между концентрациями загрязнителей и соответствующими экспозициями и дозами, с одной стороны, и реальными показателями здоровья населения (заболеваемость, смертность и т. п.), с другой стороны. Здесь предусматривается использование коэффициентов взаимосвязи «доза-эффект», рекомендуемых ЕРА. Они суммируют большой опыт мировых токсикологических и эпидемиологических исследований. Тем не менее, они имеют весьма общий характер и большие «коэффициенты запаса», так что в ряде случаев использование эмпирических моделей, построенных по эпидемиологическим данным для конкретной опасности, может оказаться предпочтительнее. Второй этап, который иногда называют **«экспозиция»**, может включать в себя следующие индикаторы:

1. Территория.
2. Население, включая чувствительные подгруппы.
3. Маршрут воздействия: источник—воспринимающая среда—транспортирующие и трансформирующие среды—воздействующая среда—точка контакта—путь поступления—экспонируемая группа населения.
4. Воздействующие дозы и концентрации с учетом выбранного маршрута экспозиции (воздействующих сред и путей поступления).

Сюда входит:

- результаты моделирования концентраций (модели рассеивания);
- результаты моделирования межсредовых переходов (концентрации во всех воздействующих средах);
- данные непрямого мониторинга (максимально разовые, среднегодовые концентрации, процентиля, статистическое распределение);
- данные прямого мониторинга (индивидуальный отбор проб);
- факторы экспозиции (суточная активность, потребление воздуха, воды, продуктов и др.);
- расчет воздействующих доз для населения в целом и отдельных чувствительных групп;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

— расчет суммарных доз для всех маршрутов экспозиции, путей поступления, воздействующих сред; характеристика суммарной нагрузки.

Для *третьего этапа* система поддерживает режим отладки модели формирования риска — среду для выработки экспертом сценариев экспозиции и разбиения населения на экспозиционные группы, адаптированные к рассматриваемой опасности, в том числе к особенностям региона. В настоящее время за основу набора сценариев и экспозиционных групп взяты данные ЕРА, но этот набор может быть расширен. В результате процесса отладки может быть выработана «экспозиционная модель» региона. Далее ее коэффициенты могут использоваться в конвейерной оценке риска.

Четвертый этап — характеристика риска — включает его распределение во всевозможных срезах — территориальном, временном, по половозрастным когортам, по загрязнителям и т. д. и является обобщением результатов предыдущих этапов. Этап характеристики риска включает, помимо **количественных** величин риска, анализ и характеристику неопределенностей, связанных с оценкой, и обобщение всей информации по оценке риска. На четвертом этапе делается попытка уменьшить неопределенности по следующим направлениям:

- неопределенность, вызванная проблемами статистической выборки;
- неопределенность в моделях воздействия или моделях «доза—эффект»;
- неопределенность, связанная с формированием исходной выборки баз данных;
- неопределенность, вызванная неполнотой использованных моделей.

В идеальном случае каждая неопределенность должна сопровождаться распределениями индивидуальной и обобщенной вероятностей, из которых выводятся средние или худшие индивидуальные оценки негативного эффекта. Оценка риска является одной из основ для принятия решений по профилактике неблагоприятного воздействия экологических факторов на здоровье населения, но не самим решением.

Одновременно с этим в характеристику риска, в принципе, может быть включено качественное описание ожидаемой реакции организма на воздействие данных загрязнителей с данной интенсивностью. Оно может строиться на основе информации, содержащейся в базе знаний системы.

Характеристика риска включает также ранжирование рисков по группам населения, типам загрязнителей и другим факторам. Такая информация о «группах риска» и «территориях риска» может быть использована

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
 для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, в частности, для установления приоритетных опасностей. Более подробно это выглядит так:

- значения рисков для отдельных факторов при разных путях воздействия из определенных сред;
- суммарные риски для маршрутов воздействия, путей поступления, суммарные риски для веществ с одинаковым типом вредного действия;
- расчет интегрированных индексов опасности для факторов с разным типом вредного действия, например, канцерогенов и не канцерогенов;
- анализ распределения рисков в популяции, в особо чувствительных подгруппах, выявление сверх экспонируемых индивидуумов;
- сравнение многолетней динамики рисков на данной территории;
- ранжирование факторов, источников загрязнения, территорий;
- сравнительная характеристика рисков влияния на здоровье, экологических рисков, влияния факторов на условия и качество жизни населения;
- определение приоритетных проблем для данной территории.

Алгоритм оценки риска. При оценке риска окружающая среда представляется в виде множества взаимодействующих слоев — носителей загрязнений. В качестве их количественной характеристики используются данные о концентрациях загрязнителей в носителях — «первичных средах», куда происходит первичный выброс загрязнителя. Величины этих концентраций являются либо данными мониторинга, либо результатом расчета по стандартным методикам. Входом последних, в свою очередь, служат либо данные экологических паспортов предприятий — источников выбросов, либо результатов расчетов мощности выбросов, получаемые с помощью стандартных моделей.

На втором этапе формируется выборка из базы нормативных данных. Она содержит нормативные показатели токсичности для включенных на первом этапе в расчет веществ-загрязнителей:

- *WofE* — качественный показатель канцерогенности загрязнителя, определяемый по таблицам, но не используемый непосредственно в расчетах;
- *SF* — вероятность получения ракового заболевания в случае приема единичной дозы *LADI*, 1 мг/кг · день;
- *RfD* — пороговая доза вещества загрязнителя, вызывающая не раковое заболевание, мг/кг · день.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Алгоритмически, оценка риска в основана на наборе типичных случаев контакта людей с носителями загрязнителей (так называемые «контактные среды»), типичных физико-химических механизмах — путях контактов человека с загрязнителями и наборе популяционных групп с одинаковыми условиями экспозиции к загрязнителям. Совокупность всевозможных путей, для всевозможных групп, называется матрицей экспозиции. Для каждого элемента матрицы экспозиции рассчитывается доза загрязнителя:

$$LADI = (C_1/W) \cdot V \cdot F \cdot D/T, \quad (4.78)$$

где $LADI$ — средняя пожизненная ежедневная доза, мг/(кг · день); C_1 — концентрация загрязнителя в контактной среде, мг/м³; W — вес тела индивидуума, кг; V — потребление индивидом данной контактной среды, м³/день; F — частота события контакта с носителем, дней/год; D — период, на который экстраполируются текущие условия экспозиции, лет; T — период осреднения дозы, дней.

Эта формула относится к третьему из перечисленных выше этапов. На четвертом этапе для каждого элемента матрицы экспозиции рассчитываются показатели риска:

$$ILCR = SF \cdot LADI, \quad (4.79)$$

где $ILCR$ — вероятность заболеть раком, безразмерная величина (обычно выражается в единицах 1/10⁶). Тогда

$$HI = LADI/RfD, \quad (4.80)$$

где HI — индекс опасности получить нераковое заболевание (HI — безразмерная величина).

Рассчитанная по приведенным выше формулам матрица риска, клетки которой соответствуют различным территориям, загрязнителям и т. д., подается в информационный канал (конвейер), с помощью которого преобразуется в выходную форму (карту, таблицу, графическое представление риска и т. п.). Эта информация позволяет вычислить множество по-разному агрегированных рисков, таких как:

- риск по данному типу событий контакта людей с носителем загрязнителя;
- риск по данному носителю;
- риск по данному загрязнителю, риск по данной популяционной группе;
- риск по данной местности и т. п.

С математической точки зрения, данная методика представляет собой жесткую последовательность операций. Входными являются исходные

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>,

данные о когорте населения и о концентрациях загрязнителей. Выходом является либо избыточный риск раковых заболеваний, либо степень превышения порогового воздействия, связанная с конкретным загрязнителем.

Методика может применяться по отношению к населению в целом и различным экспозиционным группам (когортам), проживающим на загрязненных территориях или работающих на вредных производствах, которые обеспечены входными данными. Типичные примеры экспозиционных групп:

- *все население отдельных городов (поселков);*
- *население отдельных зон проживания в рамках города (поселка);*
- *детское население, которое может делиться по территориальному, возрастному, социальному и другим признакам;*
- *работающие на вредных производствах, которые могут делиться на различные группы по степени вредности условий труда.*

Система внутренних моделей. Дальнейшие действия связаны с так называемой системой внутренних моделей и принимаемыми методиками расчетов. Система внутренних моделей представляет собой последовательную цепь модельных блоков, предназначенных соответственно для расчета мощности выброса загрязнителей, характеристик их распространения в различных средах, уровня риска здоровью, показателей заболеваемости и смертности населения. Каждый блок снабжается моделью (информационным процессором), входными данными и возможностями адекватного представления результатов на выходе. Входными данными каждого модельного блока могут служить:

- измерительные и статистические данные (из базы данных и знаний, экспертных систем);
- результаты модельных расчетов, поступающие с выхода предыдущего блока, либо и те и другие одновременно, причем с весовыми вкладками, учитывающими уровень неопределенности в каждом из них.

Внутренняя модель организована иерархически и содержит несколько уровней пространственной, временной и демографической (социальной) организации, соответствующих, как минимум, региону (области), городу (району), когорте, индивиду. Параллельно предусмотрено несколько уровней иерархии параметров модели, отвечающих разной степени детальности модельного представления процессов (например, коэффициент, описывающий соотношение «доза—эффект», может детализироваться как модель реакции организма человека на воздействие загрязнителя). Если модель функционирует правильно, то чем выше уровень, тем более надежная информация в нем накапливается. В модели постоянно будет

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
происходить фоновый процесс, отвечающий за согласование разных уровней представления информации.

Параметры моделей. В принципе, система может сама установить любые параметры используемых моделей путем оптимизации пользовательских критериев по этим параметрам. Однако на практике при большом числе свободных параметров требуемый объем данных превышает объем реально доступных баз данных. Поэтому ряд параметров подбирается экспертом в режиме отладки модели, фиксируется и далее не изменяется.

При этом пакет вариантов задачи может содержать разные значения параметров, установленные разными экспертами. Они рассматриваются системой как равноправные, но в процессе расчета некоторые варианты установленных экспертом параметров могут «отмереть» из-за не оптимальности по пользовательским критериям.

Выборка данных. Создать выборку данных из базы данных можно одним из трех способов.

Способ 1. Выборка под задачу. Используются координатные деревья, отражающие решаемую задачу. В заданную ими структуру куба данных считываются данные из базы данных согласно соответствию «поле базы данных — координата», задаваемому моделью базы данных. Данные в базе данных ищутся с помощью SQL-запроса или другим подобным методом. Гарантии наличия необходимых данных в базе данных нет.

Способ 2. Выборка под базу данных. Координатные деревья создаются из имеющихся в базе данных кодов данных. Затем коды автоматически заменяются на осмысленные имена координатных интервалов. Например, коды диагнозов по МКБ — на названия диагнозов. Базы данных сканируются построчно и данные размещаются в кубе данных согласно своим кодам. Этот способ быстрее первого при большом объеме куба данных. Однако необходимо вручную отобрать коды, нужные для конкретной задачи.

Способ 3. Загрузка готовой выборки. Созданную способами 1 и 2 выборку можно запомнить на диске во внутреннем формате, то есть в виде кубов данных и соответствующих координатных деревьев для каждого блока. При последующем запуске системы можно считать эту выборку прямо в память, что значительно быстрее способов 1 и 2.

Любую, полученную таким образом выборку, можно предварительно откорректировать.

Система отсчета. Все количественные переменные берутся в какой-либо системе отсчета (СО). Тривиальная СО, используемая по умолчанию, соответствует абсолютному значению переменной.

Кроме нее, могут использоваться следующие СО.

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- Относительно другого набора данных, где имеются те же координатные интервалы (например, данные измерений берутся относительно модельного прогноза, сделанного для тех же моментов времени и территорий). В качестве СО может выступать «фоновое» значение (например, заболеваемость берется относительно фоновой заболеваемости на тех же территориях).
- Относительно данных «базового» координатного интервала или совокупности таких интервалов по нескольким переменным. Например, концентрации могут браться относительно среднегодовых концентраций на тех же территориях, а могут — относительно среднегодовой концентрации по всему городу.
- Относительно фиксированных референтных значений — зависящих от координатного интервала или же абсолютных. Например, можно брать концентрации относительно ПДК для данного загрязнителя, а заболеваемость — относительно 100 000 населения независимо от диагноза.

Слово «относительно» означает либо деление данных на соответствующий показатель СО, либо вычитание показателя СО из данных. Каждый тип «относительности» уместен в своих задачах.

Кроме вышеописанных СО по значению, важно также задание СО по переменным развертки данных: времени, возрасту и т. д. Для них в системе предусмотрен только сдвиг начала отсчета, т. е. лаг. Как известно, временной лаг необходим для сопоставления событий загрязнения среды (в форме соответствующих концентраций или рисков) с вызванным ими откликом в виде заболеваемости. Лаг по территориальной переменной возникает при учете миграций, когда территория экспозиции может не совпадать с территорией, где проявляется заболеваемость.

Веса, вводимые пользователем в состав некоторых критериев оптимальности, эквивалентны заданию СО. Так, веса в критериях близости координатных интервалов вдоль переменных «время», «возраст» и т. д. эквивалентны масштабированию соответствующих переменных. Веса блоков эквивалентны масштабированию переменной значения каждого блока (переменной «концентрация» — для блока концентраций, числа случаев обращаемости — для блока заболеваемости и т. д.)

Примеры систем отсчета. Адекватная СО необходима для сопоставления данных из разных координатных интервалов. Так, сравнение заболеваемости на разных территориях возможно только в СО «относительно численности населения территории». СО в неявном виде задает модель некоторого фонового процесса в сфере «среда—здоровье». В дан-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

ном примере модель состоит в равной вероятности заболевания для всех индивидов, независимо от территории. Возможны и другие модели, задающие территориально-зависимую СО.

Оптимизируемые системой пользовательские критерии, на основе которых устанавливаются приоритеты и вырабатываются варианты мер управления, должны зависеть только от показателей, инвариантных к допустимым изменениям СО. Допустимые изменения включают, например, перегруппировку координатных интервалов, смену уровня агрегации данных, ввод «движущихся» вдоль переменной систем отсчета, подобных вышеуказанным. По существу, инварианты характеризуют тип паттерна опасности, который складывается из данных всех блоков системы.

Все величины, используемые в системе, не абсолютны, а определены применительно к какой-либо системе отсчета. Она должна быть связана с одним из объектов СО. Смена состояния СО приводит к смене указанных величин, хотя то, что стоит за ними реально, не меняется. Поскольку дрейф подвижных СО нельзя проконтролировать, а жестко фиксированные СО по ряду причин неудобны, приходится считать все состояния СО равноправными и пользоваться только величинами, которые не зависят от выбора состояния СО. Такие величины называются инвариантами. В первую очередь, реальные результаты мониторинга и управления средой должны оцениваться через инварианты.

Цикл расчета.

- Общая схема.
- Этапы:
 1. технологии производства и выбросы загрязнителей;
 2. распространение загрязнителей в средах;
 3. реакция организма на загрязнители: риск заболевания;
 4. проявление риска в виде заболеваемости и смертности;
 5. критерии оценки состояния здоровья;
 6. экономический эквивалент ущерба здоровью;
 7. экономические критерии выбора «чистой» технологии;
 8. расчет плана реализации выбранных мер.
- Стратегия выбора и принятие решения.
- Расширенная схема цикла.

Упрощенная схема расчета экологического риска представлена на рис. 4.11. Она состоит из 4 квадратов — моделей, которые задают коэффициенты отклика соответственно (начиная с левого верхнего угла):

- выбросов на изменение технологии производства;
- организма на полученную дозу загрязнителя;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

- общего индикатора здоровья населения на конкретную структуру заболеваемости;
- технологии производства на производимые в ее улучшение капиталовложения.

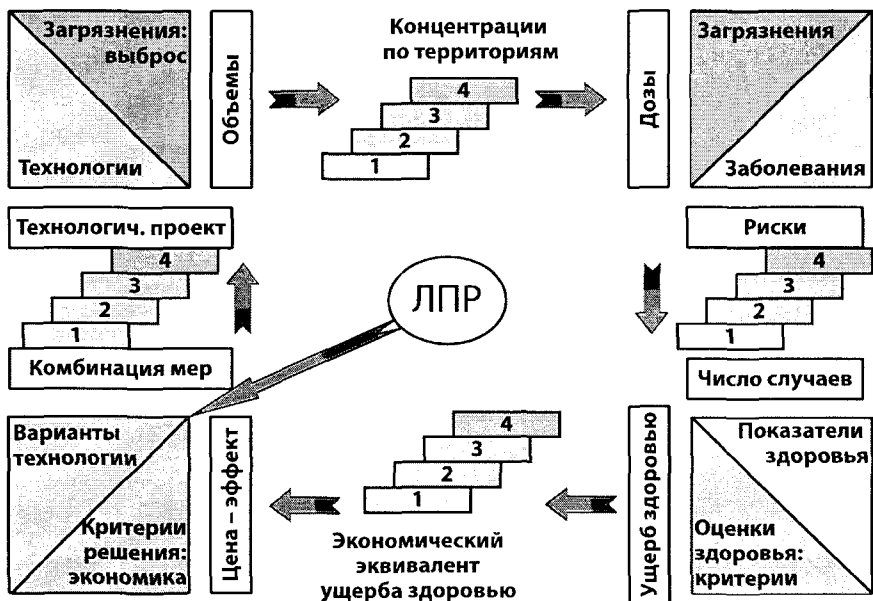


Рис. 4.11. Упрощенная схема расчета

В каждой модели происходит преобразование:

- спектра технологий — в спектр загрязнителей;
- спектра загрязнителей — в спектр заболеваний;
- спектра заболеваний — в спектр возможных индикаторов ущерба здоровью населения;
- спектра ущербов — в спектр экономически обоснованных мер по их снижению.

Коэффициенты преобразования для моделей извлекаются из внешних источников информации:

- экологического паспорта каждой технологии;
- баз данных о токсичности загрязнителей;
- нормативных документов о стандартных индикаторах здоровья населения;

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- экономических обоснований для альтернативных технологий производства.

Между угловыми квадратами находятся звенья, где происходит не преобразование», а «распространение» или «распределение» в пространстве, по времени или от когорты к когорте, без изменения сущности рассматриваемых величин. Начиная сверху:

- загрязнители как выбросы распространяются в пространстве, и переходят в загрязнители как дозы;
- удельный риск заболевания «распределяется» по демографической структуре населения и переходит в риск заболевания как относительное число случаев;
- ущерб здоровью, выраженный соответствующими индикаторами, «распределяется» по социально-экономической структуре территории и переходит в ущерб здоровью в денежном выражении;
- решения по изменению технологии распространяются во времени и переходят в реальные изменения технологии.

Как правило, расчет звеньев «распространения» или «распределения» требует привлечения соответствующих моделей:

- распространения выброса;
- сценариев экспозиции населения;
- социально-экономической динамики;
- технологической перестройки производства.

Переменные, используемые в программе. Если работа выполняется с помощью региональных (муниципальных) ГИС, то для программного обеспечения можно рекомендовать следующие переменные.

1. Переменные отклика — титульные переменные блоков программы:

- объем выброса загрязнителя, т/год, г/сек или мг/м³;
- концентрация загрязнителя в среде, мг/м³;
- риск для здоровья, усл. ед. или дополнительных случаев;
- заболеваемость (обращаемость), случаев на единицу населения,
- смертность, случаев на единицу населения.

2. Факторные переменные, сопряженные с титульными переменными:

- вид загрязняющего вещества (блоки выбросов, концентраций, рисков);
- тип риска — канцерогенный, индекс опасности, условный (блок риска);
- диагнозы и нозологии (блоки заболеваемости и смертности).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

3. Переменные статистики — генераторы статистического разнообразия:

- время от дней до годов (все блоки);
- территория в зависимости от детальности карты (все блоки).

4. Переменные сравнения и разбиения:

- источник загрязнения — предприятие, труба, ... (блок выбросов);
- экспозиционная группа населения (блок риска);
- половозрастная группа (блоки заболеваемости и смертности).

Использование оценок риска.

1-й уровень — предупреждение развития слабых вредных эффектов.

Воздействие референтной концентрации не вызывает развития явных вредных эффектов, однако возможно слабое, легко обратимое раздражающее действие на слизистые оболочки или другие субъективные реакции, полностью исчезающие вскоре после прекращения воздействия. На данном уровне возможно ощущение запаха вещества.

2-й уровень — предупреждение выраженных вредных эффектов: превышение данного уровня способно приводить к стойким изменениям состояния здоровья, нарушениям или даже прерыванию беременности, снижению способности осуществлять защитные действия.

3-й уровень — предупреждение развития эффектов, угрожающих жизни: превышение данного уровня может привести к смерти наиболее чувствительных индивидуумов. При увеличении продолжительности воздействия высока вероятность гибели лиц в общей популяции. После прекращения воздействия возможны стойкие или необратимые изменения состояния здоровья вследствие поражения ряда органов и систем организма.

Подводя итог, скажем, что в Интернет ресурсах можно найти примеры практического применения методики ЕРА.

Ниже рассмотрен российский подход к этой проблеме.

4.16. МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА ОСНОВАННЫЙ НА РОССИЙСКИХ ПРИНЦИПАХ ГИГИЕНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Воздействие неблагоприятных факторов оценивается по беспороговому принципу вне зависимости от оцениваемого эффекта и типа воздействия. При этом норматив ПДК и пр. рассматривается как определенный

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

компромисс, связанный с приемлемым риском, когда для большинства людей отсутствует видимая или скрытая опасность для здоровья.

Риск канцерогенных эффектов оценивается с использованием подходов, аналогичных методам EPA US.

Поскольку в настоящее время отсутствует доступная для широкого использования отечественная база данных рекомендуемых (или нормативных) референтных доз и величин для расчета риска, Департамент Госсанэпиднадзора рекомендовал использовать в этом случае нормативную базу EPA US. Это значит, что предлагается определять риск немедленного воздействия, который оценивается по моделям с использованием максимальных разовых концентраций.

При этом в качестве эффекта оценивается не только (и не сколько) риск появления заболеваний, но и вероятность рефлекторных реакций (ощущение раздражения, неприятного запаха и пр.) или эффектов психологического дискомфорта, что также расценивается как факт нарушения здоровья. В пользу этого суждения свидетельствует ряд соображений практического свойства. Так, с одной стороны, основной поток жалоб населения в органы Госсанэпиднадзора вызывает такое изменение качества окружающей среды, которое фиксируется населением органами чувств. С другой стороны, вредные примеси и другие факторы, обладающие свойствами вызывать такие ощущения, нормируются с учетом этих эффектов. При этом, как правило, в экспериментах используется беспороговая модель интенсивности нарастания тех или иных эффектов при увеличении уровня воздействия, а норматив определяется как вероятностная величина.

Так, при нормировании допустимого содержания вредных примесей, обладающих рефлекторным эффектом, для атмосферного воздуха обосновывается ПДК_{м.р.}, служащая для предупреждения развития немедленных токсических эффектов. ПДК_{м.р.} определяется как

$$\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = EC_{16}/K_3, \quad (4.81)$$

где EC_{16} — концентрация вещества, принятая за пороговую при однократном воздействии и вызывающая токсический (рефлекторный, раздражающий и др.) эффект с вероятностью 16 %; K_3 — коэффициент запаса, определяемый в соответствии с углом наклона графика зависимости «концентрация — эффект», который на логарифмически-пробитной сетке аппроксимируется прямой.

Значения K_3 и tg угла наклона графика служат основанием для отнесения рассматриваемого вещества к одному из четырех классов опасности. В табл. 4.22 представлены величины указанных параметров в соответствии с классом опасности.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Таблица 4.22

K_1 — угол наклона графика зависимости «концентрация—эффект» при отнесении веществ к различным классам опасности

Класс опасности	K_1	Угол, °
1	5,0	От 71 и выше
2	4,0	От 62 и выше
3	2,3	От 43 и выше
4	1,5	До 43

Таблица 4.23

Таблица нормально-вероятностного распределения

<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>
-3.0	0.001	0.1	0.540
-2.5	0.006	0.2	0.579
-2.0	0.023	0.3	0.618
-1.9	0.029	0.4	0.655
-1.8	0.036	0.5	0.692
-1.7	0.045	0.6	0.726
-1.6	0.055	0.7	0.758
-1.5	0.067	0.8	0.788
-1.4	0.081	0.9	0.816
-1.3	0.097	1.0	0.841
-1.2	0.115	1.1	0.864
-1.1	0.136	1.2	0.885
-1.0	0.157	1.3	0.903
-0.9	0.184	1.4	0.919
-0.8	0.212	1.5	0.933
-0.7	0.242	1.6	0.945
-0.6	0.274	1.7	0.955
-0.5	0.309	1.8	0.964
-0.4	0.345	1.9	0.971
-0.3	0.382	2.0	0.977
-0.2	0.421	2.5	0.994
-0.1	0.460	3.0	0.999
0.0	0.50		

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Для математического описания зависимости «концентрация— эффект» применима модель индивидуальных порогов, которая для удобства практического пользования может быть разбита на две формулы. Первая из них описывает эту зависимость в виде прямой при условии, что концентрация выражается в десятичных логарифмах, а вероятность неблагоприятного эффекта (риска) в «пробитах» ($Prob$), то есть в нормально-вероятностной шкале. Соответствие «пробитов» и вероятности эффекта представлено в табл. 4.23.

Как уже указывалось выше, математически такой график описывается уравнением общего вида

$$Y = a + b \cdot X. \quad (4.82)$$

Для конкретизации этого уравнения применительно к нормативам атмосферного воздуха следует принять во внимание, что коэффициент b — это тангенс угла наклона графика зависимости «концентрация— эффект», а коэффициент a — это логарифм концентрации с эффектом действия 0 % — EC_0 , который соответственно может быть определен как:

$$\lg EC_0 = (\text{tg}(a) \cdot \lg K_3) - 1. \quad (4.83)$$

Несложные математические преобразования позволяют показать применимость следующих формул для прогнозирования риска возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении атмосферного воздуха:

$$\left. \begin{aligned} 1 \text{ класс } Prob &= -9.15 + 11.66 \cdot \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}}) \\ 2 \text{ класс } Prob &= -5.51 + 7.49 \cdot \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}}) \\ 3 \text{ класс } Prob &= -2.35 + 3.73 \cdot \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}}) \\ 4 \text{ класс } Prob &= -1.41 + 2.33 \cdot \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}}) \end{aligned} \right\}. \quad (4.84)$$

Пример 1. Требуется определить вероятность возникновения рефлекторных реакций при концентрации сероводорода в воздухе — 0,028 мг/м³.

Решение. Сероводород относится ко второму классу опасности, $\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = 0.008$ мг/м³.

$$Prob = -5.51 + 7.49 \cdot \lg(0.028/0.008) = -1,435.$$

Полученное значение $Prob$ находится в пределах между -1,5–1,4, что соответствует вероятности 0,075. Таким образом, при обнаружении в воздухе сероводорода в концентрации 0,028 мг/м³, 75 человек из 1000, Вернуться в каталог учебников

находящихся в зоне воздействия, почувствуют запах, что и является целью оценки риска в данном случае.

Аналогичные подходы применимы и при оценке качества питьевой воды, в случае присутствия веществ, нормированных на органолептическое воздействие. Влияние химических веществ на органолептические свойства воды может проявиться в изменении ее запаха, привкуса и окраски, а также в образовании поверхностной пленки или пены. Принципиальное значение имеет взгляд на перечисленные показатели не на как физические свойства, а именно как на органолептические. Только то ощущение изменений органолептических свойств воды, которое воспринято человеком, может иметь значение и служить мерилем при решении вопросов регламентации содержания вещества в воде.

Теоретической основой поиска пороговых концентраций по влиянию на запах и привкус воды является психофизический закон Вебера — Фехнера, согласно которому интенсивность ощущения в баллах пропорциональна логарифму концентрации вещества. Переход от одного балла к другому, как правило, осуществляется при изменении концентрации веществ, определяющих запах или привкус, в 1,5–2,5 (в среднем 2 раза).

С учетом изложенного выше, представляется возможным предложить следующее уравнение расчета риска развития неблагоприятных органолептических эффектов:

$$Prob = -2 + 3.32 \cdot \lg (\text{Концентрация} / \text{норматив}).$$

В ряде случаев этот риск помогает оценить потребность в дополнительных ресурсах питьевой воды при «залповом» загрязнении источника примесями, придающими воде неприятный запах или привкус. Так, например, норматив фенола в питьевой воде составляет 0,001 мг/л, при кратковременном увеличении его концентрации до 0,003 мг/л, риск появления запаха составляет

$$Prob = -2 + 3.32 \cdot \lg (0.003/0.001) = -0,416,$$

что соответствует риску 0,34.

Таким образом, при таком загрязнении питьевой воды примерно 34 % населения будут воспринимать эту воду как неблагоприятную по органолептическим свойствам и, в первую очередь, нуждаться в альтернативных источниках. По мере снижения концентрации фенола доля населения, нуждающегося в этой воде, будет снижаться, что позволяет оптимальным образом спланировать мероприятия по купированию экологического неблагополучия.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

При оценке риска возникновения эффектов немедленного действия от физических факторов (шума и пр.) следует также ориентироваться на вероятность возникновения жалоб населения. В случае оценки шума здесь применимо следующее уравнение:

$$Prob = -6.5027 + 0.0889 \cdot L_{\text{экв}}$$

В основу расчета риска не канцерогенных эффектов положена информация об отечественных нормативах (ПДК, класс опасности и пр.). В качестве моделей применяются подходы, основанные на принятой в России и других странах СНГ методической схеме обоснования ПДК.

Для расчета эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием веществ, загрязняющих воздух, воду и пр., используется информация об их осредненных (как минимум за год) концентрациях.

Так, в случае экспериментального обоснования нормативов предельного содержания вредных примесей в атмосферном воздухе, питьевой воде и пр. по эффекту хронического воздействия математическая обработка результатов, как правило, строится по принципу определения зависимости «концентрация — время — эффект», что соответствует первой из моделей.

Как уже указывалось выше, для практического использования этой модели при фиксированном времени воздействия (в случае хронического воздействия это средняя продолжительность жизни человека) применяют упрощенные формулы:

$$Risk = 1 - \exp(-UR \cdot C), \quad (4.85)$$

где $Risk$ — риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях, C — реальная концентрация (или доза) вещества, оказывающая воздействие за заданное время, UR — единица риска, определяемая как фактор пропорции роста риска в зависимости от величины действующей концентрации (дозы).

Преобразуем эту формулу для целей расчета риска неспецифической хронической интоксикации (не канцерогенного риска), основываясь на информации о величине осредненной концентрации. Первой отправной точкой будет служить допущение, что при $C = 0$, $Risk = 0$. Второй отправной точкой будет служить информация, что пороговая концентрация примеси (C_{lim}) связана с нормативом (ПДК) через коэффициент запаса (K_3).

$$C_{\text{lim}} = \text{ПДК} \cdot K_3. \quad (4.86)$$

Величина коэффициента запаса при нормировании примесей в питьевой воде составляет, как правило, 10. В ряде случаев может быть меньше.

Вернуться в каталог учебников
<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

ше (например, свинец — 3) или больше (ряд канцерогенов, пестицидов до 100). При нормировании примесей атмосферного воздуха предлагается принимать значения коэффициентов в зависимости от класса опасности — для веществ 1 класса опасности на уровне (как минимум) 7,5; 2 класса — 6; 3 класса 4,5 и 4 класса — 3.

Пороговой концентрацией считается такая минимальная концентрация, при которой в условиях эксперимента в опытной группе были выявлены достоверные отклонения тех или иных показателей, характеризующих состояние организма, от аналогичных в контрольной группе. Вполне вероятно, что при больших концентрациях эти различия могут исчезнуть, а при еще больших — появиться вновь. По мнению многих авторов, это является проявлением адаптационных процессов и также должно расцениваться как различные фазы интоксикации.

Как показано в работах многих исследователей первые достоверные изменения показателей, характеризующих состояние организма, возникают тогда, когда они затрагивают примерно 16 % испытуемых. Иначе говоря, при хроническом воздействии примеси на уровне пороговой концентрации (дозы) риск проявления неспецифических токсических эффектов составляет 16 % (или 0,16, если его выражать в долях единицы). Таким образом, уравнение расчета риска принимает вид:

$$\begin{aligned} Risk &= 1 - \exp [\ln(1 - 0,16) \cdot C / (ПДК \cdot K_3)] \quad \text{или} \\ Risk &= 1 - \exp [\ln(0,84) \cdot C / (ПДК \cdot K_3)] \end{aligned} \quad (4.87)$$

Применительно к атмосферному воздуху предлагается учитывать особенности кумулятивного действия примесей, вводя дополнительный коэффициент b , позволяющий оценивать изоэффективные эффекты примесей различных классов опасности:

$$E(C_3) = E(C_n^b). \quad (4.88)$$

(Эффект при воздействии примеси третьего класса опасности в концентрации C_3 равен эффекту при воздействии примеси другого класса опасности в концентрации C_n в степени b).

При этом считается, что значения коэффициента b должны быть приняты для веществ 1, 2, 3 и 4 классов соответственно на уровне 2,35, 1,28, 1,00 и 0,87. Таким образом, для оценки риска неспецифических хронических эффектов при загрязнении атмосферного воздуха уравнение расчета риска приобретает вид

$$Risk = 1 - \exp [(\ln(0,84) \cdot C^b / (ПДК \cdot K_3))]. \quad (4.89)$$

Пример 2. Требуется определить риск развития хронических неспецифических эффектов при средней концентрации серной кислоты в воздухе на селитебной территории $0,4 \text{ мг/м}^3$.

Решение. Серная кислота относится ко второму классу опасности $b = 1,28$, $K_3 = 6$, $\text{ПДК}_{\text{ср}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$.

$$\text{Risk} = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot 0,4^{1,28} / (0,1 \cdot 6)) = 0,086.$$

Таким образом, при постоянном воздействии атмосферного воздуха, загрязненного серной кислотой в концентрации $0,4 \text{ мг/м}^3$, у 86 человек из 1000 постоянно проживающих на исследуемой территории на протяжении своей жизни могут проявиться симптомы хронической интоксикации.

К сожалению, нельзя быть уверенным, что это эквивалентно аналогичному увеличению заболеваемости, так как это медико-статистический показатель, который зависит от того, обратится ли каждый из этих людей за медицинской помощью и зарегистрирует ли при этом лечащий врач заболевание.

Возможна оценка риска комплексного и комбинированного действия на основе отдельной оценки риска здоровью, который обусловлен воздействием токсических примесей через различные объекты окружающей среды (воздух, воду и пр.), а затем суммирование этого риска в соответствии с законами теории вероятности и статистики.

Одним из способов оценки комбинированного воздействия нескольких примесей является расчет суммарных показателей. Под комбинированным действием принимается воздействие нескольких примесей, поступающих через один из факторов (воздух, воду или др.) окружающей среды. При определении суммарных показателей (индексов загрязнения) используется принцип изозффективности, т. е. кратности превышения ПДК каждого вещества сначала «приводятся» к третьему классу опасности, а затем рассчитывается индекс загрязнения (P). При этом можно отметить, что получаемый таким образом индекс загрязнения по сути представляет собой кратность превышения ПДК условного вещества третьего класса опасности, токсический эффект которого равен сумме всех веществ, входящих в смесь. Следовательно, для оценки риска при комбинированном воздействии нескольких веществ целесообразно сначала рассчитать суммарный индекс загрязнения, а затем, используя вышеуказанные подходы, провести оценку риска.

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

Другим подходом является метод, основанный на умножении вероятностей. Основанием для такого суждения служит следующее. Хорошо известно, что для оценки комбинированного действия нескольких примесей, обладающих эффектом суммации, используют метод расчета приведенной концентрации ($C_{пр}$):

$$C_{пр} = C_1 + C_2 \cdot ПДК_1 / ПДК_2 + \dots + C_n \cdot ПДК_1 / ПДК_n, \quad (4.90)$$

При этом риск комбинированного действия такой смеси может быть легко определен с использованием подходов, изложенных выше, где $C_{пр}$ принимается как биологический эквивалент суммарного воздействия примесей, входящих в смесь. Вместе с тем, учитывая, что риск по своей сути является величиной вероятностной, мы не исключаем возможность определения риска комбинированного действия в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве множителя в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве множителя выступают не величины риска здоровью, а значения, характеризующие вероятность его отсутствия:

$$Risk_{сум} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n), \quad (4.91)$$

где $Risk_{сум}$ — риск комбинированного действия примесей, $Risk_1 - Risk_n$ — риск действия каждой отдельной примеси.

Оказалось, что суммарный риск появления неблагоприятных для здоровья эффектов, рассчитанный как по первому так и по второму уравнениям, дают совершенно идентичные результаты.

В качестве примера приведем следующий расчет, табл. 4.24.

Т а б л и ц а 4.24

Пример расчета риска комбинированного действия

Примеси	Концентрация	Доля ПДК	Риск
Примесь 1	2	1	0,08
Примесь 2	4	1,5	0,1
Примесь 3	0,25	0,1	0,09
$C_{пр}$ (приведенная к первой примеси)	7,17	1	0,24
Риск, определенный по правилу умножения вероятностей			0,24

Это наблюдение дает основание для использования второго из предложенных уравнений как универсального способа определения риска комбинированных и комплексных эффектов различных факторов однонаправленного биологического действия.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

На основании сказанного можно предложить следующую схему расчета суммарного риска.

1. Определяется потенциальный риск здоровью (немедленного, хронического и специфического действия) для каждой отдельной примеси в каждом из анализируемых факторов (воздухе, воде и т.д.) окружающей среды.
2. Для веществ, обладающих однонаправленным или комбинированным действием, проводится определение суммарного риска.
3. Для каждого типа риска (немедленного, хронического и специфического) определяется максимальный риск, создаваемый отдельной примесью или группой, что и рассматривается как итог данного расчета.

При использовании данной схемы следует обратить внимание на то обстоятельство, что люди наиболее подверженные воздействию одних примесей, также оказываются более чувствительными и к другим. В связи с этим, потенциальный риск немедленного действия при комбинированном воздействии чаще всего определяется максимальным риском отдельной примеси среди всех воздействующих ингредиентов.

Хроническое воздействие химических веществ на уровне малых концентраций (1–15 ПДК) характеризуется однотипными неспецифическими эффектами, что заставляет думать о необходимости обязательного использования уравнения расчета суммарного риска для всех примесей, являющихся потенциальными токсикантами хронического действия.

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

ВВЕДЕНИЕ

Термин «управление» тесно связан с понятием доминирования, подавления, контроля и возможностью влияния на процессы для того, чтобы они развивались в желаемом направлении. В рамках отдельно взятого человека, по-видимому, это связано с человеческой природой и в большей степени присуще мужчинам, нежели женщинам. Желание доминировать, контролировать и управлять характерно не только для отдельного человека. Это желание ярко выражено и на уровне групп людей, этносов, или отдельных национальностей, а также целых государств. Известно, что США сторонники «монополярного мира» и не скрывают своего желания управлять всем человечеством, то есть доминировать, подавлять и контролировать все и всех.

Людам свойственно желание управлять всем — управлять природой, общественным сознанием и т. д., но при этом мало кто задумывается о смысле такого управления и о возможности его реализации. Очень часто людям только кажется, что они управляют ситуацией. Кроме того, часто происходит переоценка человеком своих возможностей в плане управления и реального влияния на ход тех или иных процессов. Как говорят, желаемое выдается за действительное.

В проблеме управления необходимо четкое выделение, по крайней мере, трех основных компонентов:

1. *Объект, система, процесс, явление, феномен, которым мы желаем управлять.*
2. *Человек или группа людей, которые могут или должны управлять.*
3. *Набор методов, средств, приемов, способов, структур, схем, систем, с помощью которых мы, воздействуя на то, чем мы управляем, реализуем доминирование и контроль и достигаем поставленных целей.*

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

С первыми двумя позициями особых проблем нет, так как всегда есть то, чем надо управлять, и есть те, кто хочет или должен управлять. Есть феномен риска, уровнем которого надо управлять и есть люди, которые понимают, что надо научиться это делать.

В общем плане различают следующие способы управления риском:

1. *Организационные.*
2. *Технические.*
3. *Технологические.*
4. *Экономические.*
5. *Рыночные.*
6. *Командно-административные.*
7. *Информационные.*
8. *Интеллектуальные.*
9. *Комбинированные.*

Ни один из этих способов взятый в отдельности проблему управления риском не решает. Чаще всего, приходится применять несколько методов, используя наработки многих наук, то есть междисциплинарный подход. Решением этой задачи занимается наука об управлении, которая, в свою очередь, распадается на ряд отдельных направлений. К этой науке тесно примыкает наука о принятии решений.

Что касается науки об управлении риском, то все началось еще со времен Бернулли и Колумба и активизировалось в конце XIX века, когда началась разработка актуарной математики. Предметом ее рассмотрения являются риски и их управление, что связано с теорией страхования жизни и построения пенсионных схем. В этой теории продолжительность жизни рассматривается как случайная величина и ключевой функцией является *функция выживания*. Зная эту функцию, можно эффективно строить работу страховых компаний и управлять рисками.

Затем, когда появились первые автоматы, появилась теория автоматического управления, которая к настоящему времени является хорошо разработанной наукой. Но жизнь выдвигала все новые и новые задачи, кроме того, усложнялись условия, в которых надо осуществлять это управление. Усложнялись также объекты и системы, а значит и риски, которыми надо управлять.

Спустя сто лет в конце XX века возникли принципиально новые проблемы, обусловленные экономическими и демографическими факторами, что вновь обостряет и делает актуальной задачу управления рисками.

Мир изменился и мы перешли в новую информационную реальность, то есть мы перешли от индустриального общества к «обществу риска». Многими специалистами этот переход связывается с изменением *сис-*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
темных свойств нашего мира. Эти изменения можно связать со следующими факторами:

1. *Возникновение рисков, обусловленных длинными причинно-следственными связями.*
2. *Междисциплинарный характер риска.*
3. *Глобальные изменения.*
4. *Сокращение горизонта прогноза.*

Системный кризис означает невозможность решить возникающие проблемы в одной области и на одном уровне. Поэтому в настоящее время исчисление рисков, необходимое для построения эффективной системы управления рисками, включая математическое моделирование, технологии принятия решений, анализ статистики рассматривается как важнейшая область деятельности. Эта область деятельности служит связывающим звеном между естественными, точными и гуманитарными науками. Иными словами, в отношении оценки рисков и управления ими, мы находимся в области параметров, с которыми ранее человечество не встречалось.

Говоря о проблеме управления риском, следует отметить, что единого подхода здесь пока не выработано.

За последнее время масштабы применения технологий управления риском и используемый инструментарий значительно расширились, выйдя за рамки только регулирующих решений, принимаемых федеральными, региональными и местными органами власти.

В одном из опубликованных недавно обзоров, посвященных истории анализа риска, авторы сделали предположение, что первыми в мире профессиональными специалистами по оценке и управлению рисками были жители древнего Вавилона, жившие в 3200 годах до н. э. Основной функцией этих специалистов являлось консультирование по вопросам, связанным с различного рода опасностями и неопределенностями и требующим принятия решений по их устранению. Для таких рискованных мероприятий, как заключение брака или выбор подходящего места для строительства, они определяли важнейшие аспекты рассматриваемой проблемы, изучали альтернативные варианты действий и собирали данные о вероятных исходах каждой из альтернатив. С их точки зрения, знаком богов, «благоволящих» тому или иному выбору, являлось количество и качество сведений, которые удавалось получить в поддержку соответствующей альтернативы (функция интерпретации этих «божьих знаков» принадлежала священнослужителям). После завершения анализа затрат и выгод каждого из вариантов, они выдавали своим «клиентам» рекомендации о наилучшем выборе, выгравированные на глиняных табличках.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Схожесть современных подходов к оценке и управлению рисками с теми, что использовались в древнем Вавилоне, еще раз подчеркивает, что общество с давних пор уделяло огромное внимание проблемам риска и установлению причинно-следственных связей между событиями повседневной жизни. В период с XVI по XVIII век были заложены основы сегодняшнего подхода к оценке и управлению рисками и обозначена важность установления прямой взаимосвязи воздействий с вызываемыми ими реакциями. В течение 1900–1940 гг. были значительно улучшены методы оценки рисков, что было связано с исследованиями, проводимыми учеными и руководителями промышленных предприятий, в ходе которых им удалось выявить, что более чем 300 химических соединений могут воздействовать на рабочих.

Появление современных подходов к оценке и управлению рисками можно отнести к 1975 году, т. к. именно с этого времени значительный пласт знаний, накопленных учеными разных научных направлений, стал постепенно использоваться специалистами в области экологического регулирования, занимающимися разработкой методов оценки рисков. Так уже к 1986 году Агентство по охране окружающей среды Соединенных Штатов (US EPA), созданное в конце 1970-х гг., разработало и опубликовало порядка 30 документов (около 5000 страниц), посвященных процедуре проведения оценки и анализа риска. Одновременно с этим прописывались рекомендации по управлению рисками.

Однако, по мере увеличения количества действующих стандартов, оценки становились менее гибкими и менее адекватными изучаемым ситуациям, что привело к формированию определенных стереотипов, ведущих к переоценке реальной степени угрозы под лозунгом сохранения безопасности общества и возникновению новых препятствий на пути построения теории управления рисками.

5.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И СЦЕНАРИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

В основе управления риском лежит принцип оптимизации соотношений выгоды и ущерба. Стратегическая цель управления риском — стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация материальных и духовных благ) при обязательном выполнении следующего условия: *никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (оправданность практической деятельности).*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Этот принцип постулируется в одном из важнейших государственных документов России «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», в котором он сформулирован следующим образом «...никакая хозяйственная деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ущерба».

Принцип 1-й. Объединяет в себе два фундаментальных, аксиоматических утверждения, формирующих стратегическую цепь управления риском в процессе устойчивого развития.

Ценность любой практической деятельности в первую очередь определяется ее полезностью для общества в целом, т. е. ее способностью повысить уровень благосостояния общества. Принцип оценки всех явлений только с точки зрения их полезности и возможности служить средством для достижения той или иной цели был предложен еще в прошлом веке. Это позитивистское направление в философии (утилитаризм), основанное И. Бентамом, получившее в XIX веке распространение в Великобритании, рассматривало пользу основой нравственности и критерием человеческих поступков.

Только учет всех «плюсов и минусов» (выгоды и ущерба) любой деятельности может дать ответ на вопрос о ее полезности, целесообразности. При этом, учитывая то обстоятельство, что выгода и ущерб от конкретной деятельности могут «достаться» разным членам общества, тем не менее, считается необходимым исходить из принципа общего блага от этой деятельности.

Изложенный принцип в общем случае, если его использовать без каких-либо ограничений, может содержать серьезное противоречие с реальной действительностью. Этот принцип основан на стремлении к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом, которое можно считать аксиоматичным только в условиях равномерного распределения общественных благ среди членов общества — равномерного распределения как выгоды, так и ущерба. В действительности, характерной особенностью нашей жизни являются ситуации, в которых негативные и позитивные результаты любой деятельности распределяются между членами общества крайне неравномерно. Возможна ситуация, при которой определенная группа населения испытывает ущерб от той деятельности, которая выгодна для другой группы.

Чтобы исключить это противоречие, необходимо ввести определенные ограничения на практическую деятельность, которые гарантировали бы реализацию материальных и духовных потребностей каждого отдельного индивидуума при условии обеспечения его личной безопасности.

С этой целью предлагается дополнить данный принцип следующими положениями.

ПОЛОЖЕНИЕ (А). Деятельность, при которой отдельные индивидуумы подвергаются чрезмерному риску, не может быть оправдана, даже если эта деятельность выгодна для общества в целом.

ПОЛОЖЕНИЕ (Б). Члены общества добровольно соглашаются на наличие в их жизни определенного, не превышающего чрезмерного уровня, риска от той или иной деятельности, которая требуется для удовлетворения их материальных и духовных потребностей.

ПОЛОЖЕНИЕ (В) Должны быть предприняты все возможные меры для защиты каждой личности от чрезмерного риска. Затраты на эти меры (денежные компенсации, перемещения населения, создание защитных барьеров и т. д.) включаются в общую сумму затрат на данный проект или вид деятельности и, таким образом, учитываются при оценке полезности реализации данного проекта или вида деятельности для общества в целом. При выборе конкретных мер защиты от чрезмерного риска необходимо в обязательном порядке учитывать мнение индивидуума, нуждающегося в такой защите.

Эти положения требуют введения понятия «чрезмерный уровень риска», которое в последнее время получило широкое распространение в практической деятельности по обеспечению безопасности. Его введение основано на аксиоматической формулировке понятия о предельно допустимом уровне (ПДУ) риска для индивидуума.

ПДУ риска должен быть настолько достаточно низким, чтобы это не вызывало какого-либо беспокойства индивидуума. Соответственно, установление конкретного численного значения для ПДУ — это, в первую очередь, социальная проблема, решение которой входит в компетенцию социальных наук и политики. Естественно, что ее решение основывается на стремлении установить конкретное численное значение для величины ПДУ на таком низком уровне, какой технически достигим. Однако при этом учитывается, что такое стремление, как показывают практика и расчеты, связано с очень большими экономическими затратами на снижение риска, которые в конечном итоге, как правило, ведут к нерентабельности самой хозяйственной деятельности. В силу этого, при установлении конкретного численного значения для ПДУ риска, отдавая приоритет социальным аспектам проблемы, учитывают и уровень экономического развития, достигнутого в рассматриваемой социально-экономической системе. Принятое конкретное значение для ПДУ, как обязательное условие, должно соответствовать социальным требованиям и в то же время обеспечивать жизнеспособность дальнейшего развития

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ
<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

экономики рассматриваемой социально-экономической системы (СЭС). Более высокий уровень экономического развития позволяет установить более низкие значения для ПДУ.

Принцип 2-й. Принцип оптимизации защиты от опасности. Тактическая цель управления риском — стремление к увеличению среднестатистической продолжительности предстоящей жизни (СППЖ), в течение которой личность может вести полноценную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (оптимизация защиты).

Принцип 3-й. Принцип региональности. Политика в области управления риском будет эффективной и последовательной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в регионе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений доступна самым широким слоям населения (региональный императив).

Принцип 4-й. Принцип экологического императива. Политика в области управления риском должна реализовываться в рамках строгих ограничений техногенного воздействия на природные экосистемы (экологический императив).

Процесс управления риском состоит из следующих этапов:

- *идентификация рисков;*
- *оценка риска;*
- *выбор методов управления риском и их применение.*

Идентификация риска заключается в систематическом выявлении и изучении рисков, которые характерны для данного вида деятельности. При этом определяются:

- *опасности, представляющие угрозу;*
- *ресурсы предприятия, которые могут пострадать;*
- *факторы, влияющие на вероятность реализации риска;*
- *ущербы, в которых выражается воздействие риска на ресурсы.*

Факторы, влияющие на вероятность реализации риска, подразделяются на:

- факторы I порядка — это первичные причины, вызывающие риск. Чаще всего они носят объективный характер и находятся вне контроля (стихийные бедствия, аварии и т. д.);
- факторы II порядка влияют на вероятность возникновения ущерба и его величину.

Сами по себе факторы II-го порядка не являются причиной ущерба. Эти факторы, в свою очередь, делятся на объективные и субъективные.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Объективные факторы — это строительные материалы и конструкции здания, наличие системы обеспечения безопасности на предприятии, местонахождение объекта и т. д. Субъективные факторы связаны с особенностями поведения и характером человека, они оказывают решающее воздействие на рисковую ситуацию.

Оценка риска сводится к определению степени его вероятности и размеров потенциального ущерба. Возможны следующие сценарии управления риском:

- 1) *упразднение*;
- 2) *предотвращение потерь и контроль*;
- 3) *страхование*;
- 4) *поглощение*.

Упразднение исключает какую-либо деятельность в зоне риска. Метод абсолютно надежный, но его повсеместное применение означает полное сворачивание деятельности.

Предотвращение потерь и контроль означает проведение превентивных мероприятий, исключающих или уменьшающих риск возникновения нежелательного процесса.

Страхование является распределением возможных потерь среди большой группы физических и юридических лиц, подвергающихся однотипному риску.

Поглощение предполагает признание риска без распределения его посредством страхования. Управленческое решение о поглощении может быть принято по двум причинам:

- 1) в случаях, когда не могут быть использованы другие методы управления риском (для рисков, вероятность которых достаточно мала);
- 2) при применении самострахования.

Управление риском решает две основные задачи:

- Анализ величины экологического риска и принятие решений, направленных на ее снижение до пределов, соответствующих приемлемому уровню риска.
- Анализ цены экологического риска и реализация методов ее снижения.

Алгоритм стратегии управления риском основан на логических операциях выбора направления действий в зависимости от выполнения критериев приемлемости величины и цены экологического риска.

1. Если оценка величины экологического риска показывает, что он мал по сравнению с пренебрежимо малым уровнем риска, то экологиче-

ский риск принимается пренебрежимо малым и дальнейшие шаги не обязательны.

2. Если риск оказывается в диапазоне между пренебрежимо малым и предельно допустимым, то на основе оценки риска проводится расчет цены экологического риска. Если она удовлетворяет заданным требованиям, то дальнейшие мероприятия не планируются. Если цена экологического риска превышает приемлемый уровень, то необходимо реализовать мероприятия, направленные на снижение риска и предотвращение ущерба. Если реализация планируемых мероприятий приведет к снижению цены экологического риска до приемлемого уровня, то задача по управлению риском решена.
3. Если экологический риск в результате оценки превысил предельно допустимый уровень, то необходимо:
 - а) *оценить мероприятия по повышению технической безопасности техногенного объекта, направленные на снижение вероятности реализации неблагоприятных эффектов (основное направление);*
 - б) *оценить эффект от повышения защищенности объектов окружающей среды (дополнительное направление).*

В случае достижения приемлемого уровня экологического риска в зависимости от его величины реализуется либо первый, либо второй вариант.

5.2. ЦИКЛ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

Цикл управления риском как итерационный процесс основан на возможности осуществления эффективного уменьшения цены экологического риска с учетом стоимости мероприятий по снижению риска. При этом выбор тех или иных мероприятий, обеспечивающих снижение цены риска, соответствует подходу, называемому в международной практике ALARA (as low as reasonably applicable). Это подход к управлению риском, который подразумевает его максимально возможное снижение, достигаемое за счет реально имеющихся (ограниченных) ресурсов. Особенность подхода заключается в преимущественной ориентации не на жесткие нормативы, а на такие решения, которые разумны с экономической точки зрения.

Две основные фазы управления риском. Основы деления управления риском на фазы заложены в докладе «Оценка риска на уровне федерального правительства: управление процессом», подготовленным Национальным Научным Советом Национальной Академии наук США еще в 1983 г.

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
Принято делить этапы на две фазы.

В первой фазе поэтапный процесс состоит в определении опасности, оценке по схеме «доза — ответ», оценки воздействия, характеристике риска. Любая оценка риска начинается с идентификации опасности или определения проблемы.

После того, как идентифицированы опасности, следующий шаг — определение потенциальных поражений объектов окружающей среды; воздействие происходит, когда организм входит в контакт с опасностью, т. е. совместное появление по времени и месту (пространству) опасности и «рецептора» индивидуума. Другими словами, опасность представляет собой риск только если имеется такой контакт.

Целью оценки «доза — отклик» является определение взаимосвязи между степенью воздействия опасности и размером и вероятностью негативных последствий. В характеристике риска, результаты оценки воздействия и зависимости «доза — отклик» объединяются, давая возможность провести количественные оценки риска, а также связанные с ними неопределенности.

Данный шаг является «мостом» между оценкой риска и управлением риском. В анализе безопасности конечные результаты хорошо определены. Примерами таких результатов являются: смертность, число пострадавших и экономические потери.

Для анализа кратковременных воздействий причинно-следственные зависимости совершенно четкие, как в катастрофических авариях в Бхопале и Чернобыле и Фукусиме. Напротив, значительная неопределенность присуща анализу оценки риска здоровью из-за множественной причинности, видов заболеваний среди населения, длительного периода развития (латентности), где причинно-следственные зависимости выражены не столь явно.

Наиболее важной является вторая фаза, которая представляет собой собственно управление риском. Она делится на принятие решения о внедрении, осуществление мониторинга и оценки хода реализации программы и организацию наблюдения за состоянием системы.

Обеспечение безопасного жизненного цикла управления предприятием.

Большинство крупных аварий связано с одним или несколькими из следующих явлений:

- выбросом токсичных веществ;
- выбросом или сбросом горючих веществ, их разлитием, пожару или взрыву;
- неуправляемой химической реакцией.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Опасность хранения химических веществ возрастает при хранении их:

- *в значительных количествах;*
- *под давлением;*
- *при температуре выше точки кипения.*

Поэтому предотвращение аварий требует значительных усилий и финансовых затрат на всех этапах управленческого цикла. Средства, затраченные на обеспечение безопасности, уменьшают прибыль предприятия в краткосрочной перспективе и снижают конкурентоспособность его продукции. Направление деятельности по предотвращению аварий может осуществляться эффективно лишь на основе включения его в стратегию развития.

В худшем случае компания может потерять бизнес или будет вынуждена закрыть предприятие под давлением со стороны общественного мнения. Может быть подорвана репутация компании. Может потребоваться репрофилирование предприятия, что повлечет потерю выпуска продукции в течение переходного периода (может быть до нескольких лет), что в свою очередь, может привести к потере компанией своей доли на рынке.

В большинстве случаев, компании, где возникли крупные аварии, несут огромные финансовые потери и теряют репутацию.

Есть и иные соображения, повышающие важность разработки стратегии снижения риска аварийности. Персонал компании будет работать с большей заинтересованностью и продуктивностью, если будет видеть озабоченность администрации компании их безопасностью. Технология и оборудование, предназначенные для предотвращения крупных аварий, так же будут способствовать снижению числа мелких аварий и травм (приводящих к потере времени), и, тем самым, росту производства.

Таким образом, долгосрочные результаты разработки и внедрения стратегии предприятия по снижению риска аварий в конечном счете экономически состоятельны: они могут обеспечить как повышение устойчивости организации или ее наиболее уязвимых частей, так и долгосрочные экономические выгоды.

5.3. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ. ШИРОКИЙ КОНТЕКСТ

Как неоднократно отмечалось, риск в экологической сфере выражается в возможном причинении вреда здоровью человека или окружающей среде и появляется в результате незащищенности и существования потенциальной опасности вредных воздействий. Риск не существует, если

не зафиксирована подверженность объекта (субъекта) воздействию вредных веществ или вероятность наступления неблагоприятной ситуации равна нулю. Опасность определяется способностью конкретного вещества или ситуации спровоцировать появление нежелательных последствий определенного вида при определенных условиях. Отсюда следует, что **управление риском** есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации совокупности действий, направленных на снижение величины риска причинения вреда здоровью человека и окружающей среде.

Целью управления риском является поиск и принятие научно-обоснованных, экономически эффективных, интегрированных мер, призванных снизить или предотвратить риск возникновения опасных для здоровья человека ситуаций, а также риск потери качества компонентов природной среды с учетом социальных, культурных, этических, политических и правовых особенностей. Данное определение управления риском значительно шире традиционного, которое использовалось до настоящего времени и сводилось к рассмотрению процесса оценки альтернативных регулирующих действий и выбора оптимального среди них. В соответствии с новым подходом, перед традиционным определением альтернатив большое внимание уделяется идентификации проблемы и анализу всех связанных с ней рисков. За последнее время масштабы применения технологий управления риском и используемый инструментарий значительно расширились, выйдя за рамки только регулирующих решений, принимаемых федеральными, региональными и местными органами власти.

Это произошло в силу следующих причин:

1. В настоящее время во многих странах (США, Канаде, ряде стран Европейского Союза, Австралии и др.) государственные **риски-менеджеры** все чаще используют **добровольное** участие заинтересованных сторон в процессе управления риском, что является существенным дополнением к **обязательному** выполнению предписанных мер. Сегодня, когда перед обществом возникают все более сложные проблемы безопасности окружающей среды, ограниченности ресурсов и т. д., эта тенденция особенно важна.
2. Граждане играют все более важную роль в процессе управления риском, выводя его, тем самым, за пределы государственной арены на локальный уровень. Эта децентрализация возникла, частично, из осознания того факта, что процесс принятия решений становится более эффективным и действенным по мере вовлечения в него тех, на кого проблемы, связанные с риском возникновения неблагоприятных ситуаций, оказывают непосредственное воздействие (**«заинтересованные стороны»**).

Вернуться в каталог учебников

В области охраны окружающей среды, действующие законы и известные прецеденты зачастую определяют подходы к управлению риском, характеризующиеся концентрацией внимания на одном конкретном виде опасности (например, угроза раковых заболеваний или врожденные дефекты у людей), которое провоцируется отдельным химикатом или исходит из единственной среды (воздуха, воды или почвы).

Заклучения же о существующем риске (например, токсичности химикатов) основываются исключительно на наблюдениях за воздействиями высоких концентраций того или иного химического вещества на лабораторных животных или работников производств. И хотя этот метод внес свой вклад в прогресс последних десятилетий в области снижения угроз здоровью и безопасности человека и окружающей среды, он, однако, неадекватен для решения более сложных, комплексных проблем, с которыми специалисты сталкиваются в настоящее время.

За последние 25 лет был сделан огромный шаг вперед в деле улучшения качества окружающей среды и условий труда, обеспечения безопасности лекарственных средств, пищевых продуктов и других товаров массового потребления. Однако возросшие требования к обеспечению экологической безопасности на современном этапе потребовали поиска подходов к анализу и управлению рисками, альтернативных традиционному.

С этой целью еще в 1990 году Конгресс США, в качестве одной из поправок к Закону о контроле над загрязнением воздуха, принял решение о создании Комиссии по оценке и управлению рисками, основная задача которой была определена как: «тщательное наблюдение и контроль за исполнением решений, принятых на правительственном уровне, а также за рациональным применением методов оценки и управления рисками в ходе реализации различного рода регулирующих программ в рамках Федерального законодательства с целью предотвращения возможности появления случаев раковых или других хронических заболеваний у населения, что может быть спровоцировано воздействием опасных веществ». Согласно этому документу, в мае 1994 года такая Комиссия была создана.

Комиссией было организовано тщательное изучение полученных экологических данных и продемонстрирована необходимость модификации традиционных подходов к оценке и снижению рисков, которые использовались до настоящего времени и строились на основе обособленного рассмотрения угроз экологической безопасности, связанных с воздействием отдельных химических элементов на каждую природную среду (поверхностные и грунтовые воды, воздух и почву). Применение этих методов ограничивало область изучения предмета и фокусировало внимание специалистов на детализации математических оценок рисков, связанных

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

с воздействием единичных химических элементов и основанных на пред-варительных прогнозах, а не на необходимости достижения конечной цели в виде снижения степени риска и улучшения состояния здоровья населения. И хотя этот метод внес свой вклад в прогресс последних десятилетий в области снижения угроз здоровью и безопасности человека и окружающей среды, он, однако, недостаточно эффективен для решения более сложных, комплексных проблем, с которыми политики и ученые сталкиваются в настоящее время. Очевидно, что для поддержания и укрепления достигнутых за последние 25 лет успехов необходимо использование творческих подходов и интегрированных стратегий решения экологических проблем.

Для этого Комиссией была разработана Схема управления риском, которая представляет собой новое поколение разработанных методов и технологий, применяемых для защиты здоровья населения и окружающей среды от существующих угроз. Основываясь на традиционных принципах анализа и оценки экологически опасных ситуаций, Схема вносит новые важные аспекты в процесс управления риском. Рассмотрим ее подробнее.

Схема управления риском призвана помогать *риск менеджерам* всех категорий, будь то представители правительственных кругов, частного бизнеса или отдельные граждане, в процессе принятия адекватных и эффективных решений в области управления риском. Схема состоит из 6 последовательных шагов:

- 1) *идентификация проблемы и ее рассмотрение в контексте конкретной ситуации;*
- 2) *анализ риска, связанного с существованием данной проблемы в ее контексте;*
- 3) *тщательное изучение возможных подходов к решению проблемы и снижению степени существующей опасности;*
- 4) *принятие решения о реализации той или иной альтернативы;*
- 5) *реализация принятого решения;*
- 6) *оценка полученных результатов.*

Применение данного алгоритма осуществляется:

- с привлечением заинтересованных сторон;
- с повторением необходимых шагов (итераций) в случае появления новых данных, меняющих саму природу управления риском или ставящих под сомнение необходимость этого процесса.

Схема управления риском является достаточно универсальной, что обеспечивает возможность ее применения в самых разнообразных

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

ситуациях. При этом уровень прилагаемых *риск-менеджерами* усилий и объем вовлеченных ресурсов могут варьироваться в зависимости от важности проблемы, степени риска, экономических последствий наступления опасной ситуации, уровня противоречивости имеющейся информации и, наконец, от ресурсных ограничений.

Схема служит инструментом для принятия решений в области установления стандартов, контроля загрязнений, охраны здоровья и улучшения состояния окружающей среды. Положительные результаты ее использования были отмечены как на местном уровне (например, размещение мусоросжигательных установок или очистка мусорной свалки), так и в национальном масштабе (например, разработка национальной программы контроля выбросов моторных транспортных средств). Однако применение алгоритма может быть не оправдано в ситуациях, находящихся под постоянным контролем, или, напротив, в экстренных случаях, когда положительный исход зависит от скорости принятия решений (например, в работе спасательных команд, службы скорой помощи, пожарной охраны и т. д.).

Каждый шаг Схемы управления риском опирается на **три основных принципа**:

1-й принцип — Широкий контекст. Схема рассматривает проблемы здоровья человека и окружающей среды в контексте реального мира, а не упрощенных моделей, сфокусированных на оценке риска, связанного с воздействием отдельного химического элемента на ту или иную среду. Процесс изучения проблемы в рамках конкретной ситуации включает в себя оценку различных источников загрязнений и вредных воздействий, учет сопутствующих химических элементов, способных создать дополнительную угрозу безопасности, рассмотрение схожих рисков, а также определение вклада различных источников вредных воздействий в создание экологически опасной ситуации. Целью данного подхода является прогнозирование наиболее вероятных последствий принятых *риск-менеджерами* управленческих решений и помощь в направлении сил и ресурсов в те проблемные узлы, где их использование даст максимальные результаты.

2-й принцип — Участие заинтересованных сторон. Вовлеченность заинтересованных сторон (т. е. тех, кого непосредственно затрагивают существующие факторы опасности и выбранные альтернативы их устранения) является важнейшей составляющей на пути принятия и успешной реализации научно-обоснованных и экономически эффективных решений в области управления риском. Именно по этой причине в данной методике сделан особый акцент на присутствии заинтересованных сторон

Вернуться в каталог учебников

на всех этапах разработки и принятия управленческих решений; однако, это участие может быть ограничено принципом целесообразности.

3-й принцип — Итерирование (процесс последовательных приближений). Ценная информация может появиться на любой стадии процесса управления риском. Настоящая Схема позволяет неоднократно повторить любой шаг алгоритма при появлении новых данных, ставящих под сомнение сделанные ранее выводы, что обуславливает гибкость управленческого процесса.

Итак, преимущества использования Схемы управления риском очевидны.

Характеризуя Схему управления риском в целом, следует отметить, что Схема:

- 1) *представляет собой интегрированный, комплексный подход к решению проблем в области здоровья человека и окружающей среды в их взаимосвязи с другими факторами объективной реальности;*
- 2) *ориентирована на использование наиболее полных данных по оценке риска и экономическому анализу и предполагает, что принятое решение является в данной ситуации наилучшей из имеющихся альтернатив;*
- 3) *делает особое ударение на необходимости сотрудничества и взаимодействия с заинтересованными сторонами с тем, чтобы общественные ценности данного сообщества были учтены при разработке стратегий управления риском;*
- 4) *вырабатывает управленческие решения, которые имеют большие шансы на успех по сравнению с решениями, пренебрегающими участием заинтересованных сторон уже на ранних стадиях процесса;*
- 5) *использует любую новую информацию, вне зависимости от того, на какой стадии реализации алгоритма она появляется.*

Стадия «Проблема/Контекст», первая из шести стадий Схемы управления риском, является важнейшим этапом в процессе разработки решений по управлению риском. Она включает в себя:

1. *Идентификацию и характеристику существующей экологической проблемы (или потенциальной опасности), появление которой спровоцировано действием химических элементов или другими вредными воздействиями или опасными ситуациями.*
2. *Рассмотрение проблемы в контексте конкретной ситуации, связанной с угрозой состоянию здоровья человека и безопасности окружающей среды;*
3. *Постановку целей процесса управления риском;*

Вернуться в каталог учебников

4. *Наделение ответственных исполнителей (риск-менеджеров) полномочиями, дающими право предпринимать необходимые меры;*
5. *Вовлечение в процесс разработки решений заинтересованных сторон.*

Все из перечисленных пунктов равнозначны и равно важны, однако, порядок их следования при проработке конкретной ситуации может варьироваться в зависимости от внешних условий. Например, когда государственному или местному ответственному органу поручается решение той или иной проблемы, указанная последовательность реализации шагов сохранится, с той лишь разницей, что назначенные исполнители не нуждаются в определении широты их полномочий, а наделены всей необходимой полнотой власти *a priori*.

Напротив, если первые шаги, направленные на снижение уровня риска или полную ликвидацию воздействий опасного фактора, инициированы частным лицом или группой граждан, не являющихся профессиональными *риск-менеджерами*, процесс управления риском начнется с установления границ, в которых активисты (из числа представителей заинтересованных сторон) могут осуществлять свою деятельность и принимать решения. То, как была охарактеризована проблема, во многом определяет направление последующих действий и наиболее вероятный исход всего процесса управления риском.

Если изначально проблеме была дана слишком узкая или принципиально неверная оценка, то *риск-менеджеры* и заинтересованные стороны будут расходовать находящиеся у них в наличии ресурсы на реализацию принятых на ее основе решений, которые, однако, неадекватны, малоэффективны или слишком дорогостоящи в данной ситуации. Помимо прочего, реализация таких решений может привести к непредсказуемым последствиям. Поэтому, прежде чем приступать к реализации последующих шагов алгоритма принятия решений по управлению риском, очень важным моментом является рассмотрение каждой проблемы во всем многообразии ее взаимосвязей с другими факторами внешней среды.

5.4. КЛАССИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

В этом контексте основной акцент делается на сравнительном анализе преимуществ и критике недостатков классических парадигм принятия решений в условиях риска. Суть критики состоит в двух тезисах:

- 1) *практика показывает существенное и систематическое отличие человеческих решений, основанных на субъективных эвристиках,*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
от решений, предписываемых распространенными концепциями оптимальности и рационального выбора;

- 2) *рыночные механизмы несовершенны, рынок неэффективен, рыночное равновесие зависит от событий — рисков во внешней среде, риски не случайны и подчиняются определенной логике.*

Управление финансовыми ресурсами на открытых рынках приводит к возникновению различных видов риска. Поэтому проблема принятия эффективных управленческих решений в условиях риска занимает одно из центральных мест в современной теории и практике финансов.

Чаще всего «риск» в сфере экономики и финансов интерпретируется как «опасность потерь». Эта интерпретация, согласуясь с бытовыми представлениями о риске как о возможности наступления неблагоприятного события, приводящего к потерям, не решает вопроса об измерении риска. Еще более запутывают ситуацию определения риска вида: «Риск — это отношение инвестора к возможности заработать или потерять деньги». В таком определении риск становится величиной, которую нельзя измерить.

Начиная с 1990-х гг., с появлением концепции *Value-At-Risk*, риск начали определять через вероятность потерь. Соответственно, измерение риска было сведено к измерению размера потенциальных потерь. Поясним сказанное.

Приведем ряд примеров определений риска, встречающихся в литературе в несколько другой плоскости, чем это было представлено ранее и имеющими отношение к обсуждаемым вопросам. Согласно ряду авторов, риск — это:

- *«вероятность неблагоприятного исхода финансовой операции»;*
- *«вероятность потери активов и образования убытков»;*
- *«это вероятность возникновения потерь, убытков, не поступлений планируемых доходов, прибыли».*

Эти определения риска содержат в себе три ключевых компонента, рис. 5.1, которые неявно объединены в широко распространенном «бытовом» понимании риска.

Во-первых, риск связан с событиями — причинами, хотя это обычно опускают.

Во-вторых, события наступают или не наступают — т. е. они не достоверны, а лишь возможны (вероятны).

В-третьих, сами по себе события ни нежелательны, ни благоприятны — в каждом конкретном случае требуется оценка их последствий для пользователя управляемой системы, т. е. оценка качества состояний, в которые может попасть система в результате реализации риска.



Рис. 5.1. Компоненты риска — базовые элементы

Меры риска — это:

- 1) мера возможности риска и
- 2) мера нежелательности состояния, в которое попадает объект управления при реализации риска.

Независимо от уровня власти и принадлежности к тому или иному ведомству, общим пониманием проблемы является то, что задача управления риском тесно связана с понятием планирования.

В связи с этим напомним, что понятие план включает в себя такие утверждения как:

- а) намеченная на определенный период работа с указанием целей, содержания, объема, методов, способов исполнения, последовательности, сроков выполнения;
- б) замысел, предусматривающий определенный ход или развитие событий;
- в) способ рассмотрения чего-либо;
- г) определенный порядок, последовательность в чем-либо, например, в действиях, мероприятиях и т. д.

Довольно часто под планом понимается графическое схематическое изображение объекта или его частей, участков местности (карты) и т. д.

Из сказанного ясно, что определение плана многозначно. Планирование на основании сказанного можно определить так.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Под планированием понимается целенаправленный, организованный и непрерывный процесс выделения различных элементов и аспектов организации элементов процесса, определения их состояния и взаимодействия в данное время, прогнозирования их развития на некоторый период в будущем, а также составления и программирования набора действий и ресурсов для достижения желаемых результатов.

Представляется, что более прагматичным будет понимание плана соответственно тому, что обозначено во всех вышеприведенных пунктах а–г, не игнорируя того факта, что возможно и графическое изображение плана. Приведенные во многих изданиях блок-схемы, алгоритмы, карты риска и т. п. подтверждают сказанное. Тогда планирование следует понимать как составление (разработку) плана.

Выше мы привели наиболее распространенные точки зрения на проблему управления рисками применительно к различным сферам деятельности. Эти точки зрения отличаются в зависимости от поставленной задачи.

По одному из определений *«сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих на основе современных научных достижений в области риска, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений»*. Нетрудно видеть, что подобная формулировка носит общий характер и вряд ли может указать пути, двигаясь по которым мы сможем этим риском управлять.

Другое мнение содержится в утверждении, что *«управление риском есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации совокупности действий и мероприятий, направленных на снижение величины риска возникновения ЧС, причинения вреда здоровью человека и окружающей среде. Целью управления риском является поиск и принятие научно-обоснованных, экономически эффективных, интегрированных мер, призванных снизить, предотвратить или минимизировать риск с учетом социальных, культурных, этических, национальных, политических и правовых особенностей»*.

Второе определение процесса управления риском значительно шире традиционного, которое использовалось до настоящего времени и сводится к рассмотрению процесса оценки альтернативных регулирующих мероприятий или действий и выбора оптимального среди них.

Таким образом, задача управления риском требует выявления и предварительной проработки отдельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью. Важным этапом такой работы является определение числа этих основных элементов общей схемы,

их функционального назначения, связей между ними, как прямых, так и обратных и способов их построения.

Традиционно, во многих странах мира, в том числе в России и в США в последние десятилетия 20-го века процесс управления риском основывался на использовании командно-административных методов, которые зачастую требовали соблюдения природоохранных стандартов за счет применения специальных технологий, а непосредственно управление было сфокусировано на осуществлении контроля за отдельными источниками опасности и загрязнений и тем воздействием, которое они оказывают на человека и природу.

В качестве наиболее адекватных способов управления могут быть указаны следующие:

1-й способ. Управление как функция. В БСЭ, т. 27, С.99. сказано: «Управление — это элемент или функция организационных систем различной природы, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию программы, цели деятельности». В этом определении ключевым словом выступает слово «функция». Восприятие управления как функции — это классический пример «субъективного подхода». Субъективный подход изобрел Бернулли и область его применения достаточно обширна. Позже было показано, что субъективный подход довольно часто не работает, даже в экономике, для которой он был придуман.

2-й способ. Управление как процесс. Управление, понимаемое как процесс, — одна из наиболее распространенных точек зрения. В качестве примера приведем несколько определений.

1. «Управление риском есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации совокупности действий, направленных на снижение величины риска причинения вреда здоровью человека и окружающей среде».
2. «Сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих на основе современных научных достижений в области риска, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений».

Ниже мы рассмотрим некоторые новые способы управления риском, разрабатываемые в рамках системного подхода и контекста системного мышления.

5.5. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Любая экологическая проблема, будь то угроза безопасности окружающей среды или здоровья человека, может существовать в трех видах:

1. реальная,
2. потенциальная и
3. мнимая угроза.

В идеале, потенциальные угрозы должны быть спрогнозированы, рассмотрены и предотвращены на самых ранних стадиях их появления. В общем же случае, наличие проблемы может быть установлено при помощи различных индикаторов, а также различных методов, например:

- 1) *проведение постоянного контроля и ведение кадастра вредных выбросов; также ведение учета токсичных выбросов;*
- 2) *контроль за состоянием окружающей среды (экологический мониторинг); например, измерение концентраций вредных веществ, загрязняющих подземные воды;*
- 3) *биологический мониторинг; например, измерение уровня содержания свинца в крови детей, проживающих в данной местности, или количества больных анемией;*
- 4) *проведение тестов на токсичность различных веществ на лабораторных животных с целью выявления химических элементов, способных негативно воздействовать на состояние здоровья человека или окружающей среды;*
- 5) *проведение тестов на токсичность на контрольных представителях различных биологических видов, что позволит определить воздействие загрязнений на экосистемы;*
- 6) *контроль за уровнем заболеваемости; например, участвовавшие случаи заболевания астмой тяжелых форм, или значительное превышение общенациональных показателей заболеваемости раком или врожденных увечий в отдельной местности;*
- 7) *эпидемиологические исследования; например, наблюдения за условиями труда, вредными воздействиями на производстве и связанными с ними уровнями заболеваемости;*
- 8) *жесткое отслеживание соблюдения локальных и национальных экологических стандартов с тем, чтобы контролировать концентрации вредных веществ в воздухе, воде, почве или пище;*
- 9) *выдача разрешений на осуществление определенного вида деятельности (например, размещение промышленных предприятий, слив*

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
 сточных вод и т. д.), при неисполнении требований которых (равно как и при нарушении существующих стандартов) к нарушителям применяются санкции в установленном законом порядке;

- 10) проведение опросов общественного мнения среди местных жителей с целью выяснения их отношения к решениям, непосредственно затрагивающим их интересы, как-то: планируемое строительство муниципального предприятия по переработке твердых отходов в непосредственной близости от жилой зоны;
- 11) изучение докладов специалистов в области окружающей среды, способных привлечь внимание общественности к опасностям и риску, сопряженным с принятием окончательных решений на основе предварительной или неполной информации.

Охарактеризовать проблему, значит определить, что является ее источником и на кого или на что распространяется ее воздействие. Например, описание экологической проблемы включает в себя идентификацию загрязняющих агентов или других раздражителей (как, например, речной осадок), являющихся первопричиной опасной ситуации, установление источников загрязнений и, наконец, определение той части населения и/или той экологической ниши, безопасность которых и ставит под угрозу рассматриваемая проблема. В то время как идентификация проблемы может быть осуществлена одной из заинтересованных сторон (включая работников специализированных органов по управлению риском) независимо от других, последующее ее описание и проработка должны производиться при участии *всех* заинтересованных сторон.

Необходимым условием эффективного управления риском является понимание и дальнейшая проработка проблемы в контексте ее окружения. При этом необходимо учитывать следующее:

- Данные о вредных воздействиях, исходящих из множественных источников (**контекст множественных источников**). Подвержено ли население воздействию тех же вредных веществ, исходящих из других источников?
- Данные о вредных воздействиях, исходящих из каждой среды (**контекст множественных сред**). Является ли также какая-либо другая среда (вода, воздух, почва) источником рассматриваемых вредных воздействий?
- Данные о вредных воздействиях, производимых совокупностью химических элементов (**контекст множественности воздействующих веществ**). Производит ли рассматриваемый источник загрязнений выбросы других вредных веществ, угрожающих здоровью

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
и безопасности человека и окружающей среды, помимо тех, что уже привлекли к себе внимание специалистов? Взаимодействуют ли между собой эти вредные вещества? Обладают ли оказываемые воздействия кумулятивным эффектом (т. е. свойством накапливаться в организме человека или в природной среде)?

- Данные о вредных воздействиях, производимых в результате наступления иного рода опасных ситуаций и их последствий (**контекст множественных рисков**). Насколько велика опасность, исходящая из изучаемого источника, в сравнении с другими экологическими рисками в данной местности?

Многие существующие экологические проблемы не только имеют множественные источники возникновения, но и тесно сплетены с другими факторами опасности, создающими угрозу здоровью человека и окружающей среды. Это обуславливает необходимость учета контекста множественных рисков. Например, деградация бассейна реки обычно начинается под воздействием множества причин, как-то: вредные промышленные отходы, городские и сельскохозяйственные стоки, забор воды для обеспечения нужд домохозяйств и сельхозпредприятий, попадание в реку ядовитых веществ, содержащихся в атмосфере, в виде осадков и т. д. В подобных случаях *риск-менеджеры* должны рассматривать экологические проблемы в контексте множественных источников и множественных рисков, дабы выработать наиболее эффективные способы их разрешения.

Накапливаемый с годами исследований и экспериментов опыт ясно свидетельствует о том, что решения в области управления риском, принятые при непосредственном участии заинтересованных сторон, являются более эффективными и верными. Представители заинтересованных сторон вносят в процесс исследования и обсуждения возможных альтернатив решения так необходимые ученым данные, сведения, экспертные оценки, получить которые можно только находясь «внутри» рассматриваемой ситуации.

Более того, заинтересованные стороны с большим пониманием относятся и с большим желанием будут исполнять те решения, в разработке которых они принимали непосредственное участие. Это сотрудничество представляет особую ценность в плане выявления различных мнений и точек зрения на природу возникновения и значимость риска, дает возможность сократить расхождения во взглядах, понимании, восприятии существующей угрозы. Оно упрощает обмен информацией и идеями, позволяя совместно выработать оптимальное решение, снижающее степень грозящей опасности. Для того чтобы *риск-менеджеры* и предста-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

вители заинтересованных сторон могли принять верное и эффективное решение в области управления риском, им необходимо владеть всей полнотой информации о потенциальной угрозе, связанной с той или иной ситуацией, а также о вероятности трансформации этой угрозы в опасную ситуацию.

Как неоднократно отмечалось, процесс сбора, обработки и анализа полученных данных называется **оценкой риска**, а выводы, полученные в результате процесса оценки риска — **характеристикой риска**.

В данном контексте характеристика риска освещает следующие аспекты:

- Учитывая данные о потенциальной опасности, о вредных воздействиях в конкретной ситуации, ставит вопрос: какова природа и вероятность причинения вреда здоровью человека и окружающей среды?
- Кто (какие группы населения) может быть подвержен воздействию? Варьируется ли реакция на вредные воздействия по группам населения?
- Насколько опасными представляются ожидаемые воздействия и их побочные эффекты и последствия?
- Обратимы ли последствия этих воздействий?
- Какие научные доказательства приводятся в подтверждение сделанных выводов о степени риска? Насколько неопровержимы эти доказательства?
- Существенна ли неопределенность оценок природы и размеров опасности?
- Насколько расходятся экспертные оценки в определении природы опасной ситуации и вероятности ее наступления?
- Насколько уверены *риск-менеджеры* в своих прогнозах относительно наступления опасной ситуации?
- Какие еще источники могут вызывать риски и последствия, аналогичные рассматриваемым?
- Какова доля рассматриваемого источника в общей совокупности воздействия определенного рода опасных факторов на здоровье местных жителей и природной среды?
- Насколько велик этот риск по сравнению с другими угрозами, существующими в данном регионе?
- Оказывает ли изучаемый риск другие воздействия на данное сообщество помимо угрозы здоровью населения и окружающей среды (например, его социальные или культурные последствия)?

Степень детализации оценки риска, включенной в его характеристику зависит от важности проблемы, ее ожидаемого экономического, полити-

Вернуться в каталог учебников

ческого и социального эффекта, срочности, уровня противоречивости и затрат, требующихся на принятие превентивных мер. Грамотно составленная характеристика позволит *риск-менеджерам* принять эффективное, оптимальное в данной ситуации решение по управлению риском, а представителям заинтересованных сторон — осознать всю важность и значимость принимаемого решения.

Здесь следует особо отметить, что специалисты в области охраны окружающей среды, ответственные за принятие решений, должны тщательно взвешивать всю имеющуюся информацию, вне зависимости от степени ее достоверности, и осуществлять сравнительный анализ потребности в получении дополнительной информации или необходимости срочного принятия решения.

Иногда приходится принимать решение на основании *принципа предосторожности*. Однако, в любом случае, следует тщательно избегать возникновения ситуаций «паралича в результате анализа», при котором необходимость получения новой информации используется как отговорка или повод для непринятия решения или отсрочки его принятия на неопределенный период. Когда имеющейся информации достаточно для принятия решения или когда получение новых данных не произведет кардинальных изменений в целях и стратегиях процесса управления риском, не стоит откладывать (а тем более избегать) осуществление окончательного выбора альтернативы решения. Технология *определения ценности информации* может быть использована для определения перспективных шагов, которые следует предпринять в будущем.

Анализ альтернатив решений по управлению риском. Как правило, специалисты в области управления риском, имеют возможность выбора оптимальной в каждом конкретном случае альтернативы решения. На этой стадии реализации алгоритма управления риском, *риск-менеджеры* и ассистирующие им представители заинтересованных сторон рассматривают и обсуждают возможность и эффективность применения тех или иных мер. Иногда только некоторые варианты решений из всего многообразия альтернатив будут признаны специалистами целесообразными и приемлемыми. Однако наиболее вероятной является *комбинация* нескольких самых эффективных в данной ситуации мер по снижению степени угрозы или полному устранению опасности. Как только возможные альтернативы будущего решения выявлены и определены, наступает время оценить каждую из них как с точки зрения эффективности, целесообразности, затрат и потенциальных выгод, так и с учетом вероятных правовых, социальных, культурных и политических последствий принятия того или иного варианта. На этом анализе и будет построено

Вернуться в каталог учебников

оптимальное решение, разработанное применительно к конкретной ситуации. Ключевые вопросы стадии анализа могут быть сформулированы следующим образом:

- В чем заключаются ожидаемые преимущества (выигрышность) выбранного варианта решения?
- Каковы прогнозируемые затраты на его реализацию?
- Кто выигрывает от принятия данного конкретного решения, и на чьи плечи ложится покрытие расходов? Каким образом реализуются принципы объективности и *экологической справедливости*?
- Насколько целесообразно принятие и реализация выбранной альтернативы с точки зрения существующих ресурсных и временных ограничений, а также с учетом правовых, политических, законодательных и технологических лимитов?
- Существует ли вероятность того, что, наряду со снижением степени одних рисков, исполнение принятого решения повлечет за собой появление или толчок к развитию других?

В ходе анализа предложенных альтернатив решения следует обратить особое внимание на возможность возникновения неблагоприятных последствий как побочного эффекта реализации того или иного варианта. Одним из наиболее распространенных следствий такого рода является вероятность увеличения степени рисков, лежащих за рамками проводимого исследования, в то время как основные усилия *риск-менеджеров* направлены на снижение угрозы, исходящей от изучаемой проблемы. Побочные эффекты исполнения принятого решения могут проявиться также в культурной, этической, политической, социальной и экономической сферах, как-то, например, ухудшение экономической ситуации в регионе, проблема *экологической справедливости*, угроза сложившимся местным сообществам, взаимоотношениям между людьми, семьями, социальными группами. Поэтому соотношение выгод и потерь от принятия решения в области управления риском должно быть детально изучено и тщательно взвешено, прежде чем будет сделан окончательный выбор.

Оценка эффективности реализуемых мер по управлению риском.

Лишь немногие из решений в области управления экологическим риском были с легкостью и без осложнений выработаны, оценены и претворены в жизнь. Очевидны сложности, связанные, например, с оценкой наблюдений за изменениями количества случаев раковых заболеваний, так как развитие опухоли после непосредственного воздействия может потребовать нескольких лет. Напротив, другие эффекты экологических загрязнений идентифицировать значительно проще в виду того, что проявляются они быстрее — это, к примеру, врожденные дефекты, анемия

в результате попадания свинца в организм, или астма, вызываемая содержащимися в атмосфере оксидами серы. Зачастую, установить причинно-следственную связь между загрязнителем и проявлением отдельных эффектов достаточно сложно, и становится возможным только тогда, когда под воздействие вредных веществ попадает широкая группа населения, или когда они влекут за собой такие последствия, которые бросаются в глаза своей редкостью и характерными особенностями.

Еще одной проблемой, связанной с оценкой эффективности принимаемых мер, является тот факт, что большинство экологических рисков, угрожающих здоровью человека, слишком малы в сравнении с другими рисками, эффекты и последствия которых легко определимы, как то:

- *производственные травмы;*
- *дорожно-транспортные происшествия;*
- *детская смертность;*
- *общие уровни раковых заболеваний или появления врожденных дефектов.*

Поэтому, *риск-менеджеры* должны опираться на косвенные показатели, сигнализирующие о возможности снижения угроз здоровью находящихся под воздействием групп населения, такие как сокращение промышленных выбросов, уменьшение вредных воздействий, или постепенное численное убывание биологических признаков, свидетельствующих о подверженности загрязнению или об уже начавших проявляться эффектах экологической угрозы. На том этапе развития, на котором находится в настоящее время область научных исследований, разрабатывающая методологию применения мер по управлению риском и оценки полученных результатов, еще слишком рано говорить о каких-либо серьезных достижениях и успехах. В частности, в тщательной проработке нуждаются следующие аспекты:

- 1) *изучение взаимосвязанности вредных воздействий и тех последствий, которые они вызывают при попадании в организм человека или окружающую среду;*
- 2) *установление региональных различий в доминировании той или иной болезни как реакции организма на загрязнения окружающей среды, а также тенденций развития ситуации (увеличение или снижение количества случаев проявления эффектов вредных воздействий) и опасных факторов;*
- 3) *создание надежной базы данных, объединяющей в единое целое все имеющиеся сведения и позволяющей, например, получить информацию об уровнях заболеваний различного рода с указанием конкретных экологических причин, их вызывающих;*

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- 4) выявление наиболее важных экологических причин, вызывающих необратимые изменения в организме человека и ответственных за возникновение серьезных заболеваний.

Описанная методология оценки безопасности и опасности на основе анализа риска за последние 20 лет нашла широкое распространение во многих развитых странах мира. Больше всего эта методология применяется в области безопасности окружающей среды, в частности, безопасности человека, природы, промышленных объектов и т. д., но с каждым годом анализ риска все чаще применяется в экономике, политике, социологии и т. д.

Необходимо иметь в виду, что *опасность (угроза)* — это свойство, характеристика источника воздействия или среды обитания (нахождения), а *безопасность* — характеристика охраняемого объекта. То есть это две *относительно независимые категории*, допускающие принципиальное существование *высокого уровня безопасности при высоком уровне опасности*.

Методология управления безопасностью окружающей среды на основе анализа риска предполагает соблюдения следующих требований:

- ♦ **во-первых**, оценку всей совокупности рисков, действующих в обществе до принятия соответствующего решения и после того;
- ♦ **во-вторых**, анализ затрат на реализацию данного решения;
- ♦ **в-третьих**, анализ выгод от принятия данного решения — не только экономических (а чаще только финансовых), но и социальных, политических, экологических и прочих.

Таким образом, методология анализа риска позволяет выбрать *стратегию управления риском* при принятии решения, исходя из *соблюдения баланса затрат (ущербов), выгод и рисков*.

Принципиальным отличием данной методологии от традиционной является то, что она рассматривает безопасность не как гуманитарную науку, а как междисциплинарное научное направление, которое требует точного количественного подхода, как к оценке безопасности, так и к оценке опасности. Ресурсы общества всегда будут ограничены, и в этом случае для обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от угроз *уровень безопасности* должен быть *адекватен степени угрозы*, а это потребует точной оценки, как уровня безопасности, так и степени угрозы.

Методология безопасности на основе анализа риска определяет следующую последовательность действий:

- 1) сформулировать *цели безопасности* и *критерии*, необходимые для *оценки степени*, с которой эти цели достигаются.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

- 2) установить «**шкалу**» для количественного измерения **уровня безопасности**. **Единицы измерения** этой «**шкалы**» отличаются от единиц на «**шкале**» измерения угроз. Уровень безопасности окружающей среды определяется, в частности, уровнями состояния здоровья человека и состоянием природной среды. Соответственно, в качестве **единиц измерения безопасности** окружающей среды могут быть использованы показатели, определяющие **здоровье человека и качество природной среды**. Безопасность и опасность — это взаимосвязанные, но самостоятельные категории, характеризующие общественное развитие. Определяя понятие безопасности, важно не отождествлять **безопасность человека и человеческое развитие**. Поскольку **человеческое развитие** — это более широкое понятие, определенное в «Отчете о развитии человека» Программы развития ООН за 1993 год, как **процесс увеличения возможностей выбора для людей**.

*Безопасность человека означает, что люди могут делать свой выбор свободно и безопасно, будучи при этом в относительной уверенности, что те возможности, которыми они обладают сегодня, не будут ими полностью утрачены завтра. Между **человеческим развитием и безопасностью человека** существует взаимосвязь: **прогресс в одной области расширяет возможности для прогресса другой. Однако и провал в одной из областей также повышает риск провала в другой.***

Таким образом, необходимо:

- 1) установить «**шкалу**» для измерения **угроз опасных факторов** от различных **видов опасности**: от опасностей возможных аварий на промышленных предприятиях до угроз природных катастроф. Эта шкала должна обеспечить возможность измерения, оценки и сравнения таких разнородных опасных факторов как экологические, экономические, техногенные, военные и другие.
- 2) разработать методологию, которая позволила бы установить тот уровень угрозы, который является **чрезмерным**, уровень угрозы, который **приемлем** для человека и природной среды, и уровень угрозы, которым можно **пренебречь** при управлении безопасностью и риском. Чрезмерный, приемлемый и пренебрежимый уровни риска должны быть закреплены законодательно.
- 3) разработать **методы управления безопасностью**, включающие совокупность законодательных, административных и инженерных мер, реализация которых позволила бы построить **систему защиты от чрезмерного уровня угрозы**.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

5.6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО И СТАНДАРТЫ — ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

Управление экологическими рисками может реализовываться путем разработки и применения нормативно-правовых актов, в которых устанавливается эколого-правовая ответственность.

В России (точнее, в бывшем СССР) понятие эколого-правовой ответственности впервые было сформулировано в Законе РСФСР:

«О предприятиях и предпринимательской деятельности», в котором предусматривалось возмещение ущерба от загрязнения и нерационального использования природной среды. Затем это положение было развито в специальном Законе РСФСР «Об охране окружающей природной среды», где, в частности, устанавливались три типа ущерба, подлежащего компенсации:

- *ущерб, причиненный окружающей природной среде источником повышенной опасности;*
- *ущерб, причиненный здоровью граждан неблагоприятным воздействием на окружающую природную среду;*
- *ущерб, причиненный имуществу граждан.*

Принятый позже в 1997 г. Закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» предусматривает, что предприятие, являющееся источником повышенной опасности, обязано обеспечить меры по защите населения и окружающей среды от опасных воздействий. В этом законе также вводится порядок лицензирования опасных производств и рассматриваются возможности отзыва или приостановления лицензии в случае невыполнения требований промышленной безопасности или несоответствия принятым нормативам. Кроме того, в этом законе впервые в России было введено обязательное экологическое страхование, представляющее собой страхование ответственности за причинение вреда (например, аварийного загрязнения окружающей среды) при эксплуатации опасного производственного объекта.

Минимальный объем страховой ответственности предприятий определяется в зависимости от уровня опасности производства. Законом определено, что для наиболее опасных производственных объектов размер страховой суммы не может быть ниже 70 000 минимальных размеров оплаты труда (МРОТ), установленных законодательством Российской Федерации на день заключения договора о страховании. Экологическое страхование следует считать важной составной частью механизма управления экологическими рисками.

Управление экологическими рисками непосредственно связано с *экологическим менеджментом*. Понятие «система экологического менеджмента» впервые было определено и введено в специальном стандарте Великобритании BS 7750 (Environmental Management Systems) в 1992 г. Через несколько лет появились международные стандарты, устанавливавшие рекомендации по управлению качеством среды обитания, они составили так называемую серию ИСО 14000.

Серия ISO 14000 включает в себя следующие стандарты:

- ISO 14001 — Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.
- ISO 14004 — Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования.
- ISO 14010 — Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы.
- ISO 14011 — Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита для систем управления окружающей средой.
- ISO 14012 — Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.
- ISO 14020 — Экологические термины и формулировки. Основные принципы.
- ISO 14030 — Управление окружающей средой. Оценивание состояния экосистем. Проект руководящих указаний.
- ISO 14040 — Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла (продукции). Принципы и сфера применения.
- ISO 14041 — Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла (продукции). Определение цели и аспектов инвентаризационного анализа.
- ISO 14050 — Управление окружающей средой. Словарь терминов.

В стандартах серии ISO 14000 содержатся важные определения и основополагающие положения, например:

Экологическая цель — общая экологически значимая цель деятельности организации, установленная ее экологической политикой; степень достижения цели оценивается в тех случаях, когда это практически возможно (ISO 14001).

Экологическая задача (задача экологической деятельности) — детальное требование в отношении экологических показателей деятельности организации в целом или ее подразделений, которое следует из ус-

тановленной экологической цели деятельности организации и подлежит выполнению в порядке достижения этой цели (ISO 14001).

Организация должна установить процедуру *идентификации экологических аспектов* и выполнять ее в отношении всех видов деятельности, продукции и услуг, в отношении которых она может осуществлять контроль и на которые она может оказывать влияние. Указанные процедуры необходимы для того, чтобы определить те наиболее значимые экологические аспекты деятельности, продукции или услуг, которые могут оказывать значительное воздействие на окружающую среду. Организация обязана обеспечить, чтобы все значимые экологические аспекты (то есть те, с которыми связано вероятное значительное воздействие на окружающую среду) были учтены при постановке экологических целей. Эта информация должна быть актуальной (отражать реальную ситуацию) и постоянно обновляться.

Организация должна разрабатывать, внедрять и развивать *программу (программы) экологического менеджмента* для достижения экологических целей и решения задач. Программы включают в себя распределение ответственности за достижение целей и решение задач на всех уровнях организации, а также необходимые средства и периоды времени, в течение которых цели должны быть достигнуты (ISO 14001, 4.3.4).

Программы экологического менеджмента помогают организации улучшить экологические показатели ее деятельности. Они должны быть динамичными; регулярно пересматриваться и отражать изменение целей и задач организации (ISO 14004, 4.2.6).

Система экологического менеджмента — часть общей системы менеджмента, включающая организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов реализации и совершенствования экологической политики, целей и задач.

Последовательное улучшение — процесс развития системы экологического менеджмента, направленный на достижение лучших показателей во всех экологических аспектах деятельности предприятия, — там, где это практически достижимо в соответствии с его экологической политикой.

Серия стандартов ISO 14000 содержит перечень рекомендуемых процедур, планирование и выполнение которых данной организацией или предприятием должно обеспечить экологическую безопасность. В этот перечень входят следующие мероприятия:

- выявление экологических аспектов деятельности предприятия;

Вернуться в каталог учебников

- идентификация законодательных и нормативных актов, а также других документов, определяющих экологические требования к деятельности предприятия, и обеспечение доступа к ним;
- обучение персонала;
- обмен информацией (коммуникации);
- создание системы собственных документов экологического менеджмента и обеспечение контроля за ней;
- контроль за соблюдением экологических требований на рабочих местах (производственный экологический контроль);
- прогнозирование потенциальных аварийных ситуаций и определение необходимых действий персонала в этих ситуациях ; мониторинг и измерение экологических показателей деятельности предприятия;
- оценка соответствия фактических экологических показателей установленным требованиям;
- определение прав и обязанностей лиц, участвующих в экологическом менеджменте, и их ответственности при выявлении несоответствий экологических показателей установленным требованиям и нормативам;
- проведение аудитов системы экологического менеджмента.

Стандарты серии ISO 14000 послужили основой стандартов в области экологического менеджмента, принятых в Российской Федерации:

- *ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.*
- *ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования.*
- *ГОСТ Р ИСО 14010-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы.*
- *ГОСТ Р ИСО 14011-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита для систем управления окружающей средой.*
- *ГОСТ Р ИСО 14012-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.*

5.7. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПО МЕТОДИКЕ PMI И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РОССИИ

Американский Институт управления проектами (PMI), разрабатывающий и публикующий стандарты в области управления проектами, значительно переработал разделы, регламентирующие процедуры управ-

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

ления рисками. В новой версии РМІ описаны шесть процедур, являющихся этапами процесса управления рисками.

Согласно подходу РМІ **управление рисками** — это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных событий. Процесс управления рисками проекта обычно включает выполнение следующих процедур.

1. *Планирование управления рисками* — выбор подходов и планирование деятельности по управлению рисками проекта.
2. *Идентификация рисков* — определение рисков, способных повлиять на проект, и документирование их характеристик.
3. *Качественная оценка рисков* — качественный анализ рисков и условий их возникновения с целью определения их влияния на успех проекта.
4. *Количественная оценка* — количественный анализ вероятности возникновения и влияния последствий рисков на проект.
5. *Планирование реагирования на риски* — определение процедур и методов по ослаблению отрицательных последствий рискованных событий и использованию возможных преимуществ.
6. *Мониторинг и контроль рисков* — мониторинг рисков, определение остающихся рисков, выполнение плана управления рисками проекта и оценка эффективности действий по минимизации рисков.

Все эти процедуры взаимодействуют друг с другом, а также с другими процедурами. Каждая процедура выполняется, по крайней мере, один раз в каждом проекте. Несмотря на то, что процедуры, представленные здесь, рассматриваются как дискретные элементы с четко определенными характеристиками, на практике они могут частично совпадать и взаимодействовать.

1. Планирование управления рисками. *Планирование управления рисками* — процесс принятия решений по применению и планированию управления рисками для конкретного проекта. Этот процесс может включать в себя решения по организации, кадровому обеспечению процедур управления рисками проекта, выбор предпочтительной методологии, источников данных для идентификации риска, временной интервал для анализа ситуации. Важно спланировать управление рисками, адекватное как уровню и типу риска, так и важности проекта для организации. Табл. 5.1 отражает семь шагов этой процедуры.

Планирование управления рисками

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План проекта	Организация встреч и совещаний	Методология
2. Опыт и практика управления рисками		Роли и ответственности
3. Распределение ролей и ответственности		Регламент (сроки)
4. Восприятие рисков менеджерами		Методики оценки и расчета
5. Доступность системы и данных		Пороговый уровень рисков
6. Шаблоны корпоративного плана управления рисками		Форматы отчетов
7. Принципы учета и документирование		

2. Идентификация рисков. *Идентификация рисков* определяет, какие риски способны повлиять на проект, и документирует характеристики этих рисков. Идентификация рисков не будет эффективной, если она не будет проводиться регулярно на протяжении реализации проекта.

Идентификация рисков должна привлекать как можно больше участников: менеджеров проекта, заказчиков, пользователей, независимых специалистов.

Идентификация рисков — итерационный процесс. Вначале идентификация рисков может быть выполнена частью менеджеров проекта или группой аналитиков рисков. Далее идентификацией может заниматься основная группа менеджеров проекта. Для формирования объективной оценки в завершающей стадии процесса могут участвовать независимые специалисты. Возможное реагирование может быть определено в течение процесса идентификации рисков.

В табл. 5.2 прописан комплекс действий по реализации идентификации.

3. Качественная оценка рисков. *Качественная оценка рисков* — процесс представления качественного анализа идентификации рисков и определения рисков, требующих быстрого реагирования. Такая оценка рисков определяет степень важности риска и выбирает способ реагирования. Доступность сопровождающей информации помогает легче расставить

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

приоритеты для разных категорий рисков. Качественная оценка рисков это оценка условий возникновения рисков и определение их воздействия на проект стандартными методами и средствами. Использование этих средств помогает частично избежать неопределенности, которые часто встречаются в проекте. В течение жизненного цикла проекта должна происходить постоянная переоценка рисков. Табл. 5.3 подсказывает риск-менеджерам предпринимаемые шаги по качественной оценке рисков.

Таблица 5.2

Идентификация рисков

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План управления рисками	Обзор документации	Список рисков или условий возникновения рисков
2. Выходы других процессов планирования	Средства сбора информации	Признаки рисков
3. Классификаторы рисков	Контрольные таблицы	Входы и другие процессы
4. Накопленный опыт	Анализ сильных и слабых сторон проекта, возможностей и угроз	
	Анализ предположений	
	Диаграммы	

Таблица 5.3

Качественная оценка рисков

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План управления рисками	Методика оценки вероятности возникновения и влияния рисков	Обобщенная оценка рисков проекта
2. Идентифицированные риски	Матрица показателей рисков	Список рисков по приоритетам
3. Состояние проекта	Оценка тенденций рисков	Список рисков, требующих дополнительного анализа
4. Тип проекта	Проверка предположений о проекте	
5. Оценка надежности и точности исходных данных	Методы оценки данных, исходя из требований к ним	
6. Шкалы для оценки вероятности возникновения и влияния рисков		

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

4. Количественная оценка рисков. *Количественная оценка рисков*

определяет вероятность возникновения рисков и влияние последствий рисков на проект, что помогает группе управления проектами верно принимать решения и избегать неопределенностей. Количественная оценка рисков позволяет определять:

- *вероятность достижения конечной цели проекта;*
- *степень воздействия риска на проект и объемы непредвиденных затрат и материалов, которые могут понадобиться;*
- *риски, требующие скорейшего реагирования и большего внимания, а также влияние их последствий на проект;*
- *фактические затраты, предполагаемые сроки окончания.*

Количественная оценка рисков часто сопровождается качественную оценку и также требует процесс идентификации рисков. Количественная и качественная оценка рисков могут использоваться по отдельности или вместе, в зависимости от располагаемого времени и бюджета, необходимости в количественной или качественной оценке рисков.

Табл. 5.4 рекомендует набор шагов, помогающих количественно оценивать риски, попавшие в список приоритетных

Таблица 5.4

Количественная оценка рисков

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План управления рисками	Интервью	Список приоритетных рисков с оценками
2. Список рисков, сгруппированных по приоритетам и условиям	Анализ чувствительности	Вероятностные параметры проекта
3. Предыдущий опыт	Анализ решений	Вероятность невыполнения плановых сроков и бюджета
4. Экспертная оценка		Оценка необходимых резервов
5. Выходы других процессов		

5. Планирование реагирования на риски. *Планирование реагирования на риски* это разработка методов и технологий снижения отрицательного воздействия рисков на проект. Берет на себя ответственность за эффективность защиты проекта от воздействия на него рисков. Планирование включает в себя идентификацию и распределение каждого риска

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
по категориям. Эффективность разработки реагирования прямо определит, будут ли последствия воздействие риска на проект положительными или отрицательными

Стратегия планирования реагирования должна соответствовать типам рисков, рентабельности ресурсов и временным параметрам. Вопросы, обсуждаемые во время встреч, должны быть адекватны задачам на каждой стадии проекта, и согласованы со всеми членами группы по управлению проектом. Обычно требуются несколько вариантов стратегий реагирования на риски. Табл. 5.5 — это по сути дела план действий риск-менеджера.

Т а б л и ц а 5.5

Планирование реагирования на риски

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План управления рисками	Избежание рисков	План реагирования
2. Список приоритетов рисков	Передача рисков	Оставшиеся риски
3. Возможные способы реагирования	Минимизация рисков	Вторичные риски
4. Пороговый уровень рисков	Принятие рисков	Условия контрактов, оговаривающих ответственность за риск
5. Ответственные за риски		Входы и другие процессы
6. Общие возможности реагирования		

6. Мониторинг и контроль. *Мониторинг и контроль* следят за идентификацией рисков, определяют остаточные риски, обеспечивают выполнение плана рисков и оценивают его эффективность с учетом понижения риска. Показатели рисков, связанные с осуществлением условий выполнения плана фиксируются. Мониторинг и контроль сопровождает процесс внедрения проекта в жизнь.

Качественный контроль выполнения проекта предоставляет информацию, помогающую принимать эффективные решения для предотвращения возникновения рисков. Для предоставления полной информации о выполнении проекта необходимо взаимодействие между всеми менеджерами проекта. Успешное управление рисками не может быть осуществлено без соответствующего мониторинга и контроля за этим процессом (табл. 5.6).

Мониторинг и контроль

Входы	Методы и средства	Выходы
1. План управления рисками	Контрольные таблицы	Переработанные планы реагирования на риски
2. План реагирования	Периодический обзор рисков	Корректирующие действия
3. План коммуникаций проекта	Анализ проекта по фактической выработке	Требования на изменения
4. Дополнительная идентификация и анализ рисков	Дополнительное планирования реагирования	Обновление плана реагирования на риски
5. Аудит риска	Независимый анализ риска	Стандартные отчеты по управлению рисками

Целью мониторинга и контроля является внесение ясности в следующие позиции:

- система реагирования на риски внедрена в соответствии с планом;
- реагирование достаточно эффективно или необходимы изменения;
- риски изменились по сравнению с предыдущим значением;
- наступление влияния рисков;
- необходимые меры приняты;
- воздействие рисков оказалось запланированным или явилось случайным результатом.

Контроль может повлечь за собой выбор альтернативных стратегий, принятие корректив, перепланировку проекта для достижения базового плана. Между менеджерами проекта и группой риска должно быть постоянное взаимодействие, должны фиксироваться все изменения и явления. Отчеты по выполнению проекта должны формироваться регулярно.

5.8. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РИСКОМ

Продолжим обсуждение темы управления рисками и рассмотрим эту проблему в несколько ином аспекте. Ниже изложенное перекликается со сказанным выше, тем не менее, этот текст выделен в отдельный параграф, так как он представляет еще одну точку зрения в методическом плане.

Под системным подходом в данном контексте понимается управление риском с помощью системы управления. Такой системой может быть, в том числе, отдельно взятый человек. Системой управления может также

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

быть группа лиц, принимающих решение, системы власти соответствующего уровня и ответственности, организационные структуры и специально созданные органы.

Возможность и целесообразность создания в этом контексте таких схем управления риском многими исследователями ставится под сомнение. Их аргументы понятны. Вряд ли можно выявить и идентифицировать все источники опасности и установить все значимые внутренние и внешние связи. Очень трудно расставить приоритеты. А если этого не сделать, то говорить о риске некорректно. И тогда просто неясно, чем надо управлять. Но это вовсе не значит, что не надо пытаться сформулировать некоторые исходные положения, с помощью которых мы можем надеяться на решение поставленной задачи.

Как же может выглядеть такая схема, и каким требованиям она должна отвечать? Эта схема должна быть достаточно проста и понятна, она не должна быть громоздкой, так как сложность и громоздкость приведут к потере ее работоспособности. Схема должна быть гибкой, чтобы обеспечить универсальность управления, позволяющую применять ее в самых разнообразных ситуациях. Такая схема должна содержать возможность применения широкого спектра мероприятий, видов и объемов привлекаемых средств и ресурсов. Последние могут варьироваться в зависимости от степени важности проблемы и возможных экономических последствий наступления опасной ситуации. Потребуем также, чтобы эта схема была согласована с системами принятия решений в соответствии с уровнем их ответственности. Возможно рассмотрение схемы в качестве своего рода инструкции или методических рекомендаций для риск-менеджеров.

Представим схему в виде ряда последовательных шагов:

- 1) *целеполагание, то есть четкая формулировка цели в контексте конкретной ситуации и конкретного объекта;*
- 2) *анализ и идентификация компонентов риска, связанных с существованием данной проблемы;*
- 3) *исследование возможных методов и подходов по снижению уровня существующей и потенциальной опасности;*
- 4) *планирование мероприятий и принятия решения о реализации того или иного мероприятия;*
- 5) *первая итерация реализации принятого решения;*
- 6) *осмысление и оценка полученных результатов, принятие решения о целесообразности повтора применения спланированных мероприятий.*

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Эти шесть шагов можно рассматривать как своего рода программу, к которой необходимо добавить два важных момента:

- 1) возможность привлечения заинтересованных сторон;
- 2) возможность повторения необходимых шагов в случае появления новых данных, меняющих саму схему управления риском или ставящих под сомнение процесс управления в целом.

Сам процесс исследования проблемы в рамках конкретной ситуации включает в себя оценку различных источников опасности, способных создать дополнительную угрозу безопасности, рассмотрение схожих рисков, а также экспертное определение вклада (весовых множителей) различных источников в создание опасной ситуации. В качестве конечной цели сформулированного подхода можно назвать создание модели, на основе которой будет:

- 1) *возможен краткосрочный прогноз наиболее вероятных последствий принятых управленческих решений;*
- 2) *оказание помощи в направлении сил и ресурсов в ту область, где их использование могут дать заметные результаты.*

Участие заинтересованных сторон (т. е. тех, кого непосредственно затрагивают существующие проблемы, факторы опасности и выбранные альтернативы их устранения) также является важной составляющей на пути принятия и успешной реализации научно-обоснованных и экономически эффективных решений в области управления экологическим риском.

Однако надо понимать, что каждый из представленных шагов, представляет собой довольно сложную структурную и смысловую конструкцию, и каждый шаг, в свою очередь, может включать в себя множество элементов. Оценивая сказанное, можно сделать вывод, что для эффективного проведения оценки уровня риска с целью дальнейшего управления им, необходимо применить системный подход, смысл которого (в одном из нескольких возможных вариантов) изображен графически на рис. 5.2.

Другой вариант системного подхода может иметь вид, представленный схематически на рис. 5.3.

В какой-то степени возможно уменьшение вероятности ошибок, если в процесс управления рисками в условиях их множественности включить, как необходимый элемент, итерирование (метод последовательных приближений).

Итерирование необходимо, потому что новая ценная информация может появиться на любой стадии процесса управления рисками. Представленная выше возможная схема управления риском позволяет неоднократно повторить любой шаг программы (алгоритма) при появ-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
 лении новых данных, ставящих под сомнение сделанные ранее выводы, что обуславливает гибкость управленческого процесса и открывает возможность рассматривать каждую конкретную ситуацию в широком контексте ее окружения.

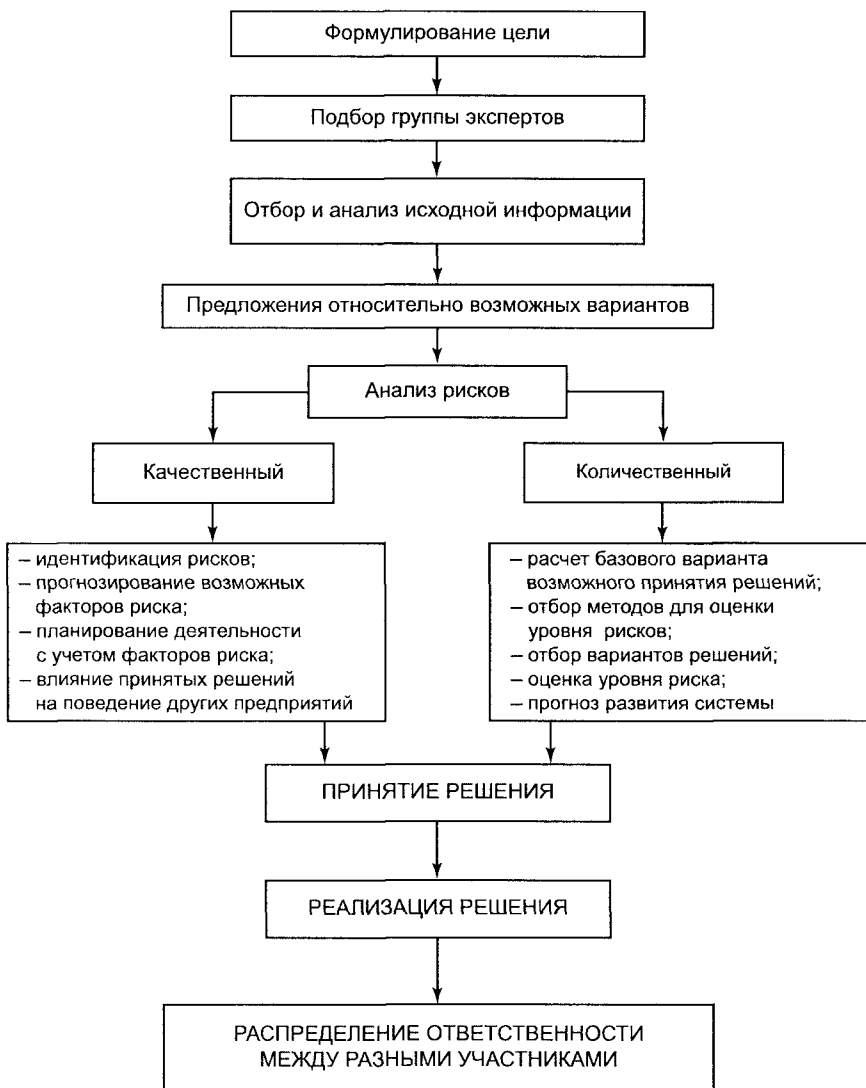


Рис. 5.2. Одна из возможных моделей системного подхода к анализу и управлению риском



Рис. 5.3. Вариант системного подхода как предварительный этап на пути решения задачи управления риском

Таким образом, одним из необходимых условий эффективного управления риском является понимание и дальнейшая проработка проблемы в контексте ее окружения с учетом итерации. При этом надо учитывать следующие данные:

- 1) *Данные из множественных источников (модель множественных источников). Подвержены ли объект и население воздействию одних и тех же факторов, или имеются и другие, исходящие из других источников?*
- 2) *Данные об опасностях, исходящих от объектов, которые создал человек (модель множественных компонентов). Может ли строительство технических сооружений привести к возникновению новых опасных явлений и процессов?*
- 3) *Данные о вредных воздействиях объекта на окружающую среду и человека, производимых совокупностью источников опасности (модель множественности воздействующих источников). Взаимодействуют ли эти источники между собой? Обладают ли оказываемые воздействия кумулятивным эффектом?*
- 4) *Данные о воздействиях, производимых в результате наступления иного рода опасных ситуаций и их последствий (модель множественных рисков). Насколько велика опасность, исходящая из конкретного объекта в сравнении с другими рисками?*

Представляется, что такой взгляд на проблему управления рисками в условиях их множественности, позволит понизить неопределенность в процессе принятия решений и уменьшить число ошибок в оценке уровня риска.

5.9. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ В НОВОМ КОНТЕКСТЕ

Новый контекст рассматривается как область знания, содержащая набор методов, способов и приемов, а также идей и представлений, объединенных в понятие «системный подход» в новой интерпретации. Появление этой новой интерпретации связано с тем, что настоящим шоком для науки XX века стал тот факт, что систему нельзя понять с помощью системного анализа. Свойства отдельных частей системы не являются их внутренними свойствами, но могут быть осмыслены лишь в контексте более крупного целого. Это означает, что изменилось представление о взаимоотношениях части и целого, а значит, и наше понимание того, что такое системный подход. Новое понимание означает, что при системном подходе свойства частей могут быть выведены только из организации целого.

Системное мышление. Системное мышление контекстуально и является собой противоположность аналитическому мышлению. Анализ означает отделение чего-либо для того, чтобы понять его. Системное мышление означает помещение чего-либо в более обширный контекст целого.

Согласно системному мышлению новые свойства системы как целого возникают вследствие взаимосвязи и взаимодействия между его частями. Эти свойства нарушаются и даже могут исчезнуть, если система рассекается на изолированные элементы. Всегда надо помнить, что природа целого отличается от природы его частей. Возникновение и развитие системного мышления стало важной вехой в развитии науки.

Системный подход с не традиционной точки зрения. Важнейшей концепцией системного подхода в новом толковании является понимание конфигурации взаимоотношений в системе. Можно сказать и иначе. Конфигурация взаимоотношений — это паттерн организации системы. Или, паттерн — это форма системы в смысле включения качества, то есть свойств системы в целом. Отношения связано со структурой, а структуры, рассматриваемые изнутри — это отношения. Отношение — это то, что связывает объект в целом. Это очень важный момент, так как в традиционном системном подходе, использующем модель структуры системы, структура включает количества (например, энергии, массы и информации).

Вернуться в каталог учебников

Вторым важным моментом системного подхода является понятие организованной сложности. На каждом уровне сложности наблюдаемые явления обладают свойствами, которые не существуют на более низких уровнях. В силу сказанного в системном подходе в новом контексте должны задаваться пороговые уровни сложности, которые на данный момент мы в состоянии понять и описать.

Управление как отношения. Выше мы рассмотрели управление как функцию и как процесс. Эти точки зрения отличаются в зависимости от поставленной задачи. Подходы к ее решению также многообразны.

Сейчас можно подойти к проблеме управления как к отношениям между управляемой и управляющей системами, так как системный подход в новом толковании означает, что обе эти системы входят в состав системы более высокого уровня сложности. Отношения — это проявления взаимосвязи феноменов. Выделяют отношения:

1. *пространственные, временные;*
2. *причинно-следственные (локальные);*
3. *беспричинные (нелокальные);*
4. *внешние;*
5. *внутренние;*
6. *логические;*
7. *существенные;*
8. *целого и части;*
9. *особенного и общего.*

Отношения выступают как признаки, принадлежащие нескольким объектам, входящим в состав системы.

В соответствии с новым подходом, перед традиционным определением альтернатив, большое внимание уделяется идентификации проблемы в целом и анализу всех связанных с ней рисков. Таким образом, задача управления риском требует выявления и предварительной проработки отдельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью, стоящей перед системой более высокого уровня сложности.

Сделать это можно в рамках так называемого **информационного управления**. Под информационным управлением понимается механизм, когда управляющее воздействие носит неявный, косвенный, информационный характер, и объекту управления дается определенная информационная картина, ориентируясь на которую, он самостоятельно выбирает линию своего поведения.

Информационное управление существует очень давно, но оставалось в тени долгое время, не только потому, что его роль была незначительной по сравнению с другими методами управления, но и потому, что инфор-

мационные технологии были весьма несовершенны. Положение резко изменилось с появлением и массовым внедрением в повседневную жизнь новейших компьютерных и коммуникационных технологий.

В настоящее время информационное управление широко применяется для формирования в широких слоях населения требуемой истеблишменту картины реальности бытия и так называемых «ценностей», якобы имеющих огромное значение для каждого отдельного человека. Делается это в основном через убеждение, внушение и заражение.

К достоинствам информационного управления относятся:

1. высокая избирательность воздействия;
2. конкретность и оперативность;
3. быстрая перестройка методов и средств воздействия в зависимости от меняющейся обстановки;
4. возможность оперативной концентрации усилий на том или ином объекте, регионе, социальной группе;
5. возможность комплексного применения различных методов и средств информационного управления;
6. сравнительно небольшие затраты на разработку и реализацию управленческих решений при высокой эффективности их внедрения в сознание человека.

Благодаря этим преимуществам и с учетом сказанного выше именно посредством организации соответствующих отношений между управляемой управляющей системами, можно достичь тех целей, которые ставит перед собой управление.

Объект управления. Урбанизированные территории, к которым относятся человеческие поселения, города-мегаполисы, промышленные и береговые зоны, являются сложными многокомпонентными системами и содержат в себе различные уровни сложности, которые подчиняются, вообще говоря, разным законам функционирования. Это означает, что на каждом уровне необходимо применять свои законы. В этой системе всегда присутствуют, по крайней мере, три основных компонента — природный, техногенный и человеческий.

Первый компонент — природный, имеет много уровней сложности, включая такие, которые современная наука пока рассматривать не в состоянии — нет соответствующих моделей, методов и инструментов.

Второй компонент — все то, что создано человеком, по сравнению с первым имеет несравненно более низкие уровни сложности.

Третий компонент — собственно сама система управления.

Поэтому, если речь идет о системе в целом, то необходимо при описании первого компонента применять модели, коррелирующие с моделями

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

второго и третьего компонента. Иначе говоря, уровни сложности трех основных подсистем должны быть согласованы как по вертикали, так и по горизонтали. Критерием такого согласования могут быть свойства, которыми должна обладать система в целом.

Целеполагание. С учетом сказанного, сформулировать цель можно так: обеспечить управление всей системой в целом таким образом, чтобы не был превышен верхний уровень приемлемого экологического риска (или нижний допустимый уровень экологической безопасности). Это означает необходимость поддержания значения параметров, описывающих свойства системы, в пределах их заданных значений. Так как фактор риска в данном случае рассматривается как инструмент, то цель содержит в качестве основной подцели задачу управления риском.

Способ достижения цели. В развиваемой методологии достижение цели возможно путем идентификации, оценки и управления рисками, имеющими отношение ко всем подсистемам, в том числе к системе управления.

Общее понимание проблемы управление рисками. В общем плане, под управлением риском будем понимать идентификацию и оценку рисков, отбора, обоснования и реализации совокупности действий и мероприятий, направленных на снижение величины рисков возникновения неблагоприятных ситуаций, причинения вреда здоровью человека и окружающей среде на основе конфигурации взаимоотношений и структуры системы в целом.

Согласно теореме Эшби управляющая система должна обладать не меньшим количеством разнообразных состояний, чем объект (система), которой она управляет. Однако это почти очевидное утверждение, справедливо, когда речь идет об управлении в технике с помощью технических систем, то есть об автоматическом управлении. В случае управления экологическими рисками, теорема Эшби применима, скорее к субъективному способу управления.

Методологически оправданным будет совместное применение двух основных подходов — «объективного» и «субъективного».

«Объективный подход» к управлению риском начинается с существования проблемы и далее восходит к человеку, к принимаемым решениям. В рамках этого подхода осмысливаются цели, формулируются соответствующие им принципы и предлагаются методы оценки проектов. Эти «правила игры» могут закрепляться в соответствующих нормативных документах, стандартах, законах и т. д. Объективный подход обычно применяется на государственном уровне, а также на уровне крупных фирм, корпораций, когда речь идет о типичных, достаточно часто встре-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

чающихся рисках, решениях и ситуациях. Этот метод часто используется в компьютерных системах поддержки принятия решений. Скорее всего, этот метод согласуется с теоремой Эшби. **Объективный подход можно назвать «внешним».**

«**Субъективный подход**» идет от человека и восходит к принимаемым решениям, к возникающим в их результате, рискам. Этот подход тесно связан с моделированием и психологией людей. Суть метода состоит в том, чтобы предложить формальные процедуры, критерии, методики, которые дают примерно тот же результат в стандартных ситуациях, что и человек, принимающий решение. Область применения этого подхода чрезвычайно велика. Типичный пример, о котором сказано было ранее — это восприятие риска населением при введении новых технологий. Это восприятие зависит от многих факторов и зависит также от положения наблюдателя — внутренний он или внешний. Внутренний это тот, которого технология коснется непосредственно, а внешний, кого коснется косвенно. Понятное дело, что оценка риска в этих двух случаях будет совершенно разной. **Субъективный подход можно назвать «внутренним».**

Субъективный подход изобрел Бернулли, и, как показано выше, область его применения достаточно велика. Этот подход разрешил так называемый «Санкт-Петербургский парадокс». Суть парадокса в том, что есть вероятность выиграть, играя в какой-либо игре, огромную, ничем не ограниченную сумму, однако выложить высокую сумму за право участвовать в такой игре согласны немногие, причем, чем выше выигрыш, тем меньшую сумму готовы выложить желающие. Введя функцию «полезности», Бернулли легко разрешил этот парадокс. Позже Дж. Нейман и О. Моргенштерн показали, что функция полезности существует всегда и она единственна.

Позже было показано, что субъективный подход довольно часто не срабатывает даже в экономике, для которой он был придуман. В экономике для расчета риска нет универсального функционала, отражающего принятие решения человеком. Это довольно очевидный результат, так как, если вспомнить то, о чем мы говорили выше, такой вывод можно было бы сделать сразу.

Субъективный подход — это классический пример восприятия управления как функции.

Слово «подход» в науке имеет более широкое смысловое содержание, чем слово «метод», так как подход может включать несколько методов. Так, например, в системном подходе применяется много методов, причем их заимствуют из разных областей знаний.

Вернуться в каталог учебников

Способы изменения состояния системы. Существует два основных способа изменения состояния системы — **силовой и параметрический**. В развиваемой методологии системе управления рекомендуется применять оба способа воздействия, так как система управления находится «внутри» общей системы и является ее частью.

Параметры объекта и управляющие параметры. Параметры системы — это совокупность величин разной природы, точности и размерности, с помощью которых можно адекватно отобразить взаимосвязи и взаимоотношения между частями системы, а также свойства системы в целом. Важно, чтобы в интервале времени осуществления процесса управления рисками эти величины могли рассматриваться как постоянные или незначительно меняющиеся. Степень изменения должна быть такова, чтобы влияния изменений на конечный результат либо не было, либо было пренебрежимо малым.

Переменные параметры — это такие, изменения которых влияют на конечный результат. Управляющими параметрами будут те, которые способны с наименьшими затратами привести систему в состояние с заданными свойствами.

Выше изложенное можно рассматривать как формулировку новых интеллектуальных, информационных и технологических принципов, работоспособных в новых экономических и правовых условиях, в которых командно-административные и технические методы управления малоэффективны.

5.10. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ И СТРАХОВАНИЕ. ПОДХОД БЕРНУЛЛИ И ПОДХОД КОЛУМБА

Рассмотрим некоторые особенности управления риском на историческом примере оценки опасности, получившим название — подход **Бернулли** и подход **Колумба**.

Четверть тысячелетия тому назад Бернулли обнаружил возможность при страховании торговых судов снижать страховой тариф. За счет низкого тарифа он привлекал клиентов, а за счет большого числа клиентов мог с достаточной точностью рассчитывать вероятность потерь и получать приличную прибыль.

Четверть тысячелетия ранее Колумб отправился на поиски пути в Индию. Для его кораблей, как и для торговых судов времен Бернулли, главную угрозу представляли пираты. Вероятность нападения пиратов высока. Но нужно ли было Колумбу знать величину этой вероятности? Колумб оснастил свои корабли прямоугольными парусами с максималь-

Вернуться в каталог учебников

ной площадью. Он потерял в маневренности, но существенно увеличил скорость каравана. На второй день пути в кильватер кораблям Колумба встал пиратский парусник, однако через несколько дней он безнадежно отстал. Надо заметить, что пиратские корабли обладали большей маневренностью, чем торговые, и высокой скоростью. Но их паруса были приспособленными к маневренному движению, и не имели такой большой площади, как паруса кораблей Колумба.

Приведенные сцены из истории иллюстрируют два подхода к управлению риском на основе грубых, приблизительных оценок.

Первый подход (Бернулли) предполагает, что процесс, риск неуспеха которого необходимо оценить, не поддается регулированию или сознательно не регулируется.

Второй подход (Колумба) применим к процессам, риск неуспеха которых должен быть уменьшен до бесконечно малого за счет соответствующей регулировки.

Подход Бернулли — это пассивный финансовый подход, не требующий вложения средств и усилий на преобразование процесса, риск неуспеха которого оценивается. Постоянное обновление происходит в результате того, что на месте неуспешного процесса будет сформирован новый. Подход применим к процессам, издержки от неуспеха которых *ниже издержек*, необходимых для регулировки процесса.

Подход Колумба, наоборот, должен применяться к процессам, издержки от неуспеха которых заметно превышают издержки, необходимые для регулирования процесса. Это хлопотный подход, затраты на его реализацию растут линейно в зависимости от сложности и опасности процесса, а издержки от неуспеха сложных и опасных процессов растут в геометрической прогрессии. При сложности и опасности процесса подход Колумба экономически оправдывает себя. Ядерный страховой пул удачно иллюстрирует абсурдность подхода Бернулли к страхованию ядерно — и радиационно опасных объектов: даже за сто лет сформировать пул, достаточный для ликвидации последствий аварии чернобыльского типа, невозможно.

Стремление страховой компании готовиться к аварии чернобыльского типа есть попытка решить проблему Колумба средствами Бернулли. Подход Бернулли в чистом виде применим, если:

- страховые случаи наступают часто, размер страховых премий невелик, страховые тарифы не сдерживают экономическую деятельность застрахованных предприятий и покрывают издержки страховой компании, которая может работать эффективно;

- страховые случаи наступают редко, размер страховых премий достаточно велик, но страховые тарифы на большом числе однотипных объектов страхования покрывают издержки страховой компании, которая также может работать долго и эффективно;
- страховые случаи наступают с любой периодичностью, но размер страховых премий колеблется в широких пределах и временами может ставить страховую компанию на грань краха. В этой ситуации работа страховой компании в режиме Бернулли предполагает неизбежное банкротство при наступлении серьезных страховых случаев.

Применение подхода Колумба к риску опасных и дорогостоящих объектов устраняет возможность аварий чернобыльского типа.

Отметим, что вышеприведенные примеры подтверждают точку зрения, что оценка риска теснейшим образом связана с проблемой управления, так как необходимо знать направление процесса управления.

5.11. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ МЕСТО В УПРАВЛЕНИИ РИСКОМ

Под географической информационной системой (ГИС) принято понимать особую информационную систему, аппаратно-программный, человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой

ГИС содержит данные о пространственных (географических) объектах — цифровых представлениях (моделях) реальных объектов, локализованных в пределах некоторой территории (местности). Среди них по характеру пространственной локализации выделяют точечные, линейные и площадные пространственные объекты, поверхности (рельефы) и тела, нуль-, одно-, двух- и трехмерные соответственно. Каждый пространственный объект содержит характеристики двух типов:

1. пространственные тополого-геометрические и метрические характеристики;
2. непространственные атрибуты, описывающие его внутренние свойства (содержательные характеристики объектов).

Полное описание пространственных объектов в ГИС складывается, таким образом, из взаимосвязанных описаний, их топологии, геометрии

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>
и атрибуты, совокупность которых образует пространственные данные (географические данные, геопространственные данные, геоданные).

Способ описания данных называется представлением или моделью пространственных данных, из которых наибольшее распространение получили две универсальные модели: векторная и растровая.

ГИС поддерживаются аппаратным, программным, информационным, математическим, лингвистическим, правовым, эргономическим, организационным, кадровым обеспечением.

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования. Различают природоохранные ГИС, земельные информационные системы (ЗИС), городские или муниципальные ГИС, ГИС для целей предотвращения и локализации последствий ЧС и т. д.

Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами — научными и прикладными. Среди этих задач можно перечислить следующие:

1. *инвентаризация ресурсов;*
2. *анализ;*
3. *оценка;*
4. *мониторинг;*
5. *управление и планирование;*
6. *поддержка принятия решений.*

Реализация ГИС — многоэтапный процесс, включающий исследование предметной области и требований пользователя к системе, ее технико-экономическое обоснование (анализ соотношения «затраты-выгода»), системное проектирование, детальное проектирование на уровне НИОКР, тестирование и прототипирование, опытную и штатную эксплуатацию.

Пространственная географическая информация является ценным научным продуктом и одновременно товаром. Именно по этой причине на государственном уровне в развитых странах разработке и совершенствованию ГИС уделяется серьезное внимание. Во многих из них созданы специальные центры, разрабатывающие сотни ГИС для самых разных целей. Источники пространственной информации многочисленны и различны по качеству и точности. Это карты, аэро-и космические снимки, материалы статистической отчетности, данные гидрометеонаблюдений, данные геоэкологического мониторинга и т. д. Сбор, хранение, обработку и увязку всех этих данных в цифровой компьютерной форме осуществляют ГИС.

Одна из важнейших функций ГИС — предоставлять пользователю достоверную и обработанную задачу для решения управленческих задач, то есть обеспечивать компьютерную поддержку принятия решений.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Именно поэтому можно и нужно рассматривать ГИС — технологию как современную компьютерную информационную технологию для картографирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих в окружающей среде, в нашей жизни и деятельности. ГИС выдают пользователю информацию обычно в виде карт, схем или таблиц. Нужно отметить, что ГИС объединяют в единую систему пространственную информацию самых разнообразных типов и разных форм представления, создают согласованную структуру для анализа географических данных. Благодаря переводу карт и других источников пространственной информации в цифровую форму, ГИС способна открыть новые пути манипулирования географическими знаниями и делает общедоступными процедуры и отображения, основываясь на данных о географической близости, выявляют взаимосвязи между различными процессами и явлениями.

Говоря другими словами, ГИС — это инструментальное средство для управления информацией любого типа с точки зрения ее пространственного расположения (рис. 5.4 и 5.5).

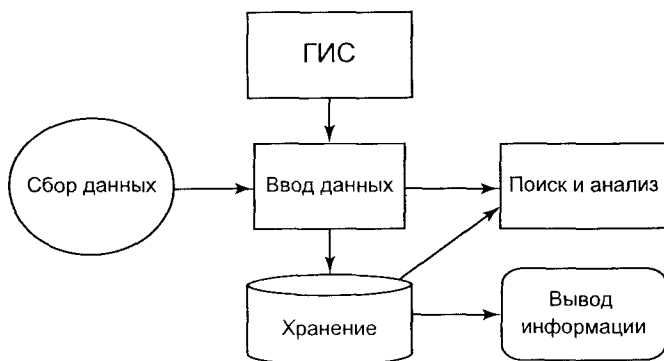


Рис. 5.4. Схема функционирования ГИС-системы

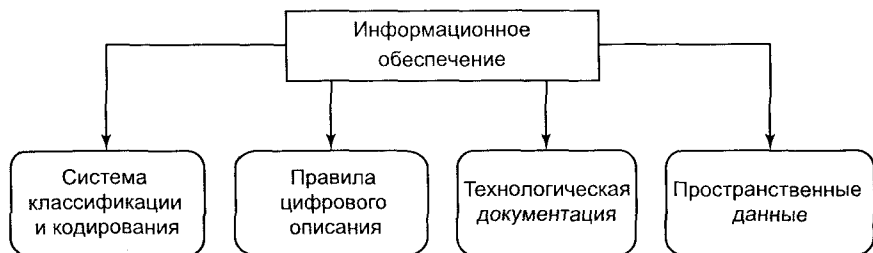


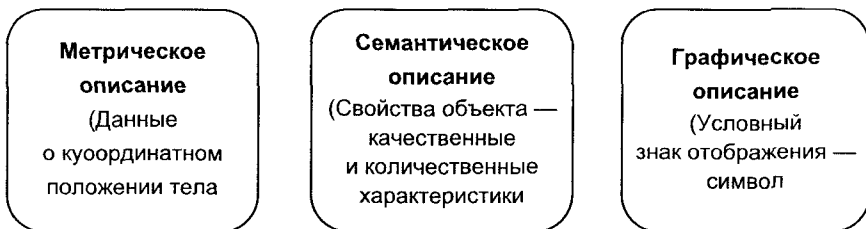
Рис. 5.5. Основные блоки информационного обеспечения ГИС

Вернуться в каталог учебников

ГИС можно классифицировать различными способами. Один из способов состоит в разделении ГИС по направлениям:

1. *По целям* — многоцелевые, специализированные;
2. *По тематической ориентации* — общегеографические, отраслевые;
3. *По проблемной ориентации* — инженерные, имущественные, природные ресурсы, окружающая среда, обработка данных дистанционного зондирования;
4. *По иерархическому уровню* — глобальный, всероссийский, региональный, локальный, муниципальный;
5. *По способам представления информации* — двухмерные (x, y), трехмерные (x, y, z), пространственно-временные ($x, y, t/x, y, z, t$);
6. *По формам представления информации* — растровые, векторные, растрово-векторные;
7. *По структуре представления информации* — цепочно-узловая, объектная.

Пространственные данные об объекте в ГИС имеют следующую структуру:



Метрическое описание представляет собой список координат точек, определяющих положение объекта.

Семантическое описание представляет собой список свойств объекта и содержит данные о его количественных и качественных характеристиках в объеме, определяемом требованиями к данной информации.

Графическое описание представляет собой способ отображения объекта на экране монитора или графической копии. Как правило, графическое описание выражается в легенде карты. Требования к картографической информации определяются характером решаемых задач.

Из приведенного краткого анализа ГИС следует, что основной упор разработки таких систем делают на составление электронных карт. Это неудивительно, так как современные компьютерные технологии позволяют в полной мере использовать преимущества электронных карт перед картой, напечатанной на бумажном носителе, а именно: отображение в любом масштабе, оперативное внесение изменений получение

справочной информации по любым объектам, выполнение пространственных запросов, оперативная выдача требуемых копий, возможность вмонтирования ГИС в автоматизированные информационные системы любого типа, например, в АИС, В АИУС, В ЕГСМ и т. п.

ГИС также, наиболее подходят для решения задач, связанных с составлением кадастров различных типов.

Несмотря на очевидные преимущества ГИС, в органах управления они пока не получили распространения, особенно при принятии управленческих решений в области риска. Объясняется это, прежде всего тем, что ГИС в электронном варианте очень громоздки и порой необозримы, в них присутствует большой объем информации ненужной чиновнику. Для того, чтобы пользоваться ГИС чиновники должны пройти солидную подготовку, что на практике осуществить не так то просто. Наконец, подчеркнем, что разработчики ГИС информацию на выходе представляют в том виде, который удобен им, а не чиновникам, что является главным препятствием на пути внедрения ГИС в управленческие структуры.

Что касается специалистов, то использование ГИС в целях управления все более расширяется, и ГИС, в синтезе с другими технологиями (например, 3S-технологии) обещает значительно расширить наши возможности в управлении риском.

В заключении отметим, что лицу, принимающему решения необходимо обладать знаниями, связанными с:

1. Общими представлениями об основах методологии принятия решений.
2. С базовыми понятиями об основах методологии оценки ошибочно принятого решения.
3. С основными терминами и их определениями в области риска.
4. С основами концепции безопасности, принципа приемлемого риска и системного подхода.
5. С определением возможных механизмов снижения рисков на современном уровне знаний.
6. С определением критериев снижения рисков.
7. С определением основных этапов реализации мероприятий или действий по снижению рисков.
8. С определением приоритетов при реализации каждого мероприятия в процессе осуществления намеченной программы снижения рисков в контексте конкретной ситуации.

5.12. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ (ЧС)

И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ РИСКИ

Понятие ЧС применительно к природным и техногенным феноменам является весьма расплывчатым и связано с особенностями восприятия этих явлений человеком. Определение этого феномена зависит от многих факторов. Поэтому и существует довольно много определений того, что можно и нужно называть ЧС.

По определению академика Кондратьева К.Я., катастрофа, как пример ЧС — это «чрезвычайная и бедственная ситуация в жизнедеятельности населения, вызванная существенными неблагоприятными изменениями в окружающей среде», или» скачкообразные изменения в технической системе, возникающие в виде ее внезапного ответа на плавные изменения внешних условий».

В настоящее время к природным ЧС относятся:

- наводнения,
- засухи,
- ураганы,
- штормы,
- торнадо,
- цунами,
- извержения вулканов,
- оползни,
- обвалы,
- сели,
- снежные лавины,
- землетрясения,
- лесные пожары,
- пылевые бури,
- сильные морозы,
- жара,
- эпидемии,
- нашествия саранчи и многие другие природные явления.

В будущем этот перечень может расширяться за счет возникновения новых природных ЧС, таких как, столкновения с космическими телами, биотерроризм, экотерроризм, ядерные катастрофы, резкое изменение магнитного поля Земли, чума, нашествие роботов, сбои в работе сложных энергетических и коммуникационных систем, резкое повышение уровня Мирового океана и т. п.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

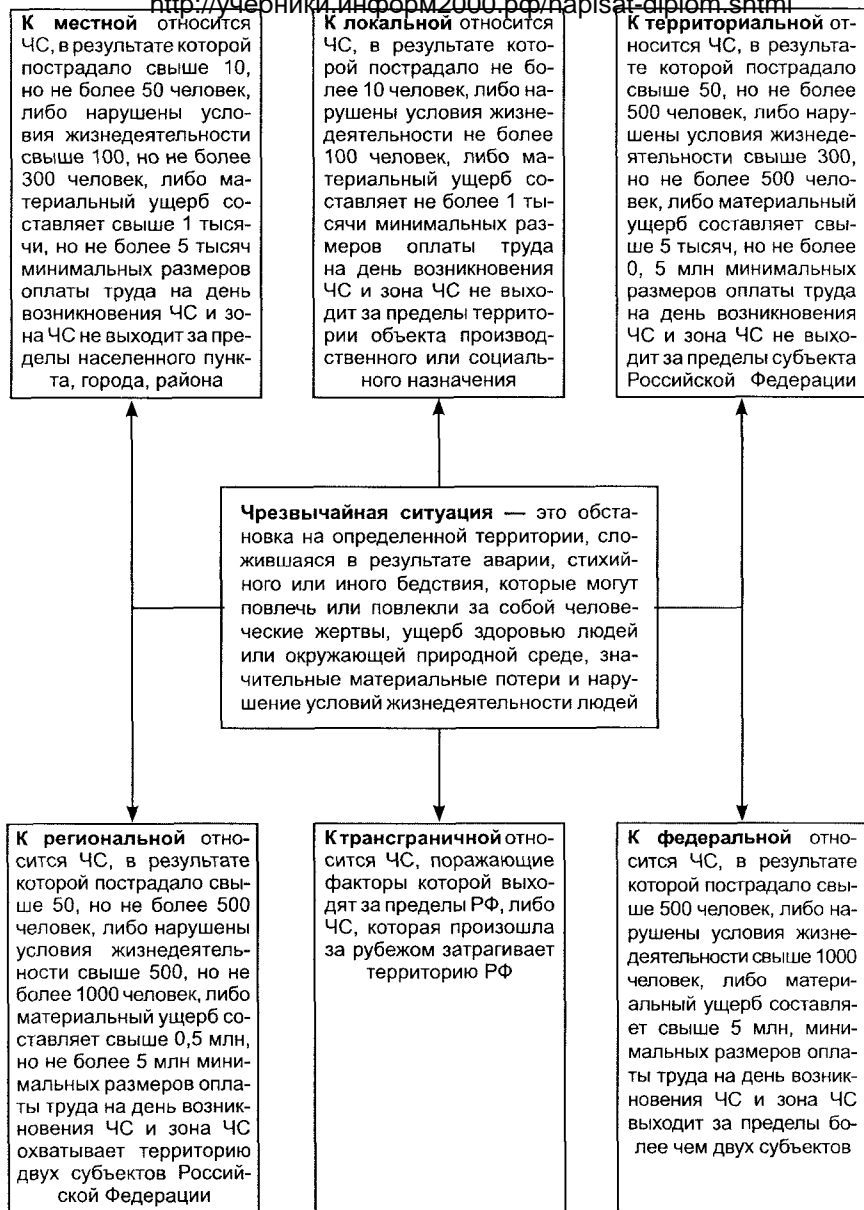


Рис. 5.6. Классификация чрезвычайных ситуаций

Понятие природной и техногенной ЧС ассоциируется многими авторами с понятием экологической безопасности, которое возникло в связи с необходимостью оценки меры опасности — риска — для населения какой-то территории получить ущерб для здоровья, сооружений или имущества в результате изменения параметров окружающей среды. Эти изменения могут быть вызваны как природными, так и антропогенными факторами. В общем случае возникновение экологической опасности на данной территории является следствием отклонения параметров среды обитания человека за пределы, где при длительном пребывании живой организм начинает изменяться по направлению, не соответствующему естественному ходу эволюции.

Обычно ЧС различают по природе и характеру, источникам возникновения и масштабам ущерба и т. д. Эти классификации широко известны. На основе этих классификаций определяются состав и организация применения на различных уровнях сил и средств гражданской защиты при ликвидации ЧС.

Особенностью всех таких классификаций, предлагаемых МЧС РФ, является констатация случившегося, то есть эти классификации относятся к третьей стадии ЧС. Что тут имеется в виду?

У любой ЧС, конечно, есть причины. Совокупность причин, приводящая к аварии или катастрофе никогда не возникает мгновенно. Многие события, которые мы потом характеризуем как ЧС, «готовятся» годами, десятками, а может быть и сотнями, и тысячами лет.

Это *первый этап*, то есть тот этап, который сейчас интенсивно изучается с целью построить теорию прогноза таких явлений. В большей части этот этап продолжает оставаться для нас практически не обнаруживаемым.

Второй этап связан с развитием самой ЧС от момента ее возникновения до момента окончания. Этот этап может продолжаться минуты, часы, сутки и даже долгие годы как, например, Чернобыльская катастрофа.

Наконец, *третий этап*, это когда уже все случилось и надо заниматься ликвидацией последствий ЧС. Соответственно этому производится современная классификация ЧС, принятая в России. Особо выделяют:

- 1) Планетарные катастрофы — например, столкновение планеты с астероидами, имеющими скорость более 80 км/с., а также полномасштабные ядерные и химические (биологические) войны. Ущерб таких катастроф фантастичен и не поддается разумной оценке. Такие катастрофы трудно уложить в какую-либо периодичность. Эта угроза сохраняется всегда, хотя мы себя тешим надеждами, что ее вероятность чрезвычайно мала.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

- 2) Глобальные катастрофы — могут затрагивать территории сопредельных стран. По периодичности такие катастрофы случаются примерно раз в 30–40 лет и более. Число пострадавших в них более 100 000 человек, а экономический ущерб может составлять 100 млрд долларов и более.

По генезису ЧС можно провести классификацию связанных с ними основных рисков. Один из возможных подходов выглядит следующим образом:

1. Геофизические или геолого-геоморфологические ЧС. Среди них, в частности, выделяются землетрясения, извержения вулканов, цунами, сели, оползни, обвалы. С такими явлениями связывают обычно *геофизический риск*.
2. Климатические ЧС, в том числе — засухи, тропические циклоны (штормы, торнадо), пылевые бури, сильные холода или жара, причем особое внимание привлекают антропогенные воздействия на глобальный климат, а также на слой озона. В этих случаях говорят о *климатическом риске*.
3. Гидрологические ЧС, включая, в частности, речные наводнения, быстрые затопления морских побережий, медленные, но масштабные колебания уровня озер, внутренних морей, перемещения русел рек. С этими ЧС связан *гидрологический риск*.
4. Биологические ЧС. К ним обычно относят появление в большом количестве различного рода вредителей (например, саранчи), эпидемии среди людей и других живых организмов. Сюда же следует отнести уменьшение биоразнообразия. Здесь имеется в виду *биологический риск*.
5. Антропогенные катастрофы различного масштаба — техногенные ЧС. Среди них доминируют загрязнения природной среды (чаще всего — нефтепродуктами). Сюда же следует отнести обезлесивание местности, опустынивание, эрозию и засоление почв (вследствие гидромелиорации земель), пожары, формирование существенно неблагоприятной опасной обстановки, обусловленной различного рода техногенными сооружениями — плотины, дамбы, каналы, водохранилища и др. В этом случае чаще всего говорят об *антропогенном риске*, хотя не будет ошибкой назвать его *экологическим риском*. Впрочем, это не принципиально, хотя важно для систем управления в плане разделения ответственности. Для органов власти важно знать, кто за что отвечает.

Очевидно, что четкого разграничения отдельных разновидностей риска иногда провести невозможно, так как возникшие ЧС имеют сме-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

~~Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ~~
<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>
шанное происхождение. Например, цунами — это одновременно и геологическое (по происхождению) и гидрологическое (по последствиям) явление. С другой стороны, пожары чаще всего имеют не природное, а антропогенное или смешанное происхождение.

Цунами, произошедшее в Японии в марте 2011 года, привело к мощнейшей техногенной катастрофе, имеющей далеко идущие тяжелейшие экологические последствия. То же самое относится и к аварии в Мексиканском заливе, где техногенная авария привела к экологической катастрофе. И в том, и в другом случае ущербы составляют сотни миллиардов долларов и потребуются много лет для ликвидации последствий этих планетарных катастроф.

5.13. РИСКИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Начиная со второй половины 90-х годов XX века в России предпринимаются серьезные попытки разработки государственной политики в области снижения рисков и смягчения последствий всех видов чрезвычайных ситуаций (ЧС), в том числе с экологическими последствиями. Ведутся работы теоретического и прикладного характера, конечной целью которых является создание теории оценки и управления рисками любых типов в условиях ЧС.

Если принять во внимание, что за последнее десятилетие число и масштабность природных катастроф возросли в 5–7 раз, а их опасность — в 9–12 раз, то становится ясным, что ждет население экономически слабых стран в ближайшем будущем.

Техногенные аварии и катастрофы (ЧС) связаны, в основном, с хозяйственной деятельностью человека. Главными причинами усиления масштабов и риска от природных и техногенных катастроф являются резкое увеличение численности населения планеты и развитие разнообразных производств, технологий и инфраструктур, разрушающих природу.

Следует отметить, что большая часть техногенных аварий происходит по вине персонала опасных объектов. Иначе говоря, человеческий фактор один из решающих: 60 % авиакатастроф, 80 % аварий на море и 60 % аварий на промышленных предприятиях происходят по вине людей.

Все ЧС, как правило, имеют и экологические последствия. Зонами наиболее высокого экологического риска являются промышленные центры и крупные города, и, в первую очередь, города-мегаполисы.

Активная хозяйственная деятельность человека создает новые потенциально опасные производства и технологии. Растет число опасных объектов. В соответствии с этим растет число аварий и катастроф. Велики

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

потери как в человеческом, так и в материальном измерении. Уже сейчас на ликвидацию последствий природных и техногенных катастроф — ЧС в России отвлекается от 10 до 15 % всех ресурсов страны. На фоне все увеличивающегося роста числа природных катаклизмов наблюдается общее снижения уровня безопасности для жизни человека.

Особенности риска ЧС существенно зависят от того, каково явление по генезису (извержение вулкана, взрыв на химическом предприятии, разрыв дамбы и т. п.), в чем проявляется его воздействие на окружающую среду (затопление территории водой или погребение ее под лавой и т. д.), какие вторичные разрушения оно порождает.

Риск опасных явлений и связанных с ними возможных ЧС в некоторых случаях может быть снижен в результате таких превентивных мер, как создание сооружений и специальных средств защиты человека и природы только с учетом их социально-экономических аспектов. Более значимую роль в снижении риска должна играть информация о нем, которая должна включать сведения о природе и особенностях опасного явления, необходимых действиях во время его развития. Своевременная информация об угрозе и развитии опасного явления, знании о том, как вести себя в период критической ситуации, могут минимизировать риск.

В регионах Земли с повышенным риском основополагающим принципом жизнедеятельности должна быть концепция «жизни с риском». Риск должен рассматриваться как неотъемлемый компонент жизнедеятельности. К нему нельзя подходить как к феномену редкого или случайного характера в цепи событий.

Внедрение этой концепции в сознание людей и ее реализация на практике означает, что учет риска должен стать составной частью обеспечения всех видов жизнедеятельности населения, роль которого отчетливо осознается экономическими, социальными, в том числе образовательными, культурными и политическими институтами общества.

Как показывает опыт, угрозы можно упредить и предотвратить, а в некоторых случаях предсказать, последствия можно минимизировать, что оправдывает затраты на исследования различных видов рисков с целью принятия первоочередных мер при планировании мероприятий направленных на управление риском.

Причины и последствия крупных катастроф. За последние десятилетия центр тяжести взглядов сместился от опасностей к рискам. От селей, тайфунов, наводнений, землетрясений, от того, что лежит вне человека, к техногенным, экологическим, социальным катастрофам, связанным с решениями, принимаемыми людьми.

Впервые особое внимание общественности и ученых к крупным промышленным авариям было привлечено после аварий 70–80-х годов XX века на химических предприятиях в Фликсборо (Англия, 1974) и Севезо (Италия, 1976), в результате которых пострадали тысячи людей, был нанесен существенный, непоправимый ущерб окружающей среде, затрачены огромные ресурсы (материальные, людские, временные и т. д.) на ликвидацию их последствий.

Печальный список продолжили в 80-х годах трагедии Бхопала (Индия, 1984) и Чернобыля (Украина, 1986), Фукусима (Япония, 2011). Бесконечные вирусные атаки в информационной сети Интернет, а также масштабные террористические акты в США (сентябрь, 2001) выявили другие аспекты безопасности. В результате аварий был причинен громадный ущерб окружающей среде, а число погибших людей измерялось десятками и сотнями тысяч.

В природно-техногенной сфере наблюдается усиление двух типов опасностей.

Во-первых, это общепризнанные экологические опасности окружающей среде, как среде обитания и жизнедеятельности, вызванные устойчивыми негативными антропогенными воздействиями на окружающую среду. Нарастание этих воздействий в сочетании с глобальными природными процессами изменения климата и окружающей среды может привести к экологическим катастрофам глобального и национального масштаба.

Во-вторых, бурное развитие научно-технического процесса в гражданском и оборонном комплексах во многих странах мира привело к существенному разрыву между экспоненциально возрастающими угрозами в природно-техногенной сфере и способностью отдельных стран и мирового сообщества в целом противостоять этим угрозам.

Степень защищенности человека, государства и человечества, а также среды обитания и жизнедеятельности от все нарастающих опасностей природно-техногенных катастроф, несмотря на предпринимаемые усилия во всем мире, пока не повышается.

Необеспеченность безопасностью приводит к ежегодным потерям, измеряемым десятками миллиардов рублей. Проблемы безопасности и риска в экологии, технике, экономике, террористическая и информационная опасность стали реальными государственными проблемами. В России насчитывается около 45 тыс. опасных производств и имеется множество сооружений, разрушение которых может привести к бедствиям регионального и национального масштаба.

Таким образом, природно-техногенные катастрофы способны создавать и усиливать угрозы в социально-политической, экономической, демографической сфере.

Наиболее опасные отрасли индустрии. По степени потенциальной опасности, приводящей к катастрофам в техногенной сфере гражданского комплекса, можно выделить объекты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, уникальные инженерные сооружения (плотины, эстакады, нефтехранилища), транспортные системы (аэрокосмические, надводные и подводные, наземные), перевозящие опасные грузы и большие массы людей, магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы. Сюда же относятся многие объекты оборонного комплекса: ракетно-космические и авиационные системы с ядерными и обычными зарядами, атомные подводные лодки, склады обычных и химических вооружений.

Величины рисков и размеры ущерба. Для обеспечения техногенной безопасности на границе XX и XXI веков должно быть учтено, что в мировой техногенной гражданской и оборонной сфере насчитывается до 10^3 объектов ядерной техники мирного и военного назначения, более $5 \cdot 10^4$ ядерных боеприпасов, до $8 \cdot 10^4$ тонн химических вооружений массового поражения, сотни тысяч тонн взрывопожароопасных, сильно действующих ядовитых веществ, десятки тысяч объектов с высокими запасами потенциальной и кинетической энергии газов и жидкостей.

При анализе безопасности техногенной сферы следует учитывать как упомянутые ущербы, так и серийность соответствующих потенциально опасных объектов. Наиболее тяжелые аварийные ситуации возникают на уникальных объектах — единичных и мелкосерийных. Число однотипных атомных энергетических реакторов составляет 1–10 при их общем числе в эксплуатации 450–500, число однотипных ракетно-космических систем составляет от 3–5 до 50–80. Среднесерийные потенциально опасные объекты исчисляются сотнями и тысячами, а крупносерийные — десятками и сотнями тысяч (автомобили, сельскохозяйственные машины, станки). В связи с изложенным, интегральные экономические риски, определяемые производением единичных рисков на число объектов, оказываются сопоставимыми для уникальных объектов и для объектов массового производства.

Исключительно важное значение имеет достигнутый уровень обоснования безопасности потенциально опасных объектов при проектировании. Применительно к авариям для крупносерийных сложных технических систем, в которых опасные повреждения возникают в нормальных условиях эксплуатации, уровень прогнозирования безопасности и надежности составляет 10–100 %. Опасные и катастрофические разрушения крупно- и среднесерийных сложных технических систем в условиях нормальной эксплуатации прогнозируются уже в существенно меньшей мере — от 1 до 10 %.

<http://учебники.информ2000.pf/napisat-diplom.shtml>

Из данных о рисках техногенных аварий и катастроф на объектах с исключительно высокой потенциальной опасностью следует, что различие в уровнях требуемых и приемлемых рисков, с одной стороны, и уровнем реализованных рисков — с другой, достигает двух и более порядков вместе. Также известно, что повышение уровня защищенности объектов от аварий и катастроф на один порядок требует больших усилий в научно-технической сфере и существенных затрат, сопоставимых с 10–20 % стоимости проекта.

Источники аварий и катастроф, зависящие от человека. В понятие сложной системы (СС) входят человеко-машинные системы, состоящие из оборудования, компьютеров, программных средств и действий персонала. Структурно сложные системы имеют хотя бы один из двух характерных признаков:

- между элементами системы существуют логические связи типа *AND*, *OR*, *NOT*, имеются повторные элементы и циклы;
- существует много уровней состояний элементов и самой системы.

Возникновение аварийных ситуаций, аварий и катастроф в таких СС, как ядерные энергетические установки, пусковые ракетные комплексы, нефте-, газоперерабатывающие и другие химические производства, магистральные трубопроводы и транспортные системы, принято относить к числу редких случайных событий. Однако по своим последствиям, связанным с выбросом радиоактивных и токсичных веществ, взрывами с разлетом частей конструкций, обширными фронтами пламени, загрязнением окружающей местности, наиболее крупные из них могут быть сопоставимы со стихийными бедствиями.

Причинами аварий и катастроф в СС, зависящих от самих разработчиков, производителей и потребителей являются:

- *недостаточное качество проектов;*
- *недостаточное качество доводочных испытаний;*
- *недостаточное качество эксплуатационных испытаний;*
- *недостаточное качество мониторинга в эксплуатации;*
- *износ и старение оборудования в эксплуатации;*
- *снижение качества персонала как следствие социальных факторов;*
- *ошибки обслуживающего персонала;*
- *мошенничества персонала в бизнесе;*
- *террористические акты;*
- *атаки хакеров.*

При действиях этих причин в отдельности и в сочетании происходят аварии и катастрофы с человеческими жертвами и большим матери-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

альным ущербом. Возникает опасность как непосредственно для самого персонала, обслуживающего систему, так и для окружающей среды и населения региона. Аварии и катастрофы приводят к большим ущербам и снижению жизненного уровня населения.

Отметим, что на некоторые из причин аварий, как сами специалисты, так и общественность, обращают недостаточное внимание из-за их проявления с эффектом запаздывания, отсутствия интереса у разработчиков тратить больше денег на проект и заинтересованности владельцев скрыть истинные причины аварий. К таким причинам относятся, например, неудовлетворительное качество доводочных испытаний систем в лабораторных условиях и условиях эксплуатации.

Мониторинг и риск. Мониторинг является составной частью систем обеспечения безопасности экологических, технических, экономических, организационных и социальных систем. Образец мониторинга дает нам мировая экономика. Действительно, в большом числе ежедневных и еженедельных экономических газет сообщается о стоимости или индексах акций компаний, курсах валют, объемах продаж и др. Существуют многие независимые институты и агентства, которые оценивают и публикуют рейтинги банков, стран и отраслей по надежности капиталовложений.

По Интернету можно в реальном времени (по минутам) узнать ситуацию на всех известных финансовых и товарных биржах мира (Нью-Йоркской, Лондонской, Токийской и др.). В том числе объемы продаж, неудовлетворенный спрос, курсы валют, индексы акций, цены на зерно, хлопок, нефть, газ, золото, медь и другие металлы и товары. Эта же информация может быть получена за любой прошедший период времени по часам, дням, месяцам и годам. Все в бизнесе осуществляется с открытыми глазами. Однако это не гарантирует возникновения новых кризисов, подобных кризису 1929 года, что показывают события 2008 и последующих последних лет.

Мониторинг в медицине в виде историй болезней больных, их кардиограмм и результатов анализов позволяет организовать эффективное и безопасное лечение.

Мониторинг состояния общества в виде опросов общественного мнения по социальным проблемам позволяет выявить болевые точки общества, предотвратить социальные взрывы и наметить эффективные программы развития и реформ.

Для сложных технических комплексов, конструкций и сооружений, длительное время находящихся в эксплуатации, причиной аварий и катастроф могут стать деградация свойств материалов, предельные уровни накопленных повреждений, образование и неконтролируемое распро-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

странение трещин, кавитационные износы, нарушение герметичности фланцевых соединений, уменьшение сопротивления изоляции кабельных линий вследствие старения полимерных покрытий и т. д. Для потенциально опасных объектов и производств характерна существенная выработка проектного ресурса. В энергетике, нефтехимии, газохимии потенциально опасные объекты в РФ имеют выработку проектного ресурса на уровне 75–90 %.

В индустриально развитых странах эффективная борьба с возникновением ЧС (создание баз данных, систем прогнозирования и предотвращения) опирается на современные информационные технологии. Это означает, что создается целостная быстродействующая система получения, обработки и применения информации об острых ситуациях в области безопасности. Она включает в себя следующие компоненты:

- *специализированные датчики;*
- *мониторинг информации с преобразованием данных в единый формат;*
- *телекоммуникационные сети;*
- *обработка информации: расчеты, численное и визуальное моделирование ситуации, пространственная и временная аппроксимация ситуации;*
- *подготовка рекомендаций для разрешения острых ситуаций, в том числе их предотвращения.*

В результате использования такой системы можно как предотвратить целый ряд природных и техногенных катастроф, в том числе ЧС на объектах МПР, так и сделать более эффективным их разрешение.

В связи с гигантским объемом необходимой информации создание такой системы возможно только при использовании современной высокопроизводительной компьютерной техники.

Пути снижения рисков и смягчения последствий ЧС вытекают из общих принципов обеспечения безопасности в природно-техногенной сфере:

- *приоритет безопасности;*
- *высокий уровень государственного регулирования;*
- *запретительные механизмы нарушения эволюционного развития;*
- *использование методов анализа риска;*
- *неотвратимость ответственности;*
- *обязательное возмещение ущерба;*
- *доступность получения информации;*
- *заявительный порядок деятельности;*
- *анализ чрезвычайных ситуаций.*

Вернуться в каталог учебников

Фундаментальная проблема моделирования и анализа безопасности объектов включает в себя:

- создание сценариев аварий и катастроф и построение математических моделей риска;
- разработку методов обеспечения безопасности человека-оператора, рабочего персонала и населения при аварийных ситуациях.

5.14. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ЧС

В соответствии с двумя главными факторами риска — *характером опасного явления и уязвимостью населения* существуют и две основные концепции уменьшения риска.

Согласно **первой** из них, иногда называемой **поведенческой** (ныне господствующей), снижение риска следует осуществлять путем борьбы с самими опасными явлениями, применяя для этого разнообразные технические средства. Последние, и только они, как полагают приверженцы этой концепции, могут «улучшить», «исправить» опасный феномен и минимизировать риск.

Вторая концепция, получившая название **структурной**, исходит из того, что решение проблемы стихийных бедствий следует обеспечивать путем оптимизации социально-экономических условий и, таким образом, уменьшения уязвимости населения.

На первый взгляд такая постановка вопроса — управление риском, порожденным ЧС, может показаться имеющей мало шансов на успех. Катастрофы потому так и называются, что, как правило, возникают внезапно. Однако исследования их возникновения и развития, проведенные за последнее время, позволили выявить некоторые важные факторы, определяющие последствия катастроф.

Выяснилось, например, что подобные факторы связаны не столько с самими антропогенными или природными катастрофами, сколько с особенностями жизнедеятельности населения в районах, подверженных катастрофам.

Учет этих обстоятельств и составляет основу для создания концепции управления риском от ЧС.

На риск от опасных явлений существенно влияют *внезапность, интенсивность, скорость, продолжительность и частота их развития*. Например, отчетливо выраженных, практически значимых временных закономерностей развития землетрясения и извержения вулканов не обнаружено. Нет таких закономерностей и в развитии техногенных катастроф (хотя, разумеется, определенные связи их с природными явлениями

Вернуться в каталог учебников

существуют). Развитие и масштабы экологически опасного природного или техногенного явления нередко зависят от условий природного фона, который может (как, например, сильный ветер во время развития пожара или выброса загрязнений в атмосферу) благоприятствовать или, наоборот; препятствовать распространению явления и, следовательно, усилить или ослаблять его поражающее воздействие.

Во многом главная составляющая рисков определяющая масштабы бедствия, зависит от экономических и социальных факторов, а также от этнопсихологических особенностей восприятия опасного явления, информации о нем, заблаговременных мер защиты, оперативности мер по преодолению последствий ЧС.

Интенсификации риска способствует концентрация населения, в особенности в городах-мегаполисах. Усилению риска способствуют также резкое расширение территорий, освоенных человеком, и их расселение в опасных для жизнедеятельности регионах. В настоящее время около половины глобального населения планеты проживает в подверженных экологическим бедствиям прибрежных регионах.

На развитие ЧС, их количество и величину (масштаб) влияет также политическая структура общества. Раздробленные государства без сильной централизации больше подвержены таким явлениям по сравнению с централизованными.

В современный период дестабилизации России, ослабления управления страной, снижения экономической мощи государства резко увеличилось количество ЧС антропогенного характера (взрывы в шахтах, аварии на трассах нефте- и газопроводов и т. п.) и усилились последствия ЧС природного генезиса. При этом самих природных опасных явлений вовсе не стало больше. Однако они гораздо чаще стали приобретать катастрофические последствия по указанным причинам (пример тому — недавнее землетрясение на Сахалине).

В этом контексте следует отметить эгоцентризм промышленно развитых стран, выражающийся, в частности, в непонимании важности инвестиций в предотвращение ЧС в будущем.

Среди социальных причин усиления риска от ЧС выделяются бедность людей и экономическая отсталость государств, а также особенности восприятие риска опасных явлений. Это восприятие неодинаково у различных групп населения и связано с их *социальным положением, образованием и информированностью*. Особенно чревато последствиями неадекватное восприятие ситуации риска у администрации города или района.

Информирование населения, восприятие им риска и эффективность действий администрации районов, подверженных риску ката-
Вернуться в каталог учебников

строф — эти факторы во многом определяют масштабы последствий стихийных бедствий.

Не вызывает сомнений, что восприятие опасных явлений должно быть активным, а не пассивным. Следует помнить, что опасные, в том числе катастрофические явления — обычны для многих регионов Земли. Они являются составной частью динамики окружающей среды. К опасным явлениям нужно и, как показывает опыт, можно в значительной мере приспособиться, тем более что почти все они приносят не только бедствия, но сопровождаются и некоторыми положительными последствиями.

Для анализа риска ЧС необходимо определить, по каким видам (типам) риска этот анализ надо проводить. Выше мы в общем плане рассмотрели этот вопрос. Однако в случае ЧС возможны и другие, кроме тех, что приведены выше, классификации рисков, связанные с определенным опытом и спецификой деятельности конкретной системы управления.

В общем случае разработать такую классификацию весьма непросто по той причине, что природных и техногенных катастроф чрезвычайно много. Поэтому можно пойти по другому пути и предложить более упрощенные варианты такой классификации. Например, это может выглядеть так.

1) Типы рисков по объектам исследования:

- человек: индивидуальный риск, риск генетический;
- общество: социальный, психологический, нравственный, правовой, политический, демографический, технический, экономический, ресурсный;
- окружающая среда: биологический, экологический, географический.

2) Типы рисков по видам воздействия:

- химические;
- радиационные;
- биологические;
- пожаровзрывоопасные;
- транспортные (автотранспорт, речной транспорт, морской транспорт, железнодорожный транспорт, авиационный транспорт, трубопроводный транспорт);
- стихийные бедствия и т. п.

3) Типы рисков по виду рассматриваемых параметров ущерба:

- риск поражения человека;
- риск летального случая;
- риск материального ущерба;
- риск ущерба окружающей среде;
- интегральный риск.

Вернуться в каталог учебников

На этой основе для управления рисками целесообразно ввести дополнительно следующие категории рисков:

- *индивидуальный риск;*
- *социальный риск;*
- *приемлемый риск;*
- *неприемлемый риск;*
- *пренебрежимый риск;*
- *вынужденный риск;*
- *непрофессиональный риск.*

Таким образом в представленной классификации риск связывается с:

- 1) параметрами ущерба, и
- 2) определением и вводом дополнительных рисков исключительно для целей управления.

Введение этих двух блоков не снимает трудностей в практической работе, потому что весьма сложно достичь соглашения по определениям уровней приемлемого риска, пренебрежимого риска, вынужденного риска и т. д. Установить такие критерии в России крайне затруднительно, так как, в отличие от Запада, в России риски выше, а экономические возможности ниже. Поэтому карты риска, с указанием конкретных значений риска, которыми снабжены многие западные методические указания по оценке риска, для России совершенно неприемлемы.

Разумеется, население тех или иных регионов Земли, поражаемых природными стихиями, давно сосуществует со стихиями и авариями. Как это ни покажется странным, особенно неприспособленными к опасным явлениям нередко оказываются наиболее цивилизованные общества, высокоразвитые государства. Избранный ими путь борьбы со стихией оказывается не всегда удачным.

5.15. УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление экологическими рисками промышленного предприятия должно осуществляться в рамках системы экологического менеджмента на стадиях планирования, организации и реализации экологических действий и мероприятий, способствуя оптимизации принимаемых управленческих решений.

Для организации работы по управлению риском на предприятии должны быть составлены списки объектов, оборудования, материалов, профессий, должностей, коллективов, сбой в работе которых может вызвать:

Вернуться в каталог учебников

- 1) *катастрофический ущерб;*
- 2) *заведомо большой ущерб;*
- 3) *ущерб, сравнимый с затратами на предотвращение ущерба;*
- 4) *незначительный ущерб.*

Объективной основой для построения системы управления экологическими рисками на предприятии является концепция приемлемого риска. В основу содержания данной концепции входят три одновременных уровня экологического риска:

- **начальный уровень экологического риска**, т. е. уровень риска идеи, замысла по развитию хозяйственной деятельности без учета мер по его анализу; это риск непознанный, неоцененный и, следовательно, достаточно высокого уровня вследствие неготовности менеджера к возникающим экологическим событиям;
- **оцененный уровень экологического риска** с учетом мер по его анализу, в результате которых получена реальная оценка уровня риска; это риск проанализированный и, следовательно, более низкого уровня вследствие готовности менеджера к экологическим последствиям;
- **конечный (финальный, приемлемый) уровень экологического риска** с учетом разработанных и проведенных активных и пассивных мероприятий по снижению его начального уровня.

Основные положения концепции приемлемого риска, в случае с экологическим риском можно представить следующим образом:

- *экологический риск — это зачастую управляемый параметр, на уровень которого можно и нужно оказывать воздействие;*
- *высокий уровень начального экологического риска не должен служить основанием для отказа от принятия какого-либо хозяйственного решения;*
- *детальный анализ экологического риска и разработка мероприятий, уменьшающих его отрицательные последствия, как правило, позволяют принимать хозяйственные решения, фактически реализуемые при приемлемом или допустимом уровне экологического риска;*
- *задача экологического риск-менеджмента заключается в том, чтобы уравновесить получаемую от реализации хозяйственного решения выгоду и возможные при этом потери.*

Таким образом, **управление экологическим риском промышленного предприятия** — это балансирование между уровнем возможных потерь и потенциальной выгодой от реализации экологически рискованного хозяйственного решения с помощью применения разнообразных способов воздействия на уровень экологического риска.

Вернуться в каталог учебников

При управлении экологическими рисками промышленного предприятия следует учитывать их природу. В этой связи, предприятие выступает в качестве экологического объекта, являющегося специфической социальной группой, а возникающие при его функционировании экологические риски характеризуются как вероятности изменения его устойчивости и/или гибели (банкротства) вследствие изменений в окружающей среде. При этом, с точки зрения упрощения задач по анализу и управлению экологическими рисками вероятные изменения устойчивости промышленного предприятия следует рассматривать в качестве первичных по отношению к изменениям в окружающей среде, состоящей:

- 1) из окружающей природной среды, которой соответствуют природно-экологические риски;
- 2) окружающей техногенной среды, порождающей технико-экологические риски;
- 3) эколого-социальной среды, из которой возникают социально-экологические риски.

Природно-экологические риски, как правило, не оказывают особого воздействия на промышленное предприятие, поэтому представляется целесообразным их сохранение «без финансирования».

В качестве способов воздействия на уровень **технико-экологических рисков** промышленного предприятия предлагается использовать такие, как:

- уклонение от рисков;
- снижение рисков;
- сохранение (принятие) рисков;
- передача (перенос) рисков.

Уклонение от экологических рисков означает отказ от технико-технологических действий и мероприятий, влекущих за собой реализацию неприемлемого уровня рисков.

Сохранение экологических рисков на существующем уровне может означать:

- 1) отказ от любых действий, направленных на компенсацию возникающего при реализации рисков ущерба («без финансирования»);
- 2) создание на предприятии специальных резервных фондов (фондов самострахования или фондов риска), из которых будет производиться компенсация убытков при наступлении неблагоприятного экологического события;
- 3) получение государственных дотаций, кредитов и займов для компенсации убытков и восстановления производства.

Вернуться в каталог учебников

Передача экологических рисков подразумевает сохранение их существующего уровня с переносом полностью или частично на третьих лиц. Сюда относится страхование (имущественное, личное, страхование ответственности), которое подразумевает передачу технико-экологических рисков за определенную плату страховой компании, а также разного рода финансовые гарантии и поручительства. Передача экологических рисков может быть осуществлена и путем внесения в текст документов (например, договоров на поставку продукции) специальных оговорок, уменьшающих собственную ответственность предприятия при наступлении непредвиденных неблагоприятных событий или передающих риски контрагенту после реализации экологических рисков. Полная передача экологических рисков может произойти в результате аутсорсинга, означающего, в данном случае, продажу опасных в экологическом плане сфер бизнеса.

Из всех выше перечисленных способов воздействия на уровень технико-экологических рисков определяющую роль играет их **снижение**, которое подразумевает уменьшение либо размеров возможного экологического ущерба, либо вероятности наступления экологических событий, и базируется на экологизации промышленного производства, связанной с осуществлением превентивной экологической деятельности и организацией экологически чистого производства (в английской транскрипции «*cleaner production*»), которое представляет собой логичное завершение многоэтапного процесса преобразований в системе экологических мер: технологии «конца трубы» — малоотходные, ресурсосберегающие технологии — производство, ориентированное на предотвращение образования отходов в местах их возникновения.

В качестве способов воздействия на уровень *социально-экологических рисков* промышленного предприятия выступают:

- сигналинг;
- реализация стратегии улучшения экологического имиджа предприятия;
- создание двух- и многосторонних транзакционных отношений.

Под **сигналингом** понимается поведение предприятия, противоположное оппортунистическому (т. е. преследующему корыстные интересы), которое позволяет убедить заинтересованные стороны в его готовности решать какие-либо экологические проблемы. Примерами сигналинга могут служить так называемые проверяемые самоограничения или обязательства в экологической сфере, долгосрочно связывающие предприятие экологические инвестиции, экологический спонсоринг, условные договоры (например, обязательство переоборудовать транспорт в случае

введения в стране более жестких стандартов на выхлопные газы) и т. п. Все эти сигналы должны подтвердить серьезность экологических намерений и действий промышленного предприятия и тем самым повлиять на восприятие обществом экологических рисков, связанных с его деятельностью.

Стратегия **улучшения экологического имиджа** промышленного предприятия включает в качестве одной из возможностей сигналинг, а также различные формы *Public Relations*. Другим средством улучшения экологической репутации предприятия является покупка им так называемого экологически приемлемого портфеля, например, приобретение акций фирмы, занимающейся рециклированием или переработкой отходов производства.

Создание двух- и многосторонних транзакционных отношений в основном базируется на использовании и формировании адекватных институтов для регулирования взаимоотношений между промышленным предприятием и заинтересованными сторонами и, в особенности, — для регулирования происходящих в рамках этих отношений процессов обмена. Так, посредством заключения трудовых договоров между администрацией и персоналом предприятия можно предусмотреть компенсацию в виде надбавок к заработной плате за воздействие на здоровье неблагоприятных условий труда, а тем самым сократить или ликвидировать неопределенность для предприятия, связанную с возможностью возникновения со стороны рабочих требований по компенсации ущерба, наносимого их здоровью.

Подобным образом функционируют и институты, регулирующие отношения предприятия с ее политико-административной внешней средой. Примером могут служить выдаваемые предприятию лицензии (разрешения) на загрязнение (в определенных пределах) окружающей природной среды. Аналогичную роль играют ОВОС и экологическая экспертиза проектов. Последняя, включая как государственную, так и общественную оценку проекта и подтверждая целесообразность (с экономической, социальной и экологической сторон) его реализации, также выступает средством регулирования отношений между инвестором и соответствующими заинтересованными сторонами и управления соответствующими рисками. Инструментом риск-менеджмента в рассматриваемом смысле является и сертификация систем экологического менеджмента на их соответствие требованиям ISO 14001 (ГОСТ Р ИСО 14001) или EMAS.

Наряду с достаточно устоявшимися институтами, позволяющими управлять социальными и экологическими рисками, существует весьма мно-

гочисленная группа заинтересованных сторон, отношения с которыми не имеют такой степени определенности (например, разного рода неформальные экологические организации, местные общины и т. п.). Для регулирования взаимоотношений с ними надо развивать инновационные институты. Речь в данном случае идет о формировании двусторонних и многосторонних транзакционных отношений. Двусторонние транзакции охватывают договорные отношения между промышленным предприятием и ее разнообразными заинтересованными сторонами. При этом дизайн договоров определяется предприятием и заинтересованными сторонами самостоятельно, вне прямой связи с существующими в обществе формальными институтами (экологическими лицензиями, сертификатами, стандартами и т. п.).

В связи с многообразием способов воздействия на экологические риски промышленного предприятия требуется анализ их сравнительной эффективности, основными методами которого выступают: метод «затраты — выгоды» (другое название — затратно-прибыльный анализ) и метод «затраты — эффективность» (другое название — анализ эффективности затрат). В основе метода «затраты — выгоды» лежит сопоставление ожидаемых от реализации мероприятий выгод (результатов) с затратами на их осуществление. Метод «затраты — эффективность» применяется в том случае, если принято решение о целесообразности достижения конкретной цели в области управления экологическими рисками. При этом основной задачей является отбор таких мероприятий (сценариев), которые обеспечивают достижение поставленной цели наименее затратным путем. Анализ самих экологических рисков промышленного предприятия и способов воздействия на них способствует оптимизации управленческих решений в данной сфере.

5.16. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Твердые бытовые отходы. Твердые бытовые отходы (ТБО) сопровождают человечество на всем пути его развития. Однако, в последние десятилетия проблема бытовых отходов, особенно в крупных городах, приобрела особую остроту. Накопление ТБО в современном городе достигает 250–300 кг на человека в год, а ежегодное увеличение отходов на душу населения составляет 4–6 %, что в 3 раза превышает скорость роста населения.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

Частично отходы вывозятся на загородные полигоны, предназначенные для их захоронения, частично попадают в места неорганизованного хранения (около 10 %), а еще около 6 % просто оседает на территории города и промышленных предприятий.

ТБО современного города представляют собой не только эпидемиологическую, но и серьезную токсикологическую проблему, так как уже на стадии сбора около 4 % отходов являются токсичными. Обычные ТБО крупного города содержат более 100 наименований токсичных соединений: красители, пестициды, ртуть и ее соединения, растворители, свинец и его соли, лекарства, кадмий, мышьяковистые соединения, формальдегид, соли таллия и др. Особое место среди ТБО занимают ртутные лампы, поскольку каждая из них содержит от 80 до 120 мг ртути. Только в Москве ежегодно выбрасывается более 10 млн штук ртутных ламп. Серьезную проблему представляют также пластмассы и синтетические материалы, поскольку они не подвергаются процессам биологического разрушения и могут длительное время (десятки лет) находиться в объектах окружающей среды. При горении пластмасс и синтетических материалов выделяются многочисленные токсиканты, в том числе полихлорбифенилы (диоксины), фтористые соединения, кадмий и др. Значительное количество полихлорбифенилов поступает в бытовые отходы с отработавшими свой срок трансформаторами и конденсаторами.

Качественный состав ТБО практически не зависит от географического расположения города. Основная масса ТБО состоит из макулатуры, стеклянного боя, не пригодных к дальнейшему употреблению вещей домашнего обихода, пищевых отходов, квартирного и уличного смета, строительного мусора, оставшегося от текущего ремонта квартир, сломанной бытовой техники и т. п. Центральное место среди ТБО в крупнейших городах России занимают бумага и пищевые отходы (61,5–73,7 % от общей массы), причем наиболее высокий процент пищевых отходов наблюдается в южных городах России. Фактическое накопление ТБО на одного человека в год составляет: в Москве — 149 кг, в Саратове и Астрахани — 161 кг, в Уфе — 173 кг, в Екатеринбурге — 182 кг, в Казани — 249 кг, в Краснодаре — 240 кг.

Нормы накопления ТБО в городах в значительной мере зависят от степени благоустроенности жилищного фонда, специфичности объектов общественного назначения. Так, среди жилых домов наибольшее количество ТБО отмечено в неблагоустроенных домах с местным отоплением на твердом топливе и без канализации (табл. 5.7), а среди объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений — на городских рынках (табл. 5.8).

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Ориентировочные нормы накопления ТБО

Классификация жилищного фонда	Норма накопления отходов на 1 человека		Средняя плотность,
	кг/год	м ³ /год	кг/м ³
Жилые дома:			
благоустроенные*:			
при отборе пищевых отходов	180–200	0,9–1	190–200
без отбора пищевых отходов	210–225	1–1,1	210
неблагоустроенные**:			
без отбора пищевых отходов	360–450	1,2–1,5	300
жидкие отходы из непроницаемых выгребов не канализованных домов	–	2–3,25	1000
Общая норма накопления ТБО по благоустроенным жилым и общественным*** зданиям города с населением более 100 тыс. человек	260–280	1,4–1,5	190
То же, с учетом всех арендаторов	280–300	1,4–1,55	200

* Благоустроенный жилой дом — дом с газом, центральным отоплением, водопроводом, канализацией.

** Неблагоустроенный жилой дом — дом с местным отоплением на твердом топливе, без канализации.

*** Общественное здание — детские сады, ясли, школы, вузы, техникумы, столовые, магазины, зрелищные и спортивные сооружения.

Таблица 5.8

**Ориентировочные нормы накопления ТБО
от отдельно стоящих объектов общественного назначения,
торговых и культурно-бытовых учреждений**

Объекты образования отходов	Норма накопления отходов				Плотность, кг/м ³
	Среднегодовая		Среднесуточная		
	кг	м ³	кг	м ³	
Гостиница (на 1 место)	120	0,7	0,33	0,0019	170
Детский сад, ясли (на 1 место)	95	0,4	0,26	0,0011	240
Школа, техникум, институт (на 1 учащегося)	19	0,1	0,05	0,00027	190
Театр, кинотеатр (на 1 место)	30	0,2	0,08	0,00055	150
Учреждение (на 1 сотрудника)	40	0,22	0,13	0,0007	180
Продовольственный магазин (на 1 м ² торговой площади)	160	0,8	0,44	0,0022	200

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pf/uchebniki.shtml>

Объекты образования отходов	Норма накопления отходов				Плотность, кг/м ³
	Среднегодовая		Среднесуточная		
	кг	м ³	кг	м ³	
Промтоварный магазин	30	0,15	0,08	0,0004	200
Рынок (на 1 м ² торговой площади)	18	0,036	0,05	0,0001	500
Санатории, пансионаты, дома отдыха (на 1 место)	250	0,93	0,68	0,0025	270
Вокзал, автовокзал, аэропорт (на 1 м ² площади)	125	0,5	0,34	0,0014	250

Крупные города и города-мегаполисы относятся к основным источникам загрязнения окружающей среды. В табл. 5.9 приведены обобщенные данные по системе обращения ТБО в Санкт-Петербурге.

Таблица 5.9

Обобщенная оценка величины (объема) системы обращения ТБО в Санкт-Петербурге (на середину 2005 г.)

№ п/п	Наименование подсистемы в сфере ТБО	Примерное число составляющих	Приращение, ежегодное (примерно)
1	Источники ТБО, граждане	5 000 000	1 500
2	Источники ТБО, предприятия	50 000	100
3	Контейнерные площадки	8 000	200
4	Мусороперегрузочные станции	5	1–3
5	Транспортные средства	5 000	100
6	Специализированные предприятия для обращения ТБО	10	1
7	Приборно-компьютерные комплексы	20	2
	ВСЕГО (кроме граждан)	около 63 000	около 500

Ежегодно в Санкт-Петербурге и пригородах образуется до 1,5 млн т (около 5 млн м³) ТБО. Сформировавшаяся в городе к настоящему времени система обращения с ними имеет ряд преимуществ перед аналогичными системами других городов России, а используемые ею решения соответствуют европейским требованиям. Она состоит в сборе ТБО в мусороприемные контейнеры емкостью от 0,4 до 12 м³, перевозке специализированным автотранспортом на станции перегруза, где ТБО перегружают в контейнеры емкостью 27 м³ и отправляют либо на мусороперерабатывающие заводы (МПБО-1 и МПБО-2), либо на полигоны твердых бытовых отходов (ПТО-1 и ПТО-3). Из ТБО, попадающих на мусороперера-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

батывающие заводы, сепарируются черные металлы, после чего, ТБО подвергаются компостированию в биобарабанах с образованием компоста. Органическое вещество, не поддающееся компостированию, направляется на переработку низкотемпературным пиролизом в углеродистый материал пирокарбон. ТБО, отправляемые на полигоны, складироваться без дополнительной сортировки. На двух мусороперерабатывающих заводах перерабатывается в компост около 25 % ТБО.

Создавшаяся в крупных городах и городах-мегаполисах РФ ситуация с ТБО потребовала привлечь значительные финансовые и материальные ресурсы к решению этой сложной проблемы. Одновременно с увеличением персонала, транспортных средств и емкостей для сбора и транспортировки ТБО во всем мире, в том числе и в России, ведутся исследования проблемы в целом и разрабатываются научно обоснованные подходы к решению проблемы ТБО.

В числе первоочередных задач в сфере обращения ТБО можно указать две основные:

1. обеспечить должное санитарное состояние города в рамках приемлемого уровня экологического риска в соответствии с Основным Законом РФ, гарантирующим право граждан на здоровую окружающую среду;
2. разработать новые системы, схемы и технологии обращения и управления ТБО, обеспечивающих эффективное функционирование систем обращения с ТБО и минимизирующих возникающие при этом угрозы населению и окружающей среде.

Решение этих задач может существенно понизить экологические риски в этой сфере деятельности.

Транспортировка ТБО. Существуют различные системы транспортирования ТБО от мест образования до объектов по их переработке, уничтожению и размещению. Наиболее часто используются две системы — одноэтапная (прямая) и двухэтапная.

Одноэтапная система применяется при прямом вывозе ТБО от мест образования к объектам по их переработке, уничтожению и размещению, **двухэтапная** — при использовании мусороперегрузочных станций (МПС) или промежуточных пунктов сбора отходов (ПСО).

Существует зависимость рискологических и экономических показателей деятельности предприятия от применяемой технологии вывоза ТБО. При одноэтапной системе доставка ТБО осуществляется собирающими мусоровозами малой и средней грузоподъемности непосредственно к местам их переработки, уничтожения или размещения на полигонах. На полигонах возможна перегрузка ТБО из этих мусоровозов в транс-

портные средства большой грузоподъемности для перевозки на рабочие карты полигона. Но чаще всего собирающие мусоровозы без перегрузки доставляют ТБО непосредственно на рабочие карты полигона. При этом обычно из-за ограниченного фронта приемки ТБО на рабочих картах происходит скопление мусоровозов, что является причиной их внутрисменных простоев. Ухудшаются и условия передвижения мусоровозов на рабочих картах, так как они не обладают достаточной проходимостью, часто повреждают шины из-за проколов острыми предметами, входящими в состав ТБО. При одноэтапной системе транспортировки требуется сооружение временных дорог на полигонах.

Недостатками этой системы являются:

- увеличение транспортных расходов за счет использования в качестве транспортных средств собирающих мусоровозов малой и средней грузоподъемности;
- перегрузка транспортной сети города;
- удлинение порожних пробегов мусоровозов;
- большая эмиссия загрязняющих веществ в атмосферу за счет использования большего числа автомашин (большого удельного расхода топлива на тонну-километр);
- невозможность использования высокопроизводительной уплотнительной техники для уменьшения объемов перевозимых отходов.

Двухэтапная система транспортирования ТБО включает в себя следующие технологические процессы:

- сбор и транспортировку ТБО от мест их образования и накопления собирающими мусоровозами на МПС;
- частичную сортировку и подработку ТБО на МПС с извлечением из них утильных элементов;
- накопление и перегрузку ТБО в большегрузные транспортные мусоровозы;
- транспортировку ТБО на полигоны или места уничтожения.

МПС могут применяться и для уплотнения ТБО. В этих случаях более полно используется грузоподъемность транспортных мусоровозов. Обычно МПС позволяет применять большегрузные транспортные мусоровозы, например отечественные типа КО-415 с вместимостью кузова 30 м³, грузоподъемностью 9000 кг и уплотнительным устройством, позволяющим уплотнить ТБО более чем в три раза. Один такой мусоровоз по вместимости и грузоподъемности может заменить 3–4 собирающих мусоровозов КО-413 с вместимостью кузова 7,5 м³ и грузоподъемностью 2900 кг.

Двухэтапная система транспортирования ТБО в условиях крупных городов может быть отнесена к большим многофакторным системам, оптимизация которых в смежных областях обычно проверяется с применением сложных математических моделей.

Как следует из расчетов, наиболее оправданными являются схемы транспортировки ТБО с использованием перегрузов. Данные схемы предполагают экономию топлива и минимизированный суммарный пробег грузового транспорта, что, в свою очередь, сокращает более чем вдвое негативное воздействие на окружающую среду.

Для крупных городов наиболее приемлемой является двухэтапная система транспортирования ТБО, их транспортирование собирающими мусоровозами малой и средней грузоподъемности на МПС и ПСО, переработку ТБО на МПС и дальнейшую транспортировку их после МПС на объекты по уничтожению, размещению и переработке.

Основными факторами, влияющими на выбор системы транспортирования ТБО, являются:

- условия образования отходов;
- система сбора отходов;
- удаленность мест образования отходов от объектов по их переработке, уничтожению и размещению;
- экологическая обстановка;
- экономические возможности.

Системы сбора ТБО в крупных городах развитых стран основаны на раздельном сборе отходов, в большинстве городов с населением более миллиона жителей внедрена дуальная система. Особенно много внимания уделяется раздельному сбору упаковочных материалов, бумаги и картона, пластмасс, органических отходов, что позволяет уменьшить объем уничтожаемых и размещаемых на полигонах отходов. Раздельный сбор отходов позволяет корректировать их состав на последующих этапах переработки, уничтожения или размещения. Так, при раздельном сборе ТБО можно убрать из них пищевые отходы, изменить путем отбора содержание картона и бумаги, убрать листовую и пленочную пластмассу, что позволяет повысить эффективность прессования ТБО.

Сравнительный анализ эффективности одноэтапной (прямой) и двухэтапной систем транспортирования ТБО в крупных городах показал, что прямая перевозка эффективна при малой удаленности мест образования и сбора отходов от объектов по их переработке. В этом случае собирающие мусоровозы используются так же, как транспортные.

В большинстве городов России и СНГ до настоящего времени применяется смешанная система сбора ТБО. В Санкт-Петербурге и Москве

также применяется смешанная система сбора ТБО, и только в местах их компактного образования применяются элементы раздельной системы — сбор пищевых отходов, бумаги и картона, пластмасс.

Сложившаяся в России практика дальней перевозки свидетельствует о том, что во всех крупных городах, включая Москву и Санкт-Петербург, транспортировка традиционно осуществлялась как в прошлом, так и проводится в настоящее время автомобильным транспортом. Сначала это были приспособленные грузовые и самосвалыные автомобили, а в последующем были разработаны и серийно выпускались промышленностью мусоровозы на шасси ГАЗ, ЗИЛ, КАМАЗ, МАЗ.

Полигоны ТБО. Традиционно бытовые отходы вывозились на специальные территории (свалки), расположенные вблизи населенных пунктов. Со временем вследствие постоянной угрозы здоровью населения, исходившей от свалок (отравление грунтовых вод, размножение переносчиков заболеваний, неприятный запах, дым от частых самовозгораний), органы власти стали принимать более строгие правила их размещения, конструкции и эксплуатации. Отрицательное отношение населения и новые природоохранные стандарты делали открытие новых свалок (или «полигонов по захоронению ТБО», как они стали именоваться) все более сложным делом.

Общая концепция полигона представлена на рис. 5.7. На большинстве полигонов первичная операция связана с их размещением и уплотнением с помощью бульдозеров, что позволяет достичь плотности массы отходов в пределах $0,8-1,2 \text{ т/м}^3$ внутри основного тела свалки. Отходы размещают либо в траншеях двухметровым слоем, либо на поверхности почвы слоем в 30 см и накрывают почвой или еще лучше — глиной (60 см). Вертикальный разрез полигона, приведенный на рис. 5.7, демонстрирует комбинацию слоев отходов и перекрывающих материалов. Практика показывает, что невозможно надежно изолировать отходы, однако ограничение проницаемости в пределах $10^{-8}-10^{-9} \text{ м/с}$ можно считать приемлемым. Эта информация основана на относительно краткосрочных наблюдениях (до 50 лет), и пока не существует надежных прогнозов на ближайшие 100 лет и более длительный период.

При организации полигона обязательно должны быть предусмотрены вертикальные газовые скважины. Это позволяет контролировать состав образующихся газов, которые могут быть использованы для отопления или получения иного рода энергии.

Процессы, происходящие на полигонах ТБО. В первую очередь, эти процессы определяются количеством ТБО, их морфологическим составом и свойствами. Вернуться в каталог учебников



Рис. 5.7. Схема устройства и функционирования полигона

На условия образования отходов влияют климато-географические особенности населенных мест, их крупность (число жителей), плотность и этажность жилой застройки, наличие объектов с компактным образованием отходов, благосостояние населения. С учетом этого для выбора системы транспортирования ТБО необходима достаточно точная информация по количеству и составу ТБО, их основным свойствам, сезонной и пиковой неравномерности образования, периодическим изменением свойств ТБО в зависимости от климата, роста или снижения потребления отдельных видов пищевых продуктов и т. д. Морфологический состав ТБО в Санкт-Петербурге следующий: содержание пищевых отходов колеблется в пределах 28–45 %, бумаги и картона — 20–30 %, древесины — 1–4 %, металла — 1,5–4,5 %, текстиля — 0,5–4,0 %, пластмасы — 1,5–5 %.

На полигонах ТБО последовательно проходят через пять стадий разложения (рис. 5.8):

- в течение кратковременной аэробной фазы сразу после размещения отходов их органические составляющие под воздействием кислорода воздуха превращаются в углекислый газ и воду;
- в течение первой анаэробной фазы возрастает активность ферментирующих и ацидообразующих бактерий; формируются летучие жирные кислоты, которые подкисляют реакцию среды и увеличивают подвижность тяжелых металлов;
- в следующей фазе анаэробного разложения возрастает активность метанообразующих микроорганизмов, тогда как подвижность тяжелых металлов снижается, выделяются в виде сульфидов;

- в дальнейшей фазе стабилизируется формирование метана, содержание которого составляет 50–60 % от общего образования газов, и уменьшается формирование жирных кислот и водорода;
- в конце процесса разложения в теле свалки остаются лишь трудно- и неразлагаемые вещества, постепенно атмосферный азот кислород проникают вглубь полигона.

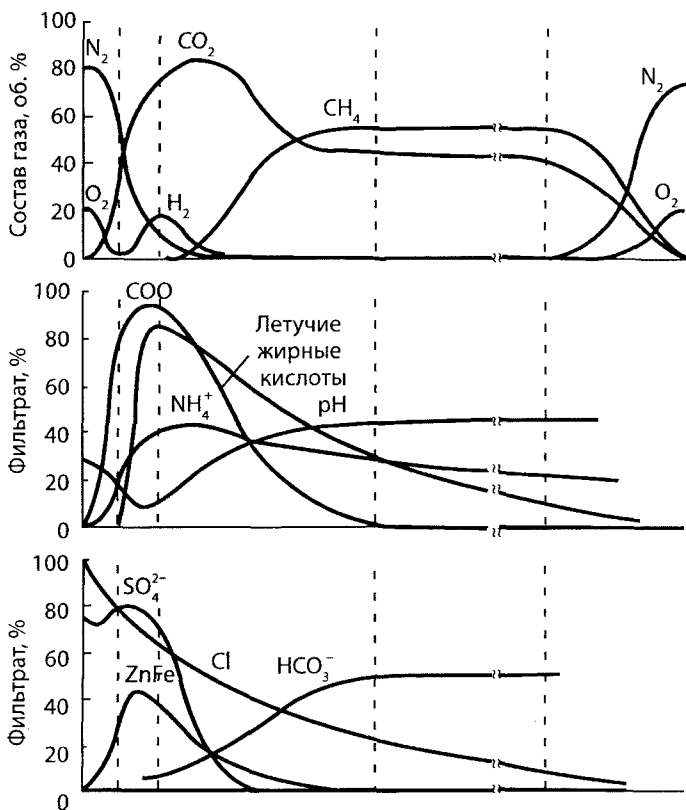


Рис. 5.8. Изменение химического состава газов и просачивающихся вод полигона ТБО в зависимости от возраста полигона

На этом же рисунке показаны также отдельные фазы образования газов: в течение кислотной ферментации содержание CO_2 постепенно возрастает и сопровождается также увеличением образования метана. Объем образующегося газа составляет 40–300 м³ на тонну отходов, продолжительность образования газов в целом оценивается в 10–25 лет. Однако объем газа, ко-

Качественные и количественные характеристики химического состава просачивающихся вод полигонов, показанные на рис. 5.8, относятся лишь к уровню прогноза от нескольких месяцев до десятков лет. Долговременный прогноз (сотни, тысячи лет может быть сделан на основе общих геологических и биогеохимических представлений о минералогенезе в земной коре.

Именно знание биогеохимических циклов основных элементов позволяет сформулировать следующие прогнозные показатели поведения поллютантов в теле полигона и оценить влияние различных факторов на их подвижность:

- трансформация реактивных органических соединений будет зависеть от величин рН, редокс-потенциала, концентрации неорганических ионов и растворимого органического углерода. Два последних фактора будут определять возможность образования подвижных комплексов с тяжелыми металлами, тогда как окислительно-восстановительные условия среды в долгосрочной перспективе будут определять возможность окисления сульфидов металлов увеличение их подвижности;
- иммобилизация загрязняющих веществ в теле полигона будет определяться физико-химическими свойствами его твердой фазы, такими как буферность к изменению рН, сорбционная емкость, емкость катионного обмена, порозность, водоудерживающая способность и т. д.

На практике геохимический и биогеохимический прогнозы поведения поллютантов могут быть сделаны на основе таких показателей, как редокс-потенциал, возможность образования органо-металлических комплексов и потенциал подкисления. Величина рН во многих случаях является решающим фактором, поскольку миграция почти всех тяжелых металлов резко возрастает в кислых условиях.

Следовательно, долговременный прогноз изменения величины рН позволит с определенной надежностью предсказывать возможность вымывания тяжелых металлов из муниципальных свалок.

Интегральная концепция переработки и захоронения отходов представлена на рис. 5.10. Схема включает в себя размещение и захоронение не только ТБО, но и промышленных отходов после специальных обработок или сжигания. Если зола и шлаки не содержат после сжигания вредных веществ, они могут быть использованы в качестве строительного материала; при содержании опасных веществ (тяжелых металлов) эти остатки должны быть захоронены глубоко под землей (штольни, отработанные шахты, шахтеры).



Рис. 5.10. Схема концепции интегральной переработки твердых отходов

Пути снижения экологического риска при обращении ТБО. Стратегия устойчивого развития и обеспечения приемлемого уровня экологической безопасности тесно связаны с управлением экологическими рисками в этой сфере деятельности. К сожалению, к настоящему времени проблема обращения ТБО с позиций рискологической науки пока не получила должного решения.

Тем не менее, было бы несправедливым сказать, что ничего в этом плане не делается. Тщательное изучение имеющегося материала показывает, что намечаются определенные подходы к тому, как это нужно делать.

Один из возможных подходов состоит в том, что весь процесс обращения ТБО раскладывается на элементарные этапы (шаги, процедуры). В каждом из них идентифицируются реальные, потенциальные и мнимые риски, проводится их идентификация, анализ и дается соответствующая

<http://учебники.информ2000.spb.ru/parisat/diplom.shtml>
характеристика. В более детальном изложении оценка экологического риска выглядит так:

1. Распознавание опасности — процесс определения и подробная характеристика конкретной угрозы, имеющей место на каждом этапе в сфере обращения с ТБО.
2. Оценка «дозы — эффекта» — процесс описания взаимоотношений между примененной или полученной дозой вещества (агента) и частотой отрицательного влияния ТБО на здоровье человека в каждом звене общей цепочки обращения ТБО.
3. Оценка воздействия, включающая в себя определение размера и характера группы людей, подвергшейся воздействию при обращении с ТБО данного источника. Необходимо принять во внимание, что могут иметь место синергетические эффекты, связанные с одновременным воздействием разных источников опасности.

После чего осуществляется сопоставительная оценка выявленных рисков по приоритетности и, наконец, принимается решение о том, как же поступать с тем или иным экологическим риском в каждом конкретном случае.

С самых общих позиций следует сказать, что снижение экологических рисков возможно, если придерживаться принципа предотвращения появления отходов, либо существенного их уменьшения.

Пока этот принцип не реализуем вследствие целого ряда причин, в том числе и менталитета граждан. Но отсюда следует, что развитие новых технологий должно быть ориентировано именно на такие подходы, когда принцип «контроль отходов» заменяется принципом «предотвращение появления отходов».

В целом стратегия управления отходами включает в себя как задачу повсеместного количественного уменьшения отходов, так и задачу качественного сокращения числа отходов. Вторая задача ориентирована на уменьшение особо опасных для здоровья человека отходов в краткосрочной перспективе, а первая подразумевает сокращение всех, в том числе и рециклируемых, отходов. И в том, и в другом случае на выходе мы получаем автоматически снижение экологических рисков.

В итоге стратегия управления ТБО и связанного с ним проявления экологического риска может быть сведена к следующим положениям:

- *максимально полное рециклирование и повторное использование неизбежных отходов;*
- *сведение к минимуму содержания загрязняющих веществ в ТБО;*
- *надежное и экологически безопасное размещение и обработка нерезицилируемых отходов;*

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ

- <http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>
- оптимизация заповедных территорий и подготовка до полигона;
 - предотвращение возникновения побочных проблем, связанных с современными методами размещением отходов;
 - принятие жестких мер против физических лиц и организаций, способствующих и организующих несанкционированные свалки.
-

ГЛОССАРИЙ

Анализ риска — процедуры выявления и установления природы источников риска; систематическое использование информации для идентификации опасности и последующей качественной и/или количественной оценки риска.

Антропогенный объект — объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

Аспект научный — конкретное направление, дисциплина, тезис, положение и т. д., выделяемое в научном исследовании.

Ассоциация — связь или корреляция между двумя и более предметами, ведущая к формированию схемы.

Безопасность — отражение в человеческом сознании условий его существования. Совокупность условий и факторов, формирующих состояние защищенности человека от угроз разного характера. Отсутствие недопустимого риска.

Благоприятная окружающая среда — окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

Ввод — способ интерпретации или классификации поступающих данных.

Восприятие — ощущение плюс классификация.

Время — период протяженности (длительности), обуславливающий существование и продолжительность действий, процессов или условий. Чтобы описать любое действие или движение, необходимо пользоваться понятиями «пространства» и «времени». На самом деле никто не знает, что такое время и существует ли оно объективно. Впрочем, никто не знает, что такое пространство, движение, вещество и энергия. Все это формулируется во взаимно обусловленных терминах,

а, в конечном счете — в терминах человеческого восприятия. «Фундаментальные» понятия относительны.

Виды безопасности — государственная, национальная, военная, экономическая, информационная, экологическая, продовольственная и т. д.

Виды деятельности — считается, что на сегодняшний день можно выделить почти 200 000 видов человеческой деятельности, многие из которых весьма опасны. Примеров больше, чем достаточно. Вождение и движение любых видов транспорта, работа на горно-обогатительном, металлургическом, химическом предприятии, работа в шахтах и т. д. На уровне отдельного предприятия или организации — это процессы, происходящие в области деятельности этой организации (например, обращение с опасными материалами, сжигание топлива в большом количестве, перекачка больших объемов жидкостей и газов и пр.).

Вред окружающей среде — негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

Вызывающее ущерб событие — событие, при котором опасная ситуация приводит к ущербу.

Гиперзрение — сверхбыстрое мышление с использованием данных, полученных путем экстрасенсорного восприятия, обычно на подсознательном уровне. Результат проявляется в виде «вспышки озарения» или «догадки». Общий термин для ретропознания и предпознания.

Гипотеза — научный термин для безумной догадки или идеи.

Жаргон — техническая терминология или характерные идиомы, используемые в различных областях знаний. Часто претенциозные или нарочито туманные.

Закон — определение частного или общего принципа, действующего в природе.

Знак — система сенсорных стимулов.

Деятельность в сфере природопользования — любой технический, промышленный или хозяйственный проект, законодательное положение, программа или разработка, касающиеся окружающей среды.

Допустимый риск — риск, который в данной ситуации считают приемлемым при существующих общественных ценностях.

Естественная экологическая система — объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом, энергией и информацией.

- Загрязнение окружающей среды** — поступление в окружающую среду вещества, тепловых, акустических, электромагнитных или микроволновых излучений и энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.
- Защитная мера** — мера, используемая для уменьшения риска.
- Зоны риска** — территория (область), на которую могут повлиять нежелательные проявления несчастного случая.
- Индексы** — величины описывающие отклонения рассматриваемых параметров от уровня, принимаемого за базовый.
- Источник риска** — технический объект, социальное или природное явление, которое при определённых обстоятельствах может привести к несчастному случаю.
- Инцидент** — такое событие или последовательность событий, которое может привести к несчастному случаю, если не будет остановлено.
- Индикаторы** — указатель, метка, сигнал, мера величины, мера свойства, мера параметров процесса, удовлетворяющая специальным требованиям, а также определённым правилам отбора. Информационный показатель, используемый в интересах процесса управления.
- Индивидуальный риск** — вероятность гибели индивида в результате несчастного случая при нахождении в определённой географической точке по отношению к опасному объекту.
- Индивидуальный экологический риск** — риск, который обычно отождествляется с вероятностью того, что человек в ходе своей жизнедеятельности испытает неблагоприятное экологическое воздействие. Индивидуальный экологический риск характеризует экологическую опасность в определенной точке пространства, где находится индивидум, т. е. характеризует распределение риска в пространстве.
- Информация** — степень непредсказуемости сообщения. Грубо говоря, информация — это то, что вы не ожидаете услышать. Информация в этом смысле может быть «истинной» и «ложной», но всегда непредсказуемой. По степени сопротивления новой информации судят о степени фундаментализма в культуре, субкультуре или отдельном человеке.
- Инфо-психология** — психология постиндустриального общества.
- Информационная пространство** — наш мир, Галактика, Вселенная, определяемая и измеряемая информационно. Мир сигналов, битов, цифровых элементов, записываемых, накапливаемых, обрабатываемых и передаваемых при помощи человеческого мозга и его электронных расширений.
- Классификация** — включение чего-либо в рамки установленной схемы посредством ассоциации

- Количественные меры оценки опасности** — величины, численные значения которых отражают уровень опасности. Такой величиной может быть риск.
- Количественные меры оценки безопасности** — величины, численные значения которых отражают уровень безопасности.
- Компоненты природной среды** — земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.
- Междисциплинарный подход** — использование сведений и методов из различных наук и искусств для анализа естественных феноменов.
- Мероприятие** — конкретное действие (действие) органов управления, одного человека, или группы лиц.
- Наилучшая существующая технология** — технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов.
- Неблагоприятное воздействие на окружающую среду** — воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к ухудшению качества окружающей среды.
- Неполнота описания объекта, события, процесса, явления** — нехватка наших знаний, вследствие приближенности выбираемых моделей, выбранного уровня описания, исходных предположений, нехватка информации и т. д.
- Неопределенность** — отсутствие точных знаний о стартовых, начальных значениях параметров и их количестве, вводимых в исходные уравнения.
- Нормативы в области охраны окружающей среды (природоохранные нормативы)** — установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.
- Нормативы качества окружающей среды** — нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.
- Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду** — нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воз-

действия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду — нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и/или отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и/или акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов — нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимых физических воздействий — нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Область деятельности — основная функция организации (производство, хранение, транспорт, утилизация, услуги и др.).

Обратная связь — информация, возвращаемая в качестве ответа, содержащая исправления и дополнения.

Объективный — предположительно «реальный в себе», а не воспринимаемый органами чувств. Противоположность субъективному.

Окружающая среда — природа плюс все то, что создал человек; внешняя среда, в которой функционирует природопользователь; природная среда плюс социум и все объекты технической и хозяйственной деятельности.

Определение — значение слова. Схема классификации, в которую оно попадает.

Определение приоритетных рисков — ранжирование компонентов риска по их актуальности (значимости).

Оперативные мероприятия для уменьшения риска — целенаправленный комплекс мероприятий для локализации и уменьшения последствий происшествия.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

Опасность — в общем случае — это угроза, исходящая от кого-то кому-то, от кого-то чему-то, от чего-то кому-то, от чего-то чему-то. Опасность — это информационный сигнал, имеющий смысл и степень значимости, на который последует или не последует реакция приемника. Неотъемлемое свойство вещества или реальной ситуации, связанное с возможностью нанесения вреда здоровью человека и/или окружающей среде. Потенциальный источник возникновения ущерба.

Опасность мнимая — опасность проигнорированная человеком или неверно им оцененная. Опасность, о которой человек даже не догадывался.

Опасность потенциальная — опасность, которая существует, но может проявиться только при возникновении заданной группы условий.

Опасность реальная — очевидная опасность.

Основное событие — главное событие несчастного случая, в результате которого проявляются опасности.

Опасная ситуация — обстоятельства, в которых люди, имущество или окружающая среда подвергаются опасности.

Отложенный риск — риск, который по тем или иным причинам, на данный момент считается не актуальным. При этом он не должен полностью исключаться из рассмотрения при проведении процедуры анализа риска и последующей итерации.

Оценивание риска — основанная на результатах анализа риска процедура проверки, устанавливающая, не превышен ли допустимый риск.

Оценка воздействия на окружающую среду — вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

Оценка риска — общий процесс анализа и оценивания риска.

Оценка экологического риска — процедура анализа экологического риска, включающая в себя оценки вероятности возникновения неблагоприятного воздействия, вероятности поражения объектов окружающей среды, величины и цены экологического риска.

Ощущение — регистрация изменений во внешнем и внутреннем окружении. Сенсорная деятельность до ее классификации.

Параметры риска — количественно (численно) выраженные признаки (величины), воздействующие на риск, которые можно использовать в математических моделях риска. Параметры риска считаются постоянными в процессе решения конкретной задачи.

Вернуться в каталог учебников

Планирование — представление в виде последовательности шагов совокупности действий, их характера, времени исполнения и т. д. органов управления, направленных на достижение определенной цели.

Последствия — количественно или качественно выраженный результат несчастного случая.

Побуждающее событие — первый шаг в последовательности событий, которая ведёт к несчастному случаю.

Превентивные мероприятия для уменьшения риска — целенаправленный комплекс мероприятий, направленных на уменьшение вероятности события и уменьшение объёма возможных убытков до проишествия.

Природная среда, природа — все объекту внешнего по отношению к человеку мира, не содержащие элементов технической и хозяйственной деятельности. В состав природной среды входят биотические и абиотические компоненты. Совокупность всех природных компонентов.

Природный объект — естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

Природно-антропогенный объект — природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и/или объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное, защитное или иное значение.

Происшествие — событие, в результате которого причиняется вред (убытки), ситуация несчастного случая, в которой, по счастливой случайности, люди не пострадали.

Процесс — последовательность состояний, фаз, актов, шагов, действий и т. д.

Природные среды — компоненты природной среды, природные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве сырья, источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность.

Приемлемый экологический риск — риск, уровень которого оправдан с точки зрения как экологических, так и экономических, социальных и других аспектов в конкретном обществе и в конкретное время.

Предельно допустимый экологический риск — максимальный уровень приемлемого экологического риска. Он определяется по всей совокупности неблагоприятных экологических эффектов и не должен превышать независимо от интересов экономических или социальных систем.

Пренебрежимый экологический риск — минимальный уровень приемлемого экологического риска. Находится на уровне флуктуаций уровня фонового риска или определяется как 1 % от предельно допустимого экологического риска. В свою очередь, фоновый риск — это риск, обусловленный наличием эффектов природы и социальной среды обитания человека.

Профессиональный риск — риск, связанный с профессиональной деятельностью конкретного человека.

Риск — вероятность возникновения конкретного, как правило, нежелательного эффекта в течение определенного времени или при определенных обстоятельствах. Одно из возможных определений.

Риск индивидуальный — риск человеческого индивидуума быть убитым в течение года в результате какой-либо деятельности.

Риск коллективный — риск группы людей, объединенных сложившимися обстоятельствами.

Риск природный — риск, обусловленный факторами природного характера.

Риск техногенный — риск, обусловленный хозяйственной деятельностью.

Риск экологический — риск, обусловленный нарушениями в экосистемах. Очень часто под экологическим риском понимается произведение вероятности возникновения нежелательного события на магнитуду возможных последствий. При этом то и другое выражаются в баллах. Есть и другие определения экологического риска. Например, риск, связанный с вероятностью нанесения вреда здоровью человека, обусловленный присутствием загрязняющих веществ в компонентах природной среды или в пище. (См. экологический риск).

Рискологический подход — способ исследования проблемы, в котором риск применяется как мера комплексной оценки параметров нежелательных феноменов, процессов, явлений, ситуаций и т. д., и как инструмент управления действиями, мероприятиями, средствами, ресурсами и т. д. с целью упреждения, минимизации (нейтрализации) возможных угроз и опасных ситуаций.

Система — набор (совокупность) связанных между собой элементов, образующий нечто новое, существующее как единое целое, со свойствами, отсутствующими у каждого из элементов, взятых в отдельности.

Символ — знак плюс ассоциируемое понятие.

Синергетика — 1. Теория диссипативных структур. 2. Термодинамика систем, находящихся далеко от состояния термодинамического равновесия — термодинамика сильно неравновесных систем. 3. Дина-

мическая теория информации. 4. Суммирование, сложение. 5. Исследования, проводимые с позиций междисциплинарного подхода. 6. Теория саморегуляции.

Синергия — поведение системы в целом, которое невозможно предсказать на основе анализа ее частей, или подсистем. Эффект суммации действия разных агентов.

Синхронистичности принцип Юнга — в данной трактовке звучит следующим образом: «Все события, происходящие одновременно, неким образом связаны и оказывают взаимное влияние друг на друга», Закон Ассоциации сформулированный в терминах времени.

Стимулы — то, что вызывает ощущения. Флуктуация энергии.

Социальный риск — вероятность того, что в результате несчастного случая погибнет не менее *n* человек. Он характеризует серьезность аварии (двухмерная величина, показывающая связь между количеством погибших людей и вероятностью того, что это число будет превышено).

Схема — графическое представление, на котором в целом отражена модель объекта, явления, процесса, устройства и т. д. Схема — это совокупность связей между самыми разнообразными элементами, объединяющими эти элементы в единую систему.

Социум — в глобальном масштабе — человеческая цивилизация, в масштабе государства — народ этого государства плюс все структуры и организации, регулирующие и управляющие этим народом, на уровне города или поселка (деревни) — население плюс органы управления.

Технология — приложение знаний (научных, художественных, психических) для достижения практических результатов. Использование методов, навыков, ремесел, искусств, наук и верований для обеспечения материальных нужд человека.

Управление риском — совокупность технических, организационных, правовых и политических мероприятий, направленных на уменьшение вероятности происхождения нежелательного события и уменьшение объема возможных последствий.

Ущерб — потери людей и материальных ценностей.

Управление рисками — проведение специальных мероприятий, имеющих направленный характер и направленных на достижение конкретной цели. Действия органов управления для изменения создавшейся обстановки.

Фоновый риск — риск, обусловленный наличием эффектов природы и социальной среды обитания человека.

Чрезмерная экологическая опасность — экологическая опасность с таким уровнем экологических угроз, при котором нарушается соответствие среды обитания объектов живой природы их врожденным и приобретенным свойствам.

Цена экологического риска — совокупный эффект экологического и экономического ущербов, окружающей среды, к которому может привести экологический риск.

Управление экологическим риском — процедура анализа риска, в результате которой на основе данных оценки экологического риска принимается решение о приемлемости величины и минимизации цены экологического риска.

Угрозы — событие(я), возможное в будущем, в процессе которого причиняется вред (убытки): ущерб здоровью, имуществу или среде.

Универсальные понятия — понятия, существующие в большинстве человеческих культур и связанные с одним и тем же предметом или явлением. Например, закон тяготения.

Ущерб — пересчитанные в денежный эквивалент потери материальных ценностей, здоровья, качества компонентов окружающей среды, отдельных видов животных и растений, почвы и пр. Например, ущерб компонентам природной среды — это то количество денег, которые необходимо затратить для возврата этих компонентов к их исходному состоянию, имеющему место быть до нанесения ущерба.

Факторы риска — качественно выраженные признаки (критерии), воздействующие на риск.

Чрезмерный уровень риска — термин, получившее в последнее время широкое распространение в практической деятельности по обеспечению безопасности. Его введение основано на аксиоматической формулировке понятия о предельно допустимом уровне (ПДУ) риска для индивидуума.

Экологические аспекты — элементы видов деятельности организации, ее продукции или услуг, в результате которых может возникнуть экологическое воздействие.

Экологический аудит — независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологическая безопасность — состояние защищенности человека, общества и окружающей среды от чрезмерной экологической опасно-

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pф/napisat-diplom.shtml>

сти. Состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Это нормативное определение. Имеются и другие определения понятия «экологическая безопасность».

Экологическое воздействие на окружающую среду — любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности организации — природопользователя, ее продукции или услуг.

Экологическая опасность — потенциальная угроза любого эффекта неблагоприятного экологического воздействия.

Экологический риск — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для здоровья человека и природной среды, вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными (аварийными) ситуациями природного и техногенного характера. Имеются и другие определения экологического риска.

Экологический ущерб — ущерб окружающей среде от неблагоприятного воздействия, выраженный в натуральных показателях.

Экономический ущерб — стоимостное выражение экологического ущерба.

Экологические факторы — количественные или качественные оценки экологических воздействий, характеризующиеся пространственным и временным масштабом, вредностью, токсичностью веществ, жесткостью физических воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. Н. Башкин*. Экологические риски. Расчет, управление, страхование. М.: Высшая школа, 2007. 358 с.
2. *Л. Н. Блинов, В. В. Букреев*. Автотранспорт, экология, безопасность. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2007. 266 с.
3. *В. П. Буянов*. Управление рисками (рискология). М.: Экзамен, 2002. 384 с.
4. *П. А. Ваганов, М. С. Им*. Экологические риски. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. университета, 2001. 152 с.
5. *П. А. Ваганов*. Человек. Риск. Безопасность. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. университета, 2002. 160 с.
6. *П. А. Ваганов*. Как рассчитать риск здоровью из-за загрязнения окружающей среды. Задачи с решениями. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. университета, 2008. 130 с.
7. Гидрометеорологические риски / Под ред. Л. Н. Карлина. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 280 с.
8. *Л. Н. Карлин, В. М. Абрамов*. Управление энвиронментальными и экологическими рисками. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2006. 330 с.
9. *Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Риски, генерируемые исполнением ФЦП Сочи-2014. Мониторинг, анализ и приближенная оценка для целей стратегического планирования // Территориально-стратегическое планирование. Стратегическое планирование в регионах и городах России. 2009. № 9. С. 95–98.
10. *Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский*. Технологии управления берегопользованием с применением инструмента риска // Современные концепции берегопользования. Т. I. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2009. С. 124–170.
11. *Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский*. Рискологические исследования в РГГМУ // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 2. С. 5–20.
12. *Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский*. Управление рекреационной деятельностью в береговой зоне // Современные концепции берегопользования. Т. II. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2010. С. 183–224.
13. *А. В. Марова*. Методы обеспечения экологической безопасности полигона «Красный Бор» на основе рискологического подхода. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. СПб.: РГГМУ, 2011.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.pdf/uchebniki.shtml>

14. *А. А. Музалевский*. Экология: Учебное пособие. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 604 с.
15. *А. А. Музалевский*. Риски порождаемые исполнением ФЦП Сочи-2014. Мониторинг, идентификация и скрининговая оценка. Международные научные чтения «Белые ночи-2008». Санкт-Петербург, 2008. Материалы. Ч. 2. С. 61–67.
16. *А. А. Музалевский*. Методология риска как инструмент управления хозяйственной деятельностью на урбанизированных территориях // Экологические проблемы XXI века. Изд-во «Warszawa» (Польша), 2010. С. 179–187.
17. *А. А. Музалевский*. Традиционный и коэволюционный взгляды на системные подходы к проблеме управления экологическими рисками // Экологические проблемы XXI века. Изд-во «Warszawa» (Польша), 2010. С. 69–99.
18. *А. А. Музалевский, О. Г. Воробьев, А. И. Потапов*. Экологический риск: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2001. 110 с.
19. *А. А. Музалевский, П. Н. Карлин*. Учет экологических рисков при стратегическом планировании прибрежных территорий // Посткризисный мир и новый этап стратегирования. Доклады участников VIII Общероссийского форума «Стратегическое планирование в регионах и городах России». Санкт-Петербург, 19–20 октября 2009 г. Научная ред. д.э.н. Б. С. Жихаревича. СПб.: Международный центр «Социально-экономических исследований — Леонтьевский центр», 2010. С. 123–129.
20. *А. А. Музалевский, М. П. Федоров, Л. Н. Блинов*. Нанохимия и наноматериалы: Экологические аспекты и риски // Фундаментальные исследования и инновации в технических университетах. Материалы XII Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы. Санкт-Петербург, 14 мая 2008 г. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 2008. С. 38–47.
21. *А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Риск: анализ оценка, управление. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 232с.
22. *А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Что мы хотим определить, оценить и чем мы хотим управлять? Методологические аспекты проблемы риска // Управление риском. 2006. № 3. С. 50–63.
23. *А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Управление безопасным функционированием сложных систем в условиях ЧС с использованием инструмента риска // Безопасность жизнедеятельности. 2006. № 7. С. 33–39.
24. *А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Системный подход к управлению экологическими рисками: Традиционные и новые подходы // Безопасность в техносфере. 2007. № 1. С. 18–24.
25. *А. А. Музалевский, Е. А. Яйли*. Анализ риска как необходимый инструмент управление уровнем экологической безопасности на урбанизированных

- территориях // Экология урбанизированных территорий». 2009. № 2. С. 56–61.
26. *А. И. Потапов, В. Н. Воробьев, Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский.* Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды: Научное, учебно-методическое, справочное пособие. В 3-х частях. Ч. 3: Управление качеством окружающей среды. СПб.: РГТМУ, 2006. 598 с.
27. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. М.: Наука, 2000. 431 с. (Серия «Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения»).
-

ОБ АВТОРАХ

КАРЛИН ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ



Доктор физико-математических наук, профессор, автор свыше 170 научных работ, в том числе 11 книг — научных изданий, монографий и учебных пособий. Заслуженный работник высшей школы РФ.

Имеет государственные награды: Орден Дружбы, Медали 300 лет Российскому флоту, 300 лет Санкт-Петербурга. Почетный знак «За заслуги перед Петербургом». Медаль «За достижения по охране окружающей среды» (Минприроды РФ). Лауреат Национальной экологической премии России за цикл работ, посвященных проблемам экологически безопасной эксплуатации полигона по захоронению и утилизации токсичных отходов «Красный Бор» (Ленинградская область), 2004 г.

Крупный организатор в области образования и науки, член научно-экспертного Совета Морской Коллегии при Правительстве Российской Федерации; член Межведомственной Национальной океанографической комиссии; национальный координатор проекта МОК-ЮНЕСКО «ТЕМА»; член научно-технического Совета при Правительстве Санкт-Петербурга; член редколлегии журнала «Океанология», национальный координатор Российской Федерации по Статье 6 РКИК ООН.

Профессор Л. Н. Карлин руководит Учебно-методическим объединением по образованию в области гидрометеорологии. Под его руководством подготовлены стандарты третьего поколения по направлению «Прикладная гидрометеорология». Он автор руководящих и методических документов Всемирной метеорологической организации по образованию в области гидрометеорологии. Профессор Л. Н. Карлин читает ряд учебных курсов, является автором учебников для высшей школы.

Карлин Л. Н. — ученый с мировым именем в области гидрометеорологии и охраны окружающей среды. Им сформулировано и разработаны ряд научных направлений в области физики океана, охраны окружающей среды, комплексного управления прибрежными зонами, морской экономики. Руководит крупными научными международными и российскими проектами, в том числе проектами ЮНЕСКО, ФЦП «Мировой океан», ведомственными (Минэкономразвития, Минобрнауки, Минприроды, Минобороны, РАН и др.). Под его руководством организовано более 30 крупных морских экспедиций по изучению экосистем Балтийского, Белого и Баренцева морей.

Результаты научных исследований профессора Л. Н. Карлина нашли свое применение в экономике РФ, Санкт-Петербурга и Ленинградской области и способствовали повышению эффективности морской деятельности, охране окружающей среды.

МУЗАЛЕВСКИЙ АНАТОЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Доктор технических наук (к. физ.-мат. н.), профессор, Изобретатель СССР — автор нескольких значимых изобретений. Обладатель золотой и серебряной медали ВДНХ СССР. Академик МАНЭБ. Награжден медалью им. В. И. Вернадского и орденом «Знак Почета» за вклад в развитие экологической науки.

Крупный ученый в сфере теоретической и прикладной экологии и рискологии. К настоящему времени опубликовал свыше 180 научных работ в авторитетных научных журналах СССР, России и ряда ведущих стран мира. Автор и соавтор 12 научных монографий и учебных пособий, среди которых трехтомник «Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды» (Т. 1 — 2003 г.; Т. 2 — 2005 г.; Т. 3. — 2006 г. Изд. РГГМУ), «Риск: анализ, оценка, управление» (2005 г., книга переработана и переиздана в изд. РГГМУ в 2008 г.), учебник «Экология» (Изд. РГГМУ, 2008 г.).



Профессор Музалевский А. А. с 1968 по 1992 гг. работал в научных учреждениях как физик-теоретик. В этом периоде деятельности им выполнены наиболее значимые работы по теории сегнетоэлектричества

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>

<http://учебники.информ2000.pdf/napisat-diplom.shtml>

и стеклообразных полупроводников, решен ряд важных задач по электрогидродинамике. Им теоретически предсказаны и подтверждены экспериментально три эффекта, два из которых нашли затем свое применение в аппаратуре специального назначения.

С 1989 г. ведет теоретические и прикладные исследования по экологической тематике. Область интересов: нелинейная динамика, внешние технологии в оценке и управлении состоянием и качеством природно-технических систем, проблемы обеспечения экологической безопасности.

Один из разработчиков и научный руководитель специального проекта «Разработка методологии и создание высокоэффективной универсальной авиалаборатории двойного назначения на базе авианосителя нового поколения ИЛ 114».

Как эксперт готовил ряд важных документов для Президента РФ, руководящих лиц Правительства РФ и города Санкт-Петербурга. Им выполнено несколько специальных проектов по заданиям МПР, МЧС и других ведомств и организаций.

Научный руководитель и научный консультант успешно защищенных нескольких докторских и кандидатских диссертаций, в которых применен разработанный им совместно с профессором Карлиным Л. Н. индикаторно-рискологический подход к оценке экологического состояния и управлению качеством компонентов окружающей среды на урбанизированных территориях, показавший на практике свою эффективность.

С 2008 г. по настоящее время профессор кафедры экологии РГГМУ, где ведет научную работу и читает ряд курсов лекций, в том числе свой оригинальный «Экологические риски». Профессор Музалевский А. А. является также гл.н.с. НИС РГГМУ и гл.н.с. «Центра перспективных исследований» СПбГПУ.

Информация о профессоре Музалевском А.А. опубликована в двух российских энциклопедиях «Инженеры Санкт-Петербурга» и «Ракетная техника России» (Изд. «Гуманистика», 2003 г.), в книге «Золотой фонд профессионалов Санкт-Петербурга» (2011 г.), а также на сайтах СЗТУ, РГГМУ, СПбГПУ и в других, в том числе зарубежных источниках.

УЧЕБНИКИ, ДИПЛОМЫ, ДИССЕРТАЦИИ - а заказ
полные тексты т I

На сайте электронной библиотеки
www.учебники.информ2000.рф

НАПИСАНИЕ на ЗАКАЗ:

1. Диссертации и научные работы
2. Дипломы, курсовые, рефераты, чертежи...
3. Школьные задания

Онлайн-консультации

ЛЮБАЯ тематика, в том числе **ТЕХНИКА**

Приглашаем авторов

Музалевский Анатолий Александрович,
Карлин Лев Николаевич

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Компьютерная верстка:

В. В. Мещерин, О. В. Шакиров

Подписано к печати 30.12.11. Формат 60 × 84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать цифровая. Печ. л. 28,0. Тираж 500 экз. Заказ 5150.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии Химического факультета СПбГУ.
198504, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр. 26.

Вернуться в каталог учебников

<http://учебники.информ2000.рф/учебники.shtml>

Узнайте стоимость написания студенческой работы на заказ
<http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml>

Вернуться в каталог учебников
<http://учебники.информ2000.рф/uchebniki.shtml>