

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ  
ПРОДУКЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

2021

## РЕФЕРАТ

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ВКР (магистерская диссертация) состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка, включающего 60 наименований. Работа включает 12 таблиц и 12 рисунков. Общий объем ВКР (магистерской диссертации) – 68 страниц.

Ключевые слова: радиационная обработка, пищевая продукция, сельскохозяйственная продукция, ионизирующее излучения, инновационный проект, агропромышленный комплекс.

Цель исследования – провести оценку эффективности проекта радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий. Объектом исследования выступает создаваемый Центр радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий.

Научная новизна исследования состоит в применении традиционных методов оценки эффективности к новому методу радиационной обработки продукции, разработанного Институтом Электрофизики Уральского отделения Российской Академии Наук (ИЭФ УрО РАН) и внедряемого в технологические процессы агропромышленных комплексов Свердловской области.

Практическая значимость исследования заключается в комплексной оценке экономической эффективности проекта создания Центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий с учетом различных уровней загрузки оборудования.

Эффективность рекомендаций – использование ускорительной техники отечественного производства и современные подходы радиационной обработки в значительной степени снижают как капитальные затраты по стоимости ускорителей, так и эксплуатационные расходы. При 25% загрузке центра радиационной обработки он окупается за 5 лет.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Использование радиационных технологий в агропромышленной отрасли .....	7
1.1 Актуальность проблемы микробиологического загрязнения продукции агропромышленных холдингов .....	7
1.2 Принципы применения ионизирующего излучения для радиационной обработки продукции пищевой и сельскохозяйственной промышленности .....	10
Выводы по первой главе.....	13
2 Анализ мирового опыта реализации проектов по радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции.....	14
2.1 Глобальный рынок радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции .....	14
2.2 Российский рынок радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции .....	21
2.3 Анализ потенциальных заказчиков услуг по радиационной обработке продукции в свердловской области .....	23
2.4 Теоретические основы инвестиционного проектирования и показатели экономической эффективности. ....	26
Выводы по второй главе.....	36
3 Оценка эффективности проекта по созданию центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий .....	37
3.1 Характеристика центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий .....	37
3.2 Специфические риски, сопровождающие реализацию проекта.....	41
3.3 Оценка экономической эффективности проекта при разных уровнях загрузки .....	43
Выводы по третьей главе.....	59
Заключение.....	60
Библиографический список.....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Современные агропромышленные предприятия терпят значительные убытки, связанные с потерей от 10 до 30% продукции от микробиологического загрязнения. Производители сельскохозяйственной и пищевой продукции, стремящейся к увеличению сроков хранения, а также биологической безопасности продукции внедряют новые методы их обработки. На сегодняшний день широкую популярность в мире набирает методы радиационной обработки с применением различных видов ионизирующего излучения.

Поэтому *цель* настоящей работы – провести оценку эффективности проекта радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие *задачи*:

- изучить особенности использования радиационных технологий в агропромышленном секторе;
- проанализировать мировой опыт реализации проектов по радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции;
- провести сравнительный анализ глобального и российского рынков;
- оценить практическую потребность Свердловской области в радиационной обработке продукции;
- разработать практические аспекты реализации проекта по созданию Центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий;
- изучить специфические риски, сопровождающие реализацию проекта;
- оценить экономическую эффективность проекта при разных уровнях загрузки оборудования.

*Предметом* исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в сфере оценки эффективности инвестиционных проектов.

*Объектом* исследования выступает создаваемый Центр радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий.

В качестве *методов* проведения исследования использованы: системный подход, методы сбора и обработки информации, методы обобщения и сравнения, а также показатели оценки эффективности инвестиционных проектов.

Высокая *степень разработанности* темы исследования подтверждается приведенной значительной выборкой информации. В российских и зарубежных странах применяется множество способов оценки эффективности инвестиционных проектов по направлению радиационных технологий. Вместе с тем, теоретические и научные исследования в области оценки эффективности новым методом радиационной обработки являются еще недостаточно исследованными для российского рынка в силу сравнительно недавнего формирования сектора и появления нормативной базы.

*Научная новизна* исследования состоит в применении традиционных методов оценки эффективности к новому методу радиационной обработки продукции, разработанного ИЭФ УрО РАН и внедряемого в технологические процессы агропромышленных комплексов Свердловской области.

*Практическая значимость* работы заключается в комплексной оценке экономической эффективности проекта создания Центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий с учетом различных уровней загрузки оборудования. Оцениваемые показатели демонстрируют высокую экономическую эффективность применения радиационных технологий в пищевой и сельскохозяйственной промышленности. В частности, Центр по радиационной обработке яиц, зернобобовых культур и комбинированных кормов при 25% загрузке окупается за 4 года.

*Информационно-эмпирической базой* написания магистерской диссертации выступили периодические публикации, патенты и результаты научных исследований, посвященных оценке эффективности инвестиционных проектов в сфере радиационных технологий.

Поставленная цель и задачи определили логику изложения и *структуру магистерской диссертации*, которая состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка. В первой главе оценена актуальность проблемы микробиологического загрязнения пищевой продукции, а также исследуется использование различных методов радиационной обработки продукции пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Во второй главе представлен анализ мирового и российского опыта реализации радиационных технологий в агропромышленных холдингах. В третьей главе проведена комплексная оценка эффективности проекта по созданию Центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий в Свердловской области.

# **1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ**

## **1.1 Актуальность проблемы микробиологического загрязнения продукции агропромышленных холдингов**

С самого начала своего присутствия на Земле люди пытались продлить срок хранения пищевых продуктов (ПП), которые они собирают или получают по средствам охоты. Одним из первых подходов к сохранению продуктов животного происхождения было приготовление, копчение и замораживание. Однако рост населения увеличил потребность в продлении срока годности, что потребовало внедрения новых методов. Среди относительно недавних методов широкое распространение получило обработка УФ-излучением [1-3], и ионизирующим излучением [4-7]. Несмотря на то, что общественные движения выражают сомнения относительно использования облучения в процессе обработки пищи, в настоящее время существует мнение, что его использование имеет больше преимуществ, чем недостатков. С другой стороны, недостатки могут быть существенно уменьшены, если во время применения ионизирующего излучения соблюдать меры безопасности, чтобы гарантировать использования соответствующей дозы и не допустить негативных последствий.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения от отравления пищевыми продуктами и водой ежегодно умирает 2 млн человек. Примечательно, что статистика пищевых отравлений остается стабильно высокой как для развивающихся, так и для развитых стран. Более 1.3 млрд тонн в год или 30% от всего произведенного объема продовольствия теряется из-за микробиологического загрязнения в мире [8]. Таким образом, ключевой проблемой пищевой и сельскохозяйственной промышленности до сих пор остается микробиологическое загрязнение продукции. Использование химической, паровой и ультрафиолетовой обработки не всегда представляется возможным, а в каких-то случаях является высокочрезвычайно затратным процессом.

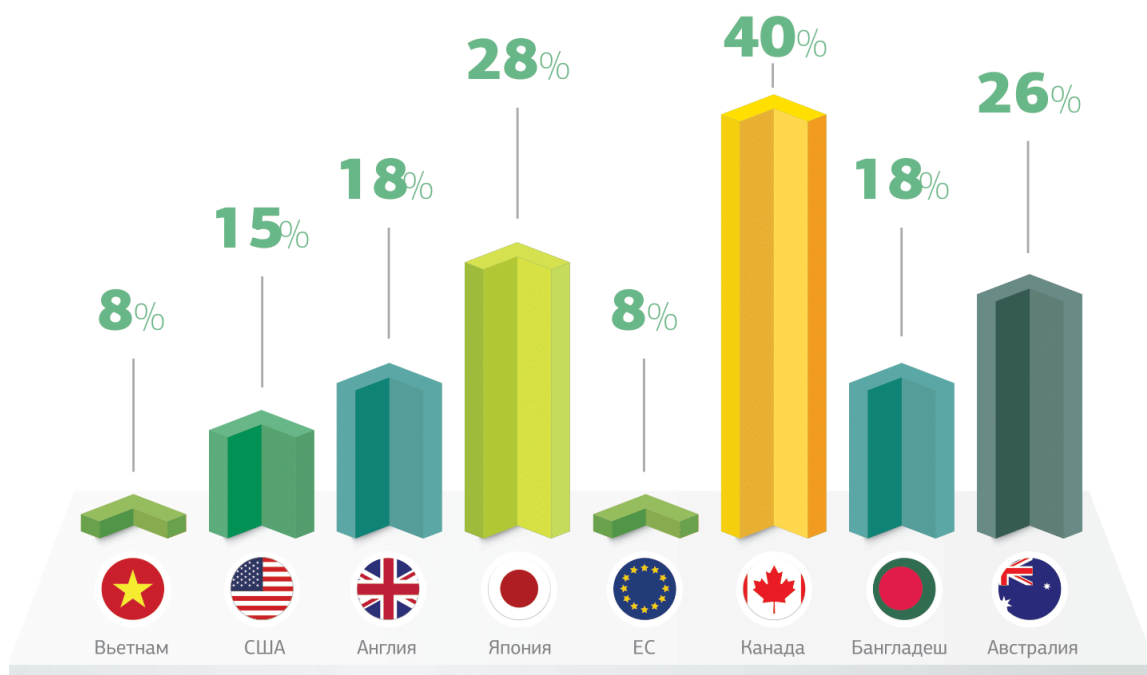


Рисунок 1 – Статистика по пищевым токсикоинфекциям (от общего числа населения) [9]

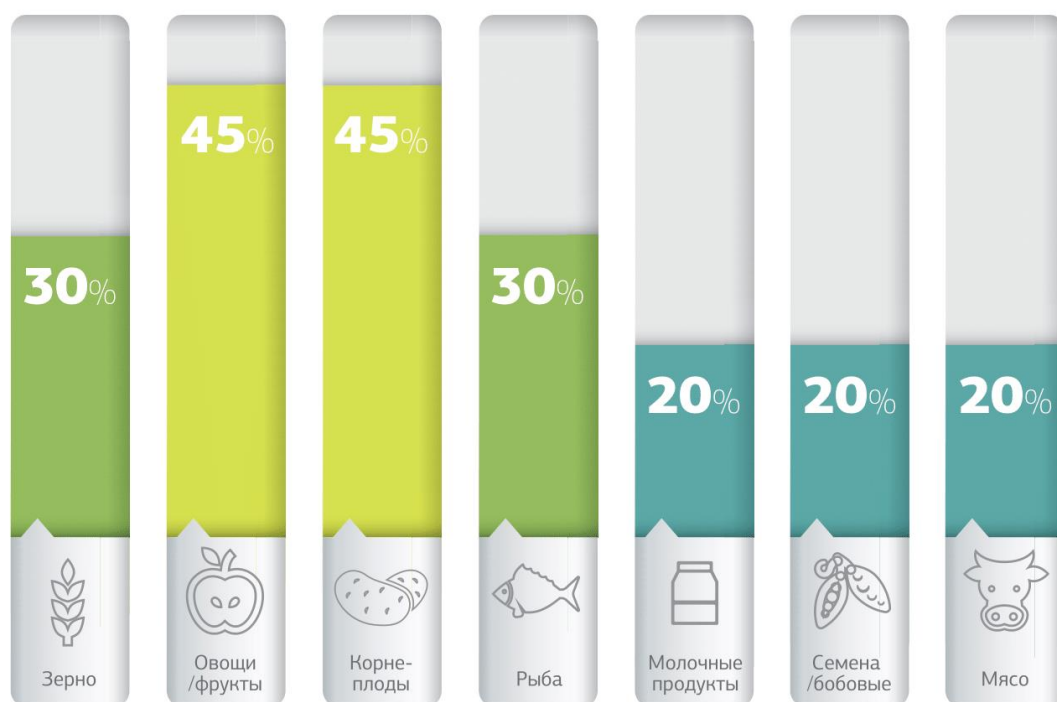


Рисунок 2 – Мировые потери продукции на всех этапах производства [10-11]



Мировой рынок продуктов питания, включая выращивание, хранение, переработку, доставку и реализацию конечному потребителю, является одним из наиболее динамично развивающихся рынков в мире. По данным Pegasus Agritech общий объем глобального рынка сельскохозяйственной индустрии и пищевой промышленности в 2012 г. составил 4,2 трлн долларов, при прогнозе роста 4,4% в период до 2017 г [12]. Интенсификации процессов технологических изменений в пищевой и сельскохозяйственной промышленности способствует рост численности населения на фоне изменения структуры потребления. Так в развивающихся странах с ростом благосостояния населения увеличился объем потребляемых продуктов питания, а также изменилась структура потребления — возросла доля животного белка (мясная и молочная продукция). в развитых странах меняются требования к качеству продукции (условия выращивания, состав, упаковка) и также меняется структура потребления за счет включения в рацион все новых видов продуктов, не подлежащих длительному хранению (тропические фрукты, грибы, рыба, морепродукты). В частности, европейский рынок экзотических фруктов (тамаринд, личи, маракуйя и др.) в количественном отношении вырос на 22% в период с 2009-2013 гг. в 2012 г. его объем составил 85 млн евро. Увеличение масштабов производства, удлинение логистического плеча и распространение крупноформатной торговли и логистических центров накладывает новые требования на упаковку и обработку пищевых продуктов. Реализация продуктов через крупные торговые сети требует значительного увеличения сроков хранения: например, для тропических фруктов с единиц дней до недель, месяца и больше. Аналогично — для охлажденной рыбной и мясной продукции; дальние перевозки накладывают высокие требования на обработку фруктов и овощей. В настоящее время существует широкая линейка способов обработки продуктов для их стерилизации, дезинфекции и увеличения срока хранения. Одними из таких технологий являются облучения специально упакованных

продуктов потоком электронов или с помощью источника гамма-излучения [13].

## **1.2 Принципы применения ионизирующего излучения для радиационной обработки продукции пищевой и сельскохозяйственной промышленности**

В данном разделе будет рассмотрено использование современного метода физической обработки продукции с использованием ионизирующего излучения для снижения порчи и увеличения биологической безопасности.

Ионизирующее излучение обладает очень высоким биологическим эффектом. В основе первичных радиационно-химических изменений молекул среды лежат два механизма, такие как прямое и косвенное действие ионизирующего излучения. Под прямым действием понимают такие изменения, которые возникают в результате поглощения энергии излучения самими исследуемыми молекулами. Под косвенным действием понимают изменения молекул в растворе, вызванные продуктами радиолиза воды или растворенных веществ, а не энергией излучения, поглощенной самими исследуемыми молекулами [14-15].

Облучение ионизирующим излучением — это физическая холодная обработка, при которой продукты питания подвергаются воздействию определенной дозы ионизирующего излучения. На сегодняшний день она используется в более чем 40 странах мира и применяется для обработки более чем 60 типов продуктов питания. Облучение пищевых продуктов может контролировать заражение насекомыми, уменьшать количество патогенных или вызывающих порчу микроорганизмов, а также задерживать или устранять естественные биологические процессы, такие как созревание, прорастание или прорастание свежих пищевых продуктов.

На сегодняшний день в коммерческих целях широко используются три вида источников ионизирующего излучения для обработки продуктов питания, медицинских и фармацевтических устройств [16]:

- источники высокоэнергетического гамма-излучения ( $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ );
- источники рентгеновское излучение;
- ускорители электронов.

В соответствии с общим стандартом Кодекса на облученные пищевые продукты [17], только эти источники ионизирующего излучения разрешено использовать при облучении пищевых продуктов. Эти типы излучения называются «ионизирующими», потому что их энергия достаточно высока, чтобы вытеснить электроны из атомов и молекул и преобразовать их в электрически заряженные частицы называется ионами. Принцип работы центра радиационной обработки представлен на рисунке 3.

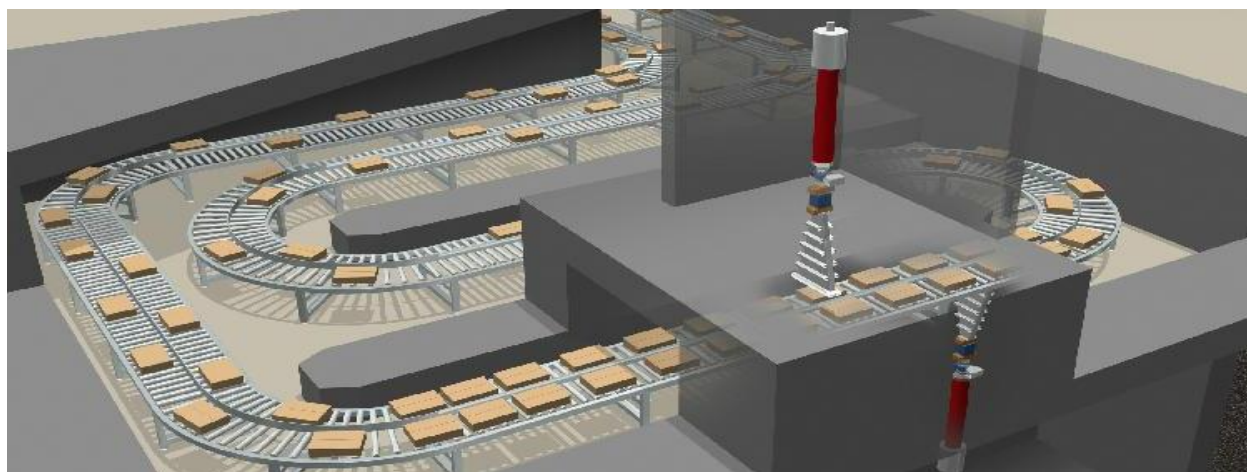


Рисунок 3 – Визуализация центра радиационной обработке

Энергия излучения от ранее упомянутых источников не должна быть слишком высокая, чтобы вызвать радиоактивность в любом материале, включая пищевые. Поэтому для источников рентгеновского излучения существует верхний предел в 5 МэВ, а для ускоренных электронов в 10 МэВ. Таким образом обработанная продукция не обладает наведенной активностью и не опасна для потребителей.

Радионуклидные установки на основе  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в настоящее время используются для обработки пищевых и непищевых продуктов, включая медицинские принадлежности, фармацевтические, косметические и ветеринарные продукты. Ускорители электронов используются в

производстве определенных упаковочных материалов (например, липких пленка) и при обработке пластиковой изоляции проводов для улучшения ее свойств. Источники гамма-излучения, электронного пучка и рентгеновского излучения используются в различных промышленных процессах. Гамма-излучение является предпочтительным, потому что оно может проникать глубоко, тогда как электронные пучки проникают в продукт на небольшую глубину. Рентгеновские лучи способны облучать более толстые предметы, но процесс чрезвычайно дорогостоящий и энергоемкий. [18-20].

Облученные пищевые продукты должны быть маркированы символом радуга (рисунок 4) и фразой «радиационная обработка». Учитывая негативное отношение, связанные со словами «радиация» и «облучение», требование маркировки рассматривается как препятствие для производителей.



Рисунок 4 – Символ «Radura»

В настоящее время радиационные технологии начинают широко применяться для стерилизации медицинских изделий и обработки пищевой продукции. Коммерческие установки для облучения пищевых продуктов доступны примерно в 50 странах.

Новым и перспективным методом обработки пищевой продукции является радиационная поверхностная обработка низкоэнергетическим электронным пучком с энергией до 1 МэВ [21]. Данная обработка позволяет воздействовать излучением только на тонкий слой продукции производя микробиологическое обеззараживание [22]. На сегодняшний день отработаны методы обработки куриных яиц [23-25], меланжа [26] и других объектов [21]. Данный метод также становится интерес министерству агропромышленных предприятий Свердловской области [27].

## **Выводы по первой главе**

Микробиологическое загрязнение пищевой продукции приводит к значительным финансовым потерям. Повышение сроков хранения не только снижает объем порчи продукции, но и увеличивает объем реализации из-за увеличения логистических возможностей. Таким образом новые технологии обработки продукции с целью снижения микробиологического загрязнения являются актуальными.

Радиационная обработка имеет ряд преимуществ перед традиционными: низкотемпературная обработка, экологичная и возможно обрабатывать упакованную продукцию. Однако в зависимости от видов источников ионизирующего излучения радиационная обработка может иметь ряд дополнительных преимуществ. Так рассматриваемый метод обработки низкоэнергетическими наносекундными электронами позволяет в значительной мере снизить контаминацию микроорганизмов на поверхности, без значительного влияния на качество и пищевую ценность продукта.

## **2 АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ПИЩЕВОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **2.1 Глобальный рынок радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции**

1905-1950-е гг. на этом этапе формировалась исследовательская и научная база мирного применения атома. Основным заказчиком на этом этапе выступало государство. 1960-е гг. характеризовались поиском конструктивных решений и созданием первых экспериментальных образцов радиационного оборудования. Нарбатывался первый опыт его практического применения, а также разрабатывались первые методики облучения. 1960-1980-е гг. с середины 1960-х гг. произошла первая волна коммерциализации [13], [28]:

- на рынок были выведены новые технологические решения — оборудование, прошедшее клинические испытания;
- на уровне национальных регуляторов были начаты процессы сертификации облученной продукции, утверждались нормы облучения;
- получили одобрение Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и были признаны успешными программы по изучению воздействия облучения на сельскохозяйственную продукцию.

В 1980-е годы также закончился процесс формирования основы новой технологической платформы ускорительной техники:

- были заложены основания цифровой визуализации процедур облучения;
- были успешно реализованы программы изучения воздействия ионизирующего излучения на живые системы и др.

В 1964 году Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) выдало разрешение на продажу на американском рынке облученного картофеля, пшеницы и муки. В 1981 году

Международный экспертный комитет опубликовал заключения о безопасности пищевых продуктов, подвергшихся облучению в 10 кГр. В 1983 году Международная комиссия ФАО/ВОЗ утвердила свод пищевых международных стандартов и правил для облучения продуктов питания в пределах до 10 кГр [13], [28].

В течение 1983-1990 гг. были утверждены национальные стандарты (США, Канада, Франция и др.), заключены соглашения о радиационной обработке специй, фруктов, мяса, а также применения облучения для стерилизации насекомых [13], [28].

В 1988 году ФАО, ВОЗ, МАГАТЭ и ВТО заключили Международное торговое соглашение о торговле продуктами питания, прошедшими радиационную обработку [29].

Начиная с 1990 годов по настоящее время наблюдается взрывной рост основных рынков применения всех радиационных технологий, в том числе технологий обработки пищевых продуктов. в этот период резко возросли вложения в инфраструктуру, были созданы коммерческие центры стерилизации, существенно расширился перечень продуктов, подлежащих радиационной обработке. на этом этапе развития рынка снижается участие государства и возрастает роль коммерческих компаний потребителей [13], [28].

В 1993 году Американская медицинская ассоциация (АМА) вынесла заключение о безопасности и сохранении питательных свойств облученных продуктов и напитков. В 1997 году после серии массовых отравлений мясными продуктами Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США разрешает применение облучения к охлажденному и замороженному мясу, чтобы увеличить срок его хранения и уменьшить число болезнетворных микроорганизмов [13], [28].

В 2006 году было опубликовано постановление Департамента сельского хозяйства США (USDA-APHIS) о применении радиационной обработки для тропических фруктов [30], экспортируемых в США из Индии, Мексики,

Пакистана, Южной Африки, Таиланда и Вьетнама с целью недопущения распространения насекомых-вредителей. Рост рынка радиационной обработки сельскохозяйственной и пищевой продукции обусловлен следующими факторами:

- рост рынков потребления;
- большое число пищевых отравлений;
- большие потери продукции на всех этапах технологической цепочки;
- глобализация потребления и производства продуктов питания;
- экологичное Потребление.

Рынок радиационной обработки продуктов питания растет за счет роста ключевых рынков-потребителей: рынка семян, рынка технологий перевозки и хранения продуктов, рынка борьбы с вредителями и рынка упаковки.

По данным Всемирной организации здравоохранения от отравления пищевыми продуктами и водой ежегодно умирает 2 млн человек. Примечательно, что статистика пищевых отравлений остается стабильно высокой как для развивающихся, так и для развитых стран. Основными источниками пищевых инфекций являются такие бактерии, как сальмонелла (источником заражения могут стать яйца, мясо домашней птицы и др.), листерия (источником заражения могут стать непастеризованные молочные продукты и полуфабрикаты), холерный вибрион (источником заражения может стать вода, рис, овощи и различные виды морепродуктов). Кроме того, опасность для здоровья человека представляют норовирусы и паразиты (источником заражения могут стать сырые или недостаточно термически обработанные продукты: мясо, овощи, фрукты).

Согласно докладу Института мировых ресурсов, в ходе производства, хранения и потребления пищевых продуктов потери составляют около 1/3 всего производимого в мире продовольствия. При этом, в зависимости от уровня технологического развития региона, максимальные потери продукции фиксируются на разных этапах технологической цепочки. Так в развитых странах значительная часть пищевых продуктов оказывается испорченными



на стадии конечного потребления, тогда как в развивающихся странах наибольшие потери фиксируются на стадии переработки. Таким образом, если в развитых странах порча еды во многом связана с избыточным потреблением, то в развивающихся странах причиной является отсутствие доступа к технологиям борьбы с вредителями, обработки и хранения сельскохозяйственной продукции, а также со слабо развитой логистикой.

В развитых странах все больше людей включает в рацион новые продукты, значительная часть которых не может быть произведена сельским хозяйством этих государств. Следует отметить, что страны-лидеры по импорту тропических фруктов зачастую не являются конечными рынками продукции, и в дальнейшем фрукты реэкспортируются в другие страны.

Все больше потребителей во всем мире отказываются от употребления продукции сельского хозяйства и пищевой промышленности, изготовленной с использованием пестицидов, химических консервантов и пищевых добавок и увеличивают в рационе количество свежих овощей и фруктов.

В настоящее время в мире радиационная обработка пищевых и сельскохозяйственных продуктов применяется по следующим направлениям:

- предпосевное облучение семян с целью стимулирования всхожести (зерновые и зернобобовые, картофель, морковь, капуста и др.) и в целях повышения их урожая и улучшения качества продукции;
- профилактика болезней пищевого происхождения (уничтожение болезнетворных микроорганизмов, таких как сальмонелла и кишечная палочка E.coli);
- сохранение продуктов (уничтожение или снижение активности микроорганизмов, способствующих порче и разложению, и продление срока годности пищевых продуктов);
- контроль насекомых (уничтожение или стерилизация насекомых-вредителей);
- задержка прорастания и созревания плодов;

- стерилизация (увеличение срока годности продуктов, которые затем могут храниться при комнатной температуре).

В 2010 году в Азии, Европейском Союзе, США было облучено количество: 285,2, 9,3 и 103 тыс. тонн продуктов питания, соответственно по сравнению с 2005 годом количество облученных продуктов увеличилось на 100 тыс. тонн в Азии и на 10 тыс. тонн в США, в то время как в ЕС уменьшилось на 6 тыс. тонн.

В течение пятилетнего периода наибольший рост коммерческого облучения продуктов питания продемонстрировали страны Азиатского региона. Кроме того, наблюдалась тенденция увеличения фитосанитарного облучения фруктов и сельскохозяйственной продукции, которое в 2010 году увеличилось до 18,5 тыс. тонн. Коммерческое облучение продуктов питания в Европейском Союзе резко сократилось после введения в 1998 году строгих правил по проверке и маркировке облученных продуктов питания. Так в 1998 году основной объем облученной продукции во Франции приходился на дезинфекцию трав и специй, более 20 тыс. тонн. После введения новых правил, общая доля облученных трав и специй во всех странах Европейского Союза снизилась до 3 тыс. тонн в 2005 году и до 1,47 тыс. тонн в 2010 году. Однако, несмотря на требования маркировки, объемы облучения специальных продуктов, таких как замороженные лягушачьи лапки, остались неизменным. по объему облученных продуктов в Европейском союзе лидерами являются Бельгия, Нидерланды, Франция [31].

Также следует отметить, что по сравнению с 2005 годом появились новые страны, в которых проводилось облучение продуктов питания, такие как Испания, Эстония, Румыния и конечно Россия. Также было выдано разрешение на облучение на установке в Болгарии. Помимо этого, в течение 2010 года Европейская комиссия одобрила 11 установок по облучению пищевых продуктов в третьих странах, включая Южную Африку, Таиланд, Турцию и Индию. США является одним из мировых лидеров по развитию программ коммерческого облучения пищевых продуктов. В 2010 году в США

было облучено 103 тыс. тонн продуктов питания, включая 80 тыс. тонн пряностей, 15 тыс. тонн фруктов и овощей, а также 8 тыс. тонн мяса и птицы, по сравнению с 2005 годом наибольший рост объемов облученной продукции наблюдался в области дезинсекции овощей и фруктов (объемы увеличились на 11 тыс. тонн) в то время, как для остальных типов продуктов питания существенного изменения не произошло. При этом основной областью применения облучения являлась дезинфекция специй.

Первой страной из Азиатского региона, начавшей экспорт в США в 2007 году облученных фруктов, была Индия, за которой последовали и другие страны, такие как Таиланд и Вьетнам. Пик облучения манго в Индии пришелся на 2008 год, когда было облучено 275 тонн в последующие годы объемы постепенно уменьшались. Таиланд начал экспортировать облученные фрукты (манго и лонган) в США в 2007 году и уже через 3 года, в 2010 году, экспортировал 4 вида облученных фруктов (мангустин — 330 тонн; лонган — 595 тонн; личи — 18 тонн и рамбутан — 8 тонн). Вьетнам начал поставки облученных фруктов в США в 2008 году. в начале это была питахайя, а затем в 2011 году и рамбутан. Именно от этих стран следует ожидать расширения ассортимента продуктов питания, прошедших фитосанитарное облучение, однако, не следует скидывать со счетов и другие страны, такие как Малайзия, Пакистан и Филиппины, которые также планируют начать экспорт облученных пищевых продуктов в США в будущем. Другим крупным поставщиком облученных продуктов питания в США является Мексика, которая в 2008 году экспортировала в США 257 тонн, а уже в 2009 году — 3 521 тонн. В 2010 году объемы экспорта облученных продуктов питания из Мексики в США составили 10 318 тонн, в том числе 9 121 тонна гуавы, 600 тонн сладкого лайма, 239 тонн манго, 101 тонна грейпфрута и 257 тонн перца. в настоящее время Мексика является крупнейшим экспортером облученной сельскохозяйственной продукции в США. Связано это в первую очередь с близостью двух стран и наличием сухопутной границы [13], [28].

Первой страной, использовавшей фитосанитарное облучение с целью международного карантинного контроля, в 2004 году стала Австралия. С тех пор экспорт из Австралии в Новую Зеландию неуклонно растет и в 2010 году составил 493 тонн облученных фруктов (460 тонн манго и 33 тонны личи). На рисунке 5 представлена общая картина распределения центров по радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции в мире.

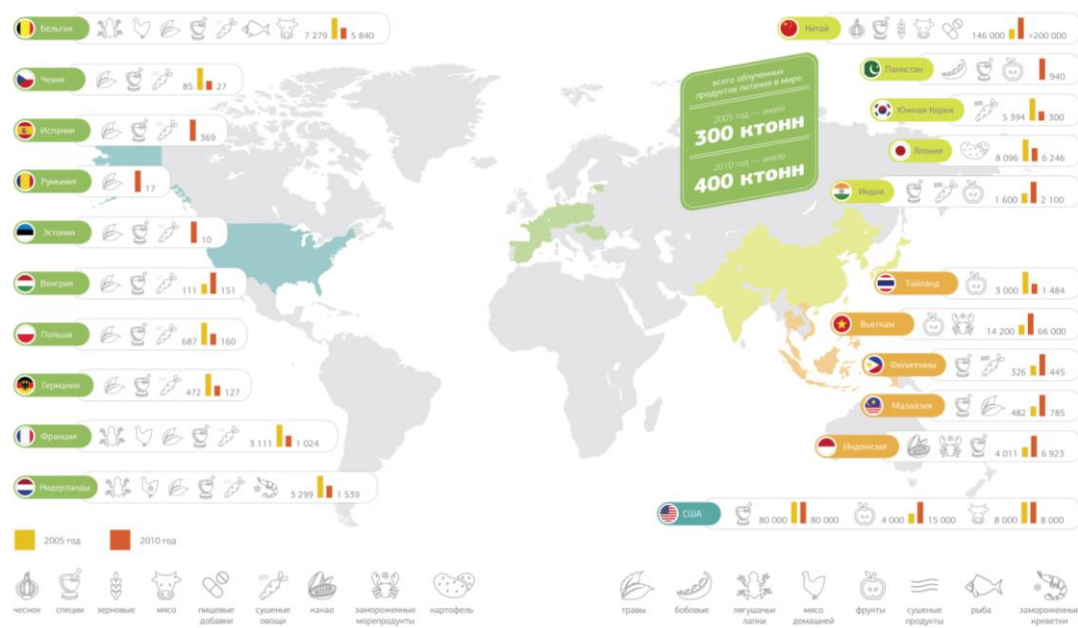


Рисунок 5 – Объем облучаемых продуктов питания в мире [32]

Помимо продуктов питания обработка пучком электронов и гамма-излучением может применяться для переработки некондиционных сельскохозяйственных продуктов (пораженные грибковыми заболеваниями зерна, отходы мукомольных комбинатов, отходы шлихтования риса и так далее) с целью получения сырья для «зеленых» химикатов. Это водорастворимые клеи для производства бумаги и картона, экологически чистые реагенты в производстве ДСП и ДВП, компоненты буровых растворов и нефтевытесняющих жидкостей, компоненты строительных смесей, антипирены (коксообразующие огнегасители), компоненты моющих средств, стимуляторы роста растений и так далее [13], [28].

На сегодняшний день существует более 200 центров радиационной обработки по всему миру. Ежегодный прирост рынка продукции,

обрабатываемый радиационным методом, растёт на 10-15%. По данным МАГАТЭ за 2016 г. обработано более 1 млн. тонн различной продукции. Китай обрабатывает более 50% от общего объема [13], [28].

## **2.2 Российский рынок радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции**

Российский рынок радиационной обработки пищевой продукции стал активно развиваться в начале 21 века. Минсельхоз России совместно с другими предприятиями активно продвигает облучение пищевой и сельскохозяйственной продукции. В течение 2017 года Роспотребнадзор, Росатом и Федеральное агентство научных исследований проводили исследования по определению оптимальных условий и режимов облучения сельскохозяйственной и пищевой продукции, исследовать влияние облучения на безопасность пищевых продуктов, а также подготовить технико-экономическое обоснование необходимости использования данной технологии, по сравнению с существующими методами. Нормативная база для внедрения радиационных технологий уже формируется на территории РФ. В настоящее время в России действуют несколько ГОСТов, регламентирующих облучение пищевой и сельскохозяйственной продукции. В том числе:

- ГОСТ ISO 14470-2014 "Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением" [33];
- ГОСТ 33271-2015 "Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами" [34];
- ГОСТ 33302-2015 "Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки" [35];

- ГОСТ 33820-2016 "Мясо свежее и мороженое. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов" [36];
- ГОСТ 33800-2016 "Продукция пищевая облученная. Общие требования к маркировке" [37];
- ГОСТ 34154-2017 "Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов" [38].

Параллельно с внедрением гостов и рекомендаций по радиационной обработке пищевой продукции формируется научная база и регламент проведения и контроля за процессом радиационной обработки. Проводиться разработка методов дозиметрического контроля и детектирования использования радиационных методов в процессе производства продукции.

Однако развитие радиационных технологий в агропромышленные предприятия РФ имеет следующие риски:

- радиофобия населения;
- отсутствие государственных программ стимулирования развития и внедрения радиационных технологий неэнергетического профиля;
- несовершенство нормативной базы;
- отсутствие интегрируемых или мобильных установок;
- радиационные технологии будут тяжело внедряться в существующие технологические процессы производства, переработки и хранения продукции;
- отсутствие логистик.

На территории Российской Федерации уже функционируют большое количество центров радиационной обработки, в том числе занимающиеся обработкой пищевой продукции. Облучение различной продукции проводится в технопарке Кольцово СФМ «Фарм» г.Новосибирска [39]. Большой интерес к радиационным технологиям неэнергетической сферы проявляется ГК Росатом, организовавшая АО «Стерион» г. Лыткарино [40]. С

2017 г. в Калужской области функционирует первый коммерческий специализированный центр для обработки продовольственной продукции ООО «Теклеор» [41]. Данный центр уже занимается обработкой большого перечня пищевой и сельскохозяйственной продукции. Компания ООО «Теклеор» имеет полный перечень лицензий и высокую производительность, позволяющую проводить обработку большого объема продукции.

### **2.3 Анализ потенциальных заказчиков услуг по радиационной обработке продукции в Свердловской области**

Свердловская область является крупным агропромышленным регионом Урала. При этом сельскохозяйственная и пищевая промышленность важная отрасль экономики Уральского экономического района, специализирующаяся на выращивании главным образом яровой пшеницы, мясо-молочном животноводстве; вокруг главных промышленных центров — сельское хозяйство пригородного типа. В сельскохозяйственном производстве ведущее место принадлежит совхозам. Сельскохозяйственные угодья (1974) составляют 41 % всей площади района. Вся посевная площадь 16,4 млн га (1975), из них под зерновыми — 10,9 млн га, кормовыми культурами — 4,9 млн га, техническими (подсолнечник, лён) — 0,1 млн га, картофелем и овощами — 0,5 млн га. Преобладают посевы пшеницы, главным образом яровой (5,7 млн га). Развито теплично-парниковое хозяйство. поголовье (на начало 1976, млн.): крупного рогатого скота — 6,2 (из них коров 2,3), свиней — 2,0, овец и коз — 4,6, птицы — 34,6. Созданы крупные промышленно-животноводческие комплексы и птицефабрики. Специализация агропромышленного комплекса Урала в первую очередь, конечно, зерно (яровая пшеница, рожь, овес) и продукция животноводства (молоко, мясо, шерсть). Наиболее развито сельское хозяйство в Башкортостане и Оренбуржье. В структуре посевных площадей Урала наибольший удельный вес занимают зерновые культуры (около 63 %), а также кормовые (свыше 32 %). Выращиваются также картофель, овощи, лен-долгунец, подсолнечник,

сахарная свекла. Доля технических культур в посевах невелика — немногим более 1,5 %, что связано с их высокой трудоемкостью. Основные посевы зерновых сосредоточены в Оренбургской области и в Башкортостане. В структуре сельскохозяйственного производства Урала преобладает животноводство: на севере — молочное скотоводство, птицеводство, на юге района — мясо-молочное и мясное животноводство, овцеводство, растет роль свиноводства. Важная задача, стоящая перед сельским хозяйством Урала — повышение урожайности зерновых культур и продуктивности скота. Пищевая промышленность района представлена мукомольными и молочными заводами и комбинатами, мясокомбинатами. Основную роль играет мясная промышленность [42], [43].

При этом ключевой проблемой Свердловских агропромышленных предприятий остается микробиологическое загрязнение продукции, влияющее на её биологическую безопасность, срок годности и снижает потери продукции.

Создание центра радиационной поверхностной обработки сельскохозяйственной и пищевой продукции в Уральском регионе является инновационным проектом, призванным снизить потери продукции, связанные с её микробиологическим загрязнением. Проведение радиационной обработки в предприятии данного типа позволит обеспечить потребности агропромышленных предприятий по обеспечению обработки их продукции. Это позволит не только снизить потери продукции, но и увеличить объем рынка повысив возможности доставки до дальних регионов. Таким образом, данный проект имеет высокую экономическую ценность для региона. Финансово-экономическая оценка инвестиционных проектов занимает центральное место в процессе обоснования и выбора возможных вариантов инвестирования. Основу оценки эффективности инвестиционных проектов составляют определение и соотнесение затрат и результатов их осуществления.



Уровень развития радиационных технологий в Свердловской области в настоящее время оказывается ниже, чем в регионах центральной России и Европы. При этом в данный момент радиационная обработка пищевой и сельскохозяйственной продукции в агропромышленных холдингах Свердловской области не применяется совсем.

Основными Заказчиками ЦРО УрФО потенциально могут быть более 390 сельскохозяйственных учреждений Свердловской области, в том числе:

- агропромышленные комплексы Свердловской области (Министерство агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области) [44], [45];

- ООО "УралИнвестАгро";
- ООО «Племенной птицеводческий репродуктор «Свердловской»;
- АО «Племенной птицеводческий завод «Свердловский»;
- ОАО «Богдановичский комбикормовый завод»;
- ОАО «Птицефабрика «Рефтинская»;
- ООО «Красноуфимский завод диетпродуктов»;
- ООО «ФруТекс»;
- ООО "УГМК-АГРО".

Появление ЦРО УрФО в г. Екатеринбурге вызовет интерес к применению радиационной обработки со стороны агропромышленных предприятий соседних областей (Челябинская область, Тюменская область, ХМАО). В данной работе мы рассмотрим спрос на наиболее востребованную продукцию Свердловской области. Однако ассортимент продукции возможный к обработке значительно выше.

На территории Свердловской области по официальным данным правительства ежегодно выпускается более 1 млрд столовых куриных яиц, для посевной используется более 98 тысяч тонн зернобобовых культур и производится более 400 тысяч тонн комбинированных кормов [44 - 46]. Из-за микробиологического загрязнения зернобобовых культур снижается общее количество прорастания семян, и как следствие общий объем производимой

продукции. Комбинированные корма для скота богаты питательными веществами и минералами, таким образом становятся отличной средой для жизни грибков, бактерий и вирусов. Наличие патогенных микроорганизмов рода сальмонелла не только снижает срок годности куриных яиц, но и является причиной пищевых токсикоинфекций. Значительный объем рынка говорит о востребованности новых методов обработки, увеличения сроков хранения и биологической безопасности продукции.

## **2.4 Теоретические основы инвестиционного проектирования и показатели экономической эффективности.**

### **2.4.1 Инвестиционный проект. Сущность и содержание.**

Инвестиции – это денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской деятельности и иной деятельности в целях получения прибыли и достижения иного полезного эффекта [47].

Инвестиции играют важную роль в экономике. Они объективно необходимы для ее стабильного развития, обеспечения устойчивого экономического роста. Активный инвестиционный процесс предопределяет экономический потенциал страны в целом, способствует повышению жизненного уровня населения. Инвестиции на макроуровне обеспечивают расширенное воспроизводство в масштабе всей страны, обеспечивают рост производства и повышение его эффективности, а на микроуровне способствуют поддержанию и развитию действующего производства (увеличение прибыли, рентабельности).

Инвестиционный проект – это планируемая и осуществляемая система мероприятий по вложению капитала в создаваемые материальные объекты, технологические процессы, а также в различные виды предпринимательской деятельности в целях ее сохранения. Финансово-экономическая оценка

инвестиционных проектов занимает центральное место в процессе обоснования и выбора возможных вариантов вложения средств в операции с реальными активами [43].

Эффективность проекта – это категория, выражающая превышение результатов реализации проекта над затратами, связанными с реализацией проекта, в определенном периоде времени; она характеризуется показателями, различающимися составом учитываемых затрат и результатов и способами соизмерения разновременных затрат и результатов [48].

Проект может быть реализован только, если он финансово реализуем, т.е. на каждом шаге имеется достаточное количество средств для его продолжения. Для обеспечения финансовой реализуемости подбирается подходящая схема финансирования проекта. Она включает, прежде всего, определение потребности в привлеченных средствах. При необходимости предусматривается вложение части положительного сальдо суммарного денежного потока на депозиты или в долговые ценные бумаги.

Расчеты эффективности проекта могут производиться при разных вариантах схемы его финансирования. При этом проект, эффективный при одной схеме финансирования, может быть неэффективным при другой, и наоборот.

Для упрощения и облегчения расчетов рекомендуется начинать их с оценки проекта при условии, что он полностью финансируется за счет собственных средств и не предусматривает вложений в дополнительные фонды [49, 50].

#### **2.4.2 Виды эффективности и критерии оценки эффективности инвестиционных проектов**

Показатели эффективности инвестиционных проектов можно классифицировать по методу сопоставления разновременных денежных затрат и результатов [49], [51-54]:

- статические, в которых денежные потоки, возникающие в разные моменты времени, оцениваются как равноценные;
- динамические, в которых денежные потоки, вызванные реализацией проекта, приводятся к эквивалентной основе посредством их дисконтирования, обеспечивая сопоставимость разновременных денежных потоков.

Статические методы называют еще методами, основанными на учетных оценках, а динамические методы – методами, основанными на дисконтированных оценках.

К группе статических относятся: срок окупаемости инвестиций (Pay back Period, PP); норма прибыли или коэффициент эффективности инвестиций (Accounting Rate of Return, ARR).

К динамическим методам относятся: чистый дисконтированный (приведенный) доход или чистая текущая стоимость (Net Present Value, NPV); индекс рентабельности инвестиции (Profitability Index, PI); внутренняя норма рентабельности (Internal Rate of Return, IRR); дисконтированный срок окупаемости инвестиции (Discounted Payback Period, DPP).

Статические методы оценки. Наиболее распространенным статическим показателем оценки инвестиционных проектов является срок окупаемости. Под сроком окупаемости понимается период времени с момента начала реализации проекта до момента эксплуатации объекта, когда доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям (капитальные затраты и эксплуатационные расходы).

Другим показателем статической финансовой оценки проекта является коэффициент эффективности инвестиций (данный коэффициент называют также учетной нормой прибыли или коэффициентом рентабельности проекта). Показатель определяется как отношение среднегодовой величины прибыли от реализации проекта за период к средней величине инвестиций (иногда – с учетом остаточной или ликвидационной стоимости первоначальных инвестиций).

Динамические методы оценки. Величина чистого дисконтированного потока (NPV) рассчитывается как разность дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиции за прогнозный период. Суть критерия состоит в сравнении текущей стоимости будущих денежных поступлений от реализации проекта с инвестиционными расходами, необходимыми для его реализации. В основе расчетов по данному методу лежит посылка о различной стоимости денег во времени. Процесс пересчета будущей стоимости денежного потока в текущую называется дисконтированием. Условия принятия инвестиционного решения на основе данного критерия сводятся к следующему:

- если  $NPV > 0$ , то проект следует принять;
- если  $NPV < 0$ , то проект принимать не следует;
- если  $NPV = 0$ , то принятие проекта не принесет ни прибыли, ни убытка.

Индекс рентабельности (прибыльности, доходности) рассчитывается как отношение чистой текущей стоимости денежного притока к чистой текущей стоимости денежного оттока (включая первоначальные инвестиции). Индекс рентабельности – относительный показатель эффективности инвестиционного проекта и характеризует уровень доходов на единицу затрат, то есть эффективность вложений – чем больше значение этого показателя, тем выше отдача денежной единицы, инвестированной в данный проект. Условия принятия проекта по данному инвестиционному критерию следующие:

- если  $PI > 1$ , то проект следует принять;
- если  $PI < 1$ , то проект следует отвергнуть;
- если  $PI = 1$ , проект ни прибыльный, ни убыточный.

Под внутренней нормой рентабельности, или внутренней нормой прибыли, инвестиций (IRR) понимают значение ставки дисконтирования, при котором NPV проекта равен нулю. Смысл расчета этого коэффициента при анализе эффективности планируемых инвестиций заключается в следующем: IRR показывает максимально допустимый относительный уровень расходов, которые могут быть ассоциированы с данным проектом.

Дисконтированный срок окупаемости инвестиции (DPP) устраняет недостаток статического метода срока окупаемости инвестиций и учитывает стоимость денег во времени. [55], [56].

Важнейшим показателем эффективности проекта является чистый дисконтированный поток (интегральный эффект, Net Present Value, NPV) — накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. NPV рассчитывается по формуле 1:

$$NPV = \sum_m \phi_m \alpha_m, \quad (1)$$

где  $\phi_m$  — чистый денежный приток на  $m$ -м шаге;

$\alpha_m$  — коэффициент дисконтирования денежных потоков шага  $m$ , а суммирование распространяется на все шаги расчетного периода.

Значение NPV выражается, прежде всего, в базисных или дефлированных ценах [57].

NPV характеризуют превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравноценности затрат и результатов, относящихся к различным моментам времени.

Проект признается эффективным с точки зрения участника проекта (инвестора), если и только если он имеет неотрицательный NPV. При сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с бóльшим значением NPV.

Внутренняя Норма Доходности (ВНД, Внутренняя Норма Рентабельности, Internal Rate of Return, IRR) определяется как такое положительное число  $E_v$ , если оно существует, что при ставке дисконта  $E = E_v$  чистый дисконтированный доход проекта обращается в 0, при всех значениях  $E > E_v$  — он отрицателен, а при всех значениях  $E < E_v$  — положителен. Для некоторых проектов такие условия не выполняются ни при каких  $E_v$ , и в этом случае считается, что ВНД не существует.

Значение ВНД обычно выражается в долях единицы или в процентах годовых. Для оценки эффективности проекта значение ВНД необходимо сопоставлять со ставкой дисконта  $E$  или реальной доходностью. Проекты, у которых  $\text{ВНД} \geq E$ , имеют неотрицательный NPV и поэтому — эффективны. Проекты, у которых  $\text{ВНД} < E$ , имеют отрицательный NPV и потому — неэффективны.

Для проекта, требующего осуществления в некоторый момент времени затрат  $K$  и дающего через год однократно денежные поступления  $D > K$ ,  $\text{ВНД} = D/K - 1$ . Финансовые проекты обычно требуют единовременных вложений и дают разовые или распределенные во времени денежные поступления. У таких проектов ВНД всегда существует и называется доходностью проекта.

Нередко ВНД ошибочно трактуют как максимальную кредитную ставку, при которой проект оказывается еще эффективным. При этом имеется в виду, что ВНД рассчитывается для варианта проекта, предусматривающего финансирование полностью за счет собственных средств. Однако если рассмотреть вариант финансирования того же проекта полностью за счет заемных средств, то максимальная кредитная ставка, при которой проект еще будет эффективным, в реальных условиях всегда будет отличаться от указанного ВНД.

При оценке данного проекта ставку дисконта недопустимо определять как наибольшую доходность (ВНД) любого альтернативного проекта с тем же объемом вложений: необходимо принимать во внимание только тиражируемые проекты.

ВНД может быть использована также:

- для экономической оценки проектных решений, если известны приемлемые значения ВНД (зависящие от области применения) у проектов данного типа;
- для оценки степени устойчивости инновационного проекта по разности  $\text{ВНД} - E$  или по отношению  $\text{ВНД}/E$ ;

- для установления участниками проекта ставки дисконта  $E$  по данным о внутренней норме доходности альтернативных направлений вложения ими собственных средств.

### **2.4.3 Особенности оценки эффективности инвестиционных проектов по созданию учебно-исследовательских и инновационных центров**

Обычно под инновационным проектом понимают проект, предусматривающий внедрение на предприятие каких-либо инноваций — новой техники, новых материалов, новой технологии, новой организации производства и труда, а также выпуск новой продукции. В подобных случаях процесс производства на предприятии изменяется, соответственно изменяются доходы и расходы. С экономической точки зрения предприятие начинает использовать новое и иначе организованное сочетание и взаимодействие производственных ресурсов. Такие сочетания описываются термином “организационно-технологический способ производства” [49], [58].

В общем случае под организационно-технологическим способом (ОТС) производства продукции (работ, услуг) понимается форма взаимодействия ресурсов, используемых хозяйствующим субъектом, приводящая к производству (изготовлению) и реализации этой продукции. Как правило, ОТС предусматривает производство и реализацию продукции с применением комплекса основных средств (зданий, сооружений, оборудования и т.п.), трудовых, материальных и финансовых ресурсов, нематериальных активов (например, патентов), технологий, форм и методов организации производства. Каждый ОТС характеризуется определенными соотношениями между затрачиваемыми ресурсами и достигаемыми результатами [53], [54].

При таком подходе инновации представляют собой новые ОТС, т.е. способы, отличающиеся какими-либо из указанных элементов (например,



основными средствами, технологией и/или организацией производства). К новым ОТС относятся, например [49], [59]:

- способы производства новых видов продукции (в том числе и продукции улучшенного качества);
- использование новой техники, новой технологии и/или новых материалов при производстве существующей продукции;
- применение новых форм организации производства и труда;
- применение новых схем финансирования предприятий и проектов.

Продукция, производимая с применением нового ОТС, далее именуется конечной продукцией. Новые ОТС обычно применяются в определенных сферах (на некотором виде работ, предприятии или совокупности предприятий), поэтому новизна ОТС относится именно к этой сфере.

Предметом рассмотрения в настоящей работе являются инвестиционные проекты, предусматривающие внедрение инноваций — инновационные проекты. Точнее, под инновационным проектом понимается инвестиционный проект, предусматривающий разработку и применение новых ОТС (т.е. таких ОТС, которые в соответствующей сфере еще не применялись).

Как объект оценки эффективности, инновационные проекты отличаются [49]:

- многоэтапностью (например, они предусматривают проведение НИОКР, экспериментальное внедрение, доработку конструктивных и технологических решений, серийное производство и расширение объемов применения);
- необходимостью создания или приобретения объектов интеллектуальной собственности;
- повышенными затратами в период освоения новой техники в производстве и в сфере применения;
- необходимостью учета динамики производительности и эксплуатационных расходов технических средств на протяжении срока

их службы, необходимостью оптимизации сроков службы новой техники;

- наличием специфических и достаточно существенных рисков (например, высоким риском успешного завершения НИОКР и/или экспериментального внедрения);
- использованием специфических форм финансирования (бюджетное, венчурное и др.).

Основными участниками инновационного проекта являются внедряющие предприятия, применяющие новый ОТС для производства конечной продукции. Если инновационный проект предусматривает изготовление новых, отсутствующих на рынке машин, оборудования или иных товаров, внедряющими являются предприятия-потребители этих товаров. Поэтому показатели эффективности инновации определяются, прежде всего, для внедряющих предприятий.

Важным компонентом исходной информации для расчетов эффективности новых материалов, машин и оборудования является цена этих товаров [49]. Если инновационный проект предусматривает производство этих товаров на определенном предприятии или закупку его у определенных поставщиков, цена должна устанавливаться по согласованию с этими предприятиями или поставщиками. Если же конкретный производитель новых товаров еще не определен, минимально допустимый уровень цены должен определяться так, чтобы еще обеспечивать положительную коммерческую эффективность проекта производства нового товара (с учетом риска, связанного с неопределенностью спроса на новый товар).

Оценка всех видов эффективности инновационных проектов осуществляется в точном соответствии с общими принципами оценки инвестиционных проектов. При этом указанные выше особенности инновационных проектов учитываются при определении денежных поступлений и расходов по проекту, а также при формировании возможных сценариев реализации проекта и расчете его ожидаемого эффекта [60].

Однако рассчитанные по общим правилам показатели эффективности проекта позволяют только установить, выгодна или невыгодна его реализация участникам. Между тем, при оценке инновационного проекта необходимо ответить и на два других вопроса [49].

Если рассматривать новый ОТС как единое целое, как единый объект оценки, то альтернативой ему будут различные существующие ОТС или их комбинации. При этом обязательно ставится вопрос: действительно ли применение нового ОТС в этом проекте увеличивает его эффективность по сравнению с применением существующих? Расчеты, позволяющие ответить на этот вопрос, называются расчетами эффективности инновации (в целом).

Во многих случаях применение нового ОТС может предусматривать одновременное использование новых материалов, новых машин, новых форм организации производства и т.п. В этом случае возникает потребность оценить, какое влияние на эффективность проекта оказывают отдельные “элементы новизны” ОТС, отдельные “инновационные компоненты” этого ОТС. Ответ на этот вопрос дается расчетами эффективности инновационных компонент проекта.

В ходе указанных расчетов может быть оценена общественная, бюджетная и коммерческая эффективность инновации в целом и инновационных компонент проекта. При этом предполагается, что рациональные сферы применения нового ОТС и объемы его применения в этих сферах обоснованы, а реализация проекта отвечает интересам всех его участников (т.е. эффекты участия в проекте для каждого из участников неотрицательны). При обосновании сфер и объемов применения нового ОТС учитываются ограниченные мощности предприятий-изготовителей новых материалов, машин и т.п., а также рыночная конъюнктура, ограничивающая объемы реализации конечной продукции. В частности, из того, что новые материалы высокоэффективны, не следует, что их целесообразно сразу же производить и закупать в максимальных объемах, а высокая эффективность новых машин не является основанием для немедленной замены ими всех существующих машин того же назначения.

## **Выводы по второй главе**

Мировой рынок радиационных обработки продукции агропромышленных предприятий развивается более 50 лет. Зарубежные производители не только готовы проводить радиационную обработку их продукции, но и устанавливать источники ионизирующего излучения на предприятиях. Широкая практика применения радиационных технологий в производстве пищевой продукции позволило разработать научные основы, стандарты и законодательную базу, применяемую во всем мире.

В России внедрение радиационных технологий в пищевую и сельскохозяйственную промышленность началось сравнительно не давно и быстро набирает обороты. Большой внутренний рынок и легализация обработки радиационными методами стимулирует развитие отрасли в России. Инновационная метод обработки вызывает значительный интерес у производителей, терпящих ежегодные убытки из-за порчи продукции.

Для распространения инновационной технологии как дистанционно, так и на самих предприятиях необходимо открытие региональных центров. Они позволят апробировать методы радиационной обработки продукции агропромышленных холдингов и оценить их внедрение на предприятии.

### **3 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ ЦЕНТРА РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

#### **3.1 Характеристика Центра радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий**

Проект «Центр радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий» может быть реализован в рамках финансирования грантовых проектов или посредством коммерческого инвестирования. Из-за широкого спектра использования и востребованности технологии радиационной обработки данный центр будет иметь высокую актуальность для Свердловской области.

Цель проекта – создание центра радиационной обработки широкого перечня продукции агропромышленных предприятий.

Центр радиационной обработки Уральского Федерального округа (ЦРО УрФО) создается для:

- выполнения функций производственной обработки пищевой продукции и - сельскохозяйственной продукции;
- выполнение научно-исследовательских работ по разработке, созданию и апробации новых методов обработки;
- подготовка специалистов и обучение по работе на оборудовании для радиационной обработки пищевой продукции.

Задачи инновационного проекта ЦРО УрФО:

- подготовка кадров для работы на ускорительной технике;
- создание отдела обеспечения качества и контроля радиационной обработки;
- проведение дозиметрического контроля;
- организация радиационной обработки столовых и инкубационных куриных яиц;
- организация радиационной обработки кормов;

- организация предпосевной радиационной обработки семян для сельскохозяйственных предприятий Свердловской области.

Сроки реализации проекта составляют 01.06.2021 – 31.12.2031.

Реализация проекта ЦРО УрФО включает в себя следующие этапы:

- предпроектная подготовка, проектирование и строительство комплекса;
- оснащение ЦРО УрФО основным оборудованием: ускорители электронов типа УРТ и сопутствующим техническим оборудованием, а также оборудованием радиационной защиты и мониторинга, необходимым для обеспечения технологического процесса радиационной обработки;
- организация и проведение обучения персонала на месте в процессе проведения монтажа оборудования.

ЦРО УрФО является объектом использования ионизирующего излучения и создается как отдельная коммерческая структурная единица в соответствии со стандартами, принятыми для работы с источниками ионизирующего излучения. Объект должен располагаться в оптимальной месте для снижения логистических затрат. Помещения ЦРО можно разделить на функциональные блоки. Структурный состав и назначение функциональных блоков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональные блоки ЦРО УрФО

Наименование блока	Назначение блока
Блок радиационной обработки	- радиационная обработка различного вида продукции - техническое обеспечение работы ускорителей, подготовка, хранение и транспортировка продукции.
Блок контроля качества обработки	- проведение измерений показания поглощенной дозы. - определение и контроль распределения поглощенной дозы в материале продукции

Наименование блока	Назначение блока
Блок помещений общего и технического назначения: – офисные помещения – вспомогательные участки	- работа персонала с документацией. - переодевание повседневной одежды и спецодежды, хранение одежды, хранение средств индивидуальной защиты. - приемка-отгрузка продуктов

В основу технического оснащения ЦРО УрФО положена оптимальная организация производственных процессов в нем. Технологический процесс радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции включает в себя ежедневную обработку продукции на ускорителях, приемку продукции на обработку, отгрузку продукции после обработки и дозиметрический контроль.

В таблице 2 приведен перечень базового оборудования необходимого для реализации технологического процесса и решения поставленных перед ЦРО УрФО задач. Техническое оснащение является комплексным, полностью или частично автоматизированным, с высоким уровнем обеспечения радиационной безопасности персонала и окружающей среды.

Таблица 2 – Капитальные затраты

№ пп	Описание оборудования	Цена, рублей	Количество, шт.	Стоимость, рублей
1.	Производственное здание типа сэндвич панели с металлоконструкцией	25 000 000.00	1	25 000 000.00
2.	Капитальные затраты на размещение ускорителя УРТ	11 000 000.00	3	33 000 000.00
3.	Стоимость ускорителя типа УРТ Базовый комплект	12 000 000.00	3	36 000 000.00
4.	Стоимость дополнительного оборудование для подачи продукции	1 000 000.00	3	3 000 000.00
5.	Радиационная защита	1 000 000.00	3	3 000 000.00
6.	Лицензирование	75 000.00	1	75 000.00
7.	Оборудование для дозиметрического контроля	150 000.00	1	150 000.00
<b>ИТОГО:</b>				<b>100 225 000.00</b>

Однако производственной мощности одного ускорителя типа УРТ достаточно только для обеспечения менее 25% рынка одного вида продукции. Поэтому в проекте было предложено использовать ускоритель под 1 вид продукции. Для расчета показателей экономической эффективности в течение 6 лет будут использоваться 15% и 25% загруженность центра.

Для проведение радиационной обработки на международном уровне и привлечение большого количества клиентов планируется получения лицензии Роспотребнадзора на ведение деятельности с использованием источников ионизирующего излучения, лицензии Россельхознадзора на осуществление работы по карантинному фитосанитарному обеззараживанию, аттестации радиационно-технологических установок и сертификат ISO 9001 по технологиям проведения радиационной обработки

Организационная структура управления ЦРО УрФО представлена на рисунке 6:



Рисунок 6 – Организационная структура управления ЦРО УрФО

Подразделение ЦРО УрФО должно быть обеспечено многопрофильным персоналом. Все технологические операции должны выполняться персоналом, имеющим специальную подготовку по радиационной безопасности. Режим работы ЦРО УрФО включает 240 рабочих дней в году, 1 рабочие смена (в перспективе возможно 3), продолжительность смены – 6 часов.

В соответствии с наименованием выпускаемой продукции, мощностью производства, выбранной технологической схемой и режимом работы ЦРО УрФО, а также действующей нормативной документацией создаваемый объект ЦРО УрФО необходимо обеспечить персоналом со следующим рекомендуемым штатным расписанием (таблица 3).



Таблица 3 – Штатное расписание

№ п.п.	Наименование должности	Общее кол-во, чел.	Подразделение
1	Директор ЦРО	1	Административно-хозяйственная служба
2	Уборщица	1	
3	Главный инженер-технолог	1	Блок радиационной обработки
4	Оператор ускорителя	3	
5	Зав. складом	1	Блоки приемка и выдачи продукции
6	Разнорабочий	2	
	ИТОГО	9	ЦРО

Всего при односменном режиме работы ЦРО УрФО необходимо 9 человек основного и технического персонала.

Основными источниками финансирования могут быть привлеченные или заемные средства. В качестве ключевых потенциальных источников финансирования проекта может быть Уральский Федеральный Университет (УрФУ) или Правительство Свердловской области, но также для реализации проекта инвесторами могут быть коммерческие организации. Для оценки инвестиционной привлекательности проекта мы будем включать в расходы процент выплаты заемных средств. В качестве процентной ставки кредитования предприятия будем использовать 10%, как среднее значение по рынку.

### **3.2 Специфические риски, сопровождающие реализацию проекта**

Реализация настоящего проекта является важной частью развития агропромышленных холдингов УрФО. Внедрение радиационных технологий позволит снизить экономические затраты связанные с потерями продукции, а также повысит биологическую безопасность пищевой продукции. Другой важной задачей является развитие нормативной базы применения ионизирующего излучения в пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Отсутствие государственного стимулирования внедрения радиационных технологий в неэнергетический сектора экономики также замедляет развитие. Другим важным риском внедрения современных методов радиационной обработки является высокий уровень радиофобии у населения,

вызывающий отторжения продукции, обработанной ионизирующим излучением у потребителей.

Возможные риски проекта и способы их компенсации приведены в таблице 4:

Таблица 4 – Риски проекта ЦЦЯМ

Группы рисков	Возможные факторы и причины	Способы их компенсации
Коммерческие	Неготовность рынка (недостаточное развитие нормативной базы, радиофобия)	- участие в подготовке и реализации концепции развития радиационных технологий в агропромышленных холдинга в УрФО; - формирование необходимого информационного пространства, стимулирующего развитие; - анализ и отслеживание рынка прилегающих территорий (России).
Конкурентные	Появление на целевом рынке конкурентных продуктов	- анализ возможностей поставки услуг потенциальных конкурентов. - создание производства уникальной группы услуг (поверхностная обработка – патент) - снижение себестоимости конкурентных услуг.
Финансовые	Прекращение финансирования	- планомерный поиск инвесторов. - формирование привлекательного инвестиционного климата. - планомерная работа с Федеральными и областными структурами власти по поддержке всей концепции развития радиационных технологий в УрФО с участием в нем ЦРО УрФО
Производственные	Нарушения в производственном процессе	- подготовка, обучение и сертификация специалистов. - гарантийное обслуживание оборудования.
Технические	Выход из строя комплектующих частей	- составление реестра «уязвимых» комплектующих частей импортного оборудования. - формирование резерва комплектующих частей

		импортного оборудования за счет собственных средств или средств поставщика оборудования. - коллаборация с производителем ускорительной техники
Организационные	Меняющиеся требования органов власти при прохождении процедуры сертификации, непредсказуемость действий представителей органов власти	- изучение нормативных документов. - привлечение сторонних специалистов для подготовки документов и прохождения процедуры.

### **3.3 Оценка экономической эффективности проекта при разных уровнях загрузки**

Для расчета показателей экономической эффективности инвестиционного проекта необходимо выполнить следующие этапы:

- оценить полный объем капитальных затрат проекта;
- оценить объема производства и эксплуатационных затрат;
- выбрать ставку дисконтирования денежных потоков и прогнозный период проекта.

#### **3.3.1 Объем производства и капитальных затрат**

Для оценки объема производства будем использовать информацию с официального сайта Правительства Свердловской области [44]. Ежегодно птицефабриками Свердловской области выпускается более 1 млрд столовых куриных яиц, для посевной используется более 98 тысяч тонн зернобобовых культур и производится более 400 тысяч тонн комбинированных кормов [44], [46]. Количество рабочих смен ЦРО УрФУ (с учётом возможных плановых и внеплановых простоев из-за ремонта или наладки оборудования, при условии 48 рабочих недель в год) – 240 смен/год.

Данные по номенклатуре и мощности производства ЦРО УрФО представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Прогнозируемый объем продукции для ЦРО УрФО

Продукция	Фасовка	Производительность обработки	Стоимость	Потребность региона
Куриные яйца	20 шт	20 шт./сек.	0.05 руб./шт.	Более 1 млн
Зернобобовые культуры	Подается через шнек или экструдер	1 кг./сек.	4 руб./кг.	Более 98 тыс. тонн
Комбинированные корма	Подается через шнек или экструдер	2 кг./сек.	4 руб./кг.	Более 400 тыс. тонн

### 3.3.2 Оценка эксплуатационных (производственных) затрат

Производственные затраты – это объем издержек при непосредственном производстве услуг. Для оценки производственных затрат необходимо рассмотреть штатное расписание предприятие, расходы на содержание имущества и коммунальные расходы. Штатное расписание ЦРО УрФО с указанием ставок, окладов и количества персонала приведены в таблице 6.

Таблица 6 –

№ п.п.	Ставка	Оклад, руб.	Кол-во, чел.
1	Директор ЦРО	50 000.00	1
2	Уборщица	15 000.00	1
3	Главный инженер-технолог	30 000.00	1
4	Оператор ускорителя	25 000.00	3
5	Зав. складом	25 000.00	1
6	Разнорабочий	15 000.00	2
	ИТОГО (в месяц)	225 000.00	9

Расходы на содержание имущества включают амортизацию оборудования, сервисные работы по обслуживанию оборудования и приобретение расходных материалов. При стоимости оборудования ЦРО УрФО в 14 150 000 руб. и сроке амортизации 10 лет величина амортизационных начислений составит 1 415 000 руб./год. Сервисные работы и приобретение расходных материалов оцениваются на уровне 200 000

руб./год. Коммунальные (кроме электроэнергии) и прочие накладные расходы оценили как 30% от общих расходов.

Производственные затраты ЦРО УрФО приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Производственные затраты ЦРО УрФО

№ п/п	Затраты	В месяц, руб.	В год, руб.
1.	Фонд оплаты труда (с учетом уральского коэффициента)	225 000.00	2 700 000.00
2.	Страховые взносы (ставка 30%)	67 500.00	810 000.00
3.	Сервисные работы, расходные материалы	-	200 000.00
4.	Э/энергия	9 600.00	115 200.00
5.	Дозиметрические контроль	30 000.00	360 000.00
6.	Маркетинг	-	200 000.00
7.	Накладные расходы	-	1 255 560.00 Р
	<b>ИТОГО</b>		<b>5 640 760.00 Р</b>

На основе анализа затрат на производство (ТС) с учетом объема производства (Q) для обеспечения 20% загрузки ЦРО УрФО (менее 5% от общего объема сельскохозяйственной продукции) можно оценить себестоимость отдельного вида продукции. Оценка планового объема реализации от радиационной обработки производилась по средней стоимости обработки 4 руб./кг зернобобовых культур или комбинированных кормов и 0.05 руб. за одно куриное яйцо. Также были рассчитаны показатели валовой прибыли и валовой прибыли с учетом налога. Результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Анализ себестоимости производства

Продукция	Куриные яйца	Зернобобовые культуры	Комбинированные корма
Затраты, рублей/год	5 640 760,00		
Q (15% загрузка)	35 769 600 шт.	3 576 960 кг.	7 153 920 кг.
ТС, рублей	0.146	1.460	0.730
ТС, рублей	1 788 480.00	14 307 840.00	28 615 680.00

$P_{\text{вал}}$ , руб./год. $P_{\text{вал}} = TR - TC$	44 712 000.00		
Q (25% загрузка)	59 616 000 шт.	5 961 600 кг.	11 923 200 кг.
ТС, рублей	0.0876	0.8758	0.4379
ТС, рублей	2 384 640.00	19 077 120.00	38 154 240.00
$P_{\text{вал}}$ , руб./год. $P_{\text{вал}} = TR - TC$	74 520 000.00		

### 3.3.3 Расчет показателей экономической эффективности проекта при 15% загрузке оборудования

В качестве ставки дисконтирования возьмем величину ставки рефинансирования ЦБ РФ (4.95%) и номинальной доходности 20%. Оценку эффективности проекта будем выполнять для прогнозного периода 10 лет на основе следующих показателей:

а) статические показатели:

- 1) срок окупаемости (PP);
- 2) коэффициент эффективности инвестиций (ARR);

б) динамические показатели:

- 1) чистый дисконтированный доход (NPV);
- 2) индекс рентабельности инвестиций (PI);
- 3) внутренняя норма рентабельности (IRR);
- 4) дисконтированный срок окупаемости (DPP).

с) в качестве исходных данных для расчета показателей взяты следующие:

- 1) объем реализации продукции (согласно информации Правительства Свердловской области);
- 2) стоимость оказания услуг в зависимости от вида продукции.

Данные по привлеченным инвестициям и планируемой прибыли для приведенного объема производства приведены в таблице 9. Отметим, что в

управленческом учете общая прибыль включает амортизационные начисления.

При достижении 100% загрузки односменного режима работы выручка от радиационной обработки ЦРО УрФО может достигать более 100 млн рублей (150 млн рублей). При этом предел производительности центра может быть увеличен за счет увеличения количества смен и персонала.

Из таблицы 9 видно, что при заданных объемах реализации и цене на радиационную обработку проект окупается за 5 года. При таком же объеме прибыли в последующие годы без учета дисконтирования проект окупится только на 4-ый год с момента начала инвестирования (или на 2ой год с момента начала работы предприятия). Таким образом, даже при не полной загрузке ЦРО УрФО проект является эффективным.

Срок окупаемости без учета дисконтирования (PP) составит:

$$PP = \min = 5 \text{ лет, когда } \sum \Pi \geq \sum K \quad (2)$$

где  $\Pi$  – это прибыль,

$K$  – инвестиции (капиталовложения).

Коэффициент эффективности инвестиций (или норма прибыли) составит:

$$ARR = \frac{\sum \Pi}{\sum K} = 1,54 \quad (3)$$

Таблица 9 – Денежный поток ЦРО УрФО при 15% загрузке

N	ГОД	Инвестиции	Амортизация	Прибыль	Денежный поток (CF)	Денежный поток (CF) нарастающим итогом	Дисконтированный денежный поток (DCF)	Дисконтированный денежный поток (DCF) нарастающим итогом
0	2021	25,00			-25,00	-25,00	-25,00	-25,00
1	2022	75,23			-75,23	-100,23	-75,23	-100,23
2	2023		1,42	29,44	29,44	-70,78	22,52	-77,71
3	2024		1,42	29,44	29,44	-41,34	19,70	-58,01
4	2025		1,42	29,44	29,44	-11,90	17,22	-40,79
5	2026		1,42	29,44	29,44	17,54	15,06	-25,72
6	2027		1,42	29,44	29,44	46,98	13,18	-12,55
7	2028		1,42	31,26	31,26	78,24	12,23	-0,31
8	2029		1,42	31,26	31,26	109,49	10,70	10,39
9	2030		1,42	31,26	31,26	140,75	9,36	19,74
10	2031		1,42	31,26	31,26	172,01	8,18	27,93



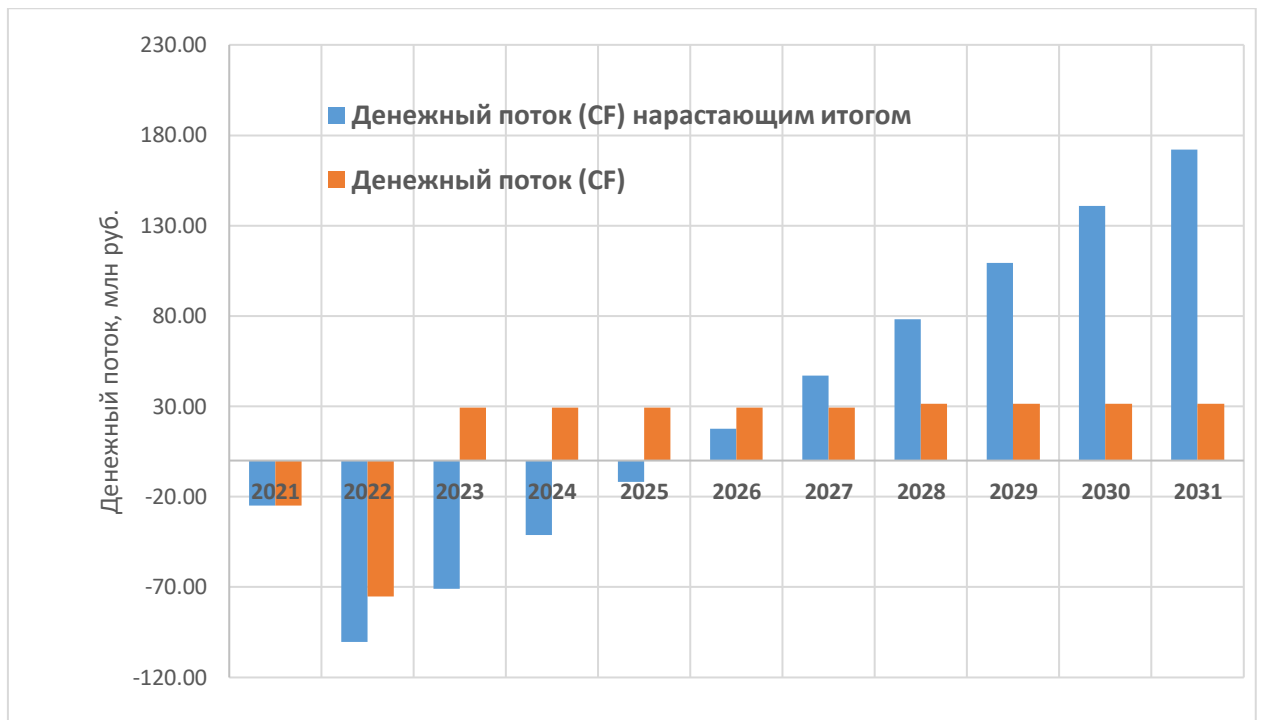


Рисунок 7 – Денежный поток ЦРО УрФО при 15% загрузке

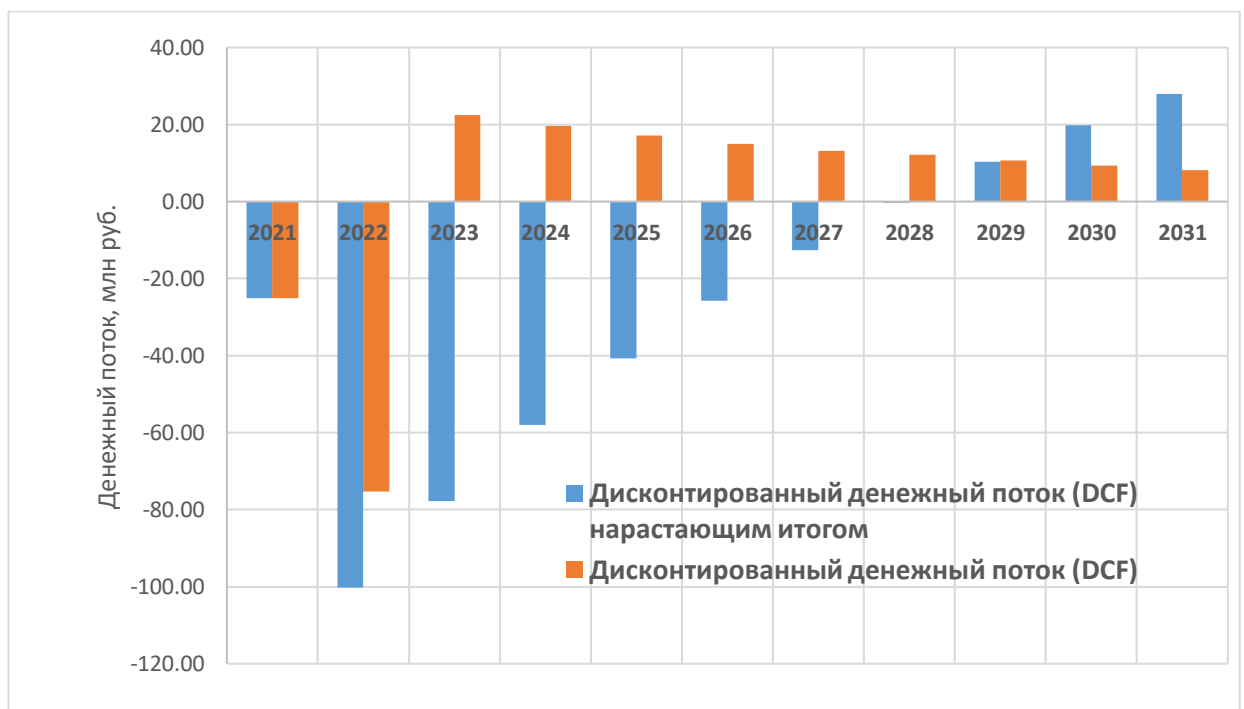


Рисунок 8 – Дисконтированный денежный поток ЦРО УрФО при 15% загрузке

Динамические показатели рассчитываются с учетом дисконтирования, т.е. учитывают то, что денежные поступления и затраты осуществляются в различные временные периоды и, следовательно, имеют разное значение.

Величина чистого дисконтированного дохода (NPV) рассчитывается как разность дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиции за прогнозный период:

$$NPV = \sum_{t=1}^T (-K_t \cdot \alpha_t + \Pi_t \cdot \alpha_t) \quad (4)$$

где  $\Pi_t$  – это прибыль в  $t$ -ом году;

$K_t$  – инвестиции в  $t$ -ом году;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования денег  $t$ -о года к году начала реализации проекта.

Коэффициент дисконтирования определяется следующим образом:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (5)$$

где  $r$  – это ставка дисконтирования.

Чистый дисконтированный доход NPV составит:

$$NPV = \sum_{t=1}^T (-K_t \cdot \alpha_t + \Pi_t \cdot \alpha_t) = 10,39 \text{ млн. руб.} \quad (6)$$

$NPV > 0$ , значит, проект эффективен и его следует принять.

Индекс рентабельности PI рассчитывается как отношение чистой текущей стоимости денежного притока к чистой текущей стоимости денежного оттока (включая первоначальные инвестиции).

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \Pi_t \cdot \alpha_t}{\sum_{t=1}^T K_t \cdot \alpha_t} = 1,34 \quad (7)$$

$PI > 1$ , значит, проект эффективен и его следует принять.

Дисконтированный срок окупаемости инвестиции DPP учитывает стоимость денег во времени и составит:

$$DPP = \min = 8 \text{ лет, когда } \sum \Pi_t \cdot \alpha_t \geq \sum K_t \cdot \alpha_t \quad (8)$$

Внутренняя норма рентабельности, или внутренняя норма прибыли, инвестиций IRR – это значение ставки дисконтирования, при котором NPV проекта равен нулю. Данный показатель находится из уравнения:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \left( -\frac{K_t}{(1+r)^t} + \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \right) = 0 \quad (9)$$

Данный показатель можно определить графически.

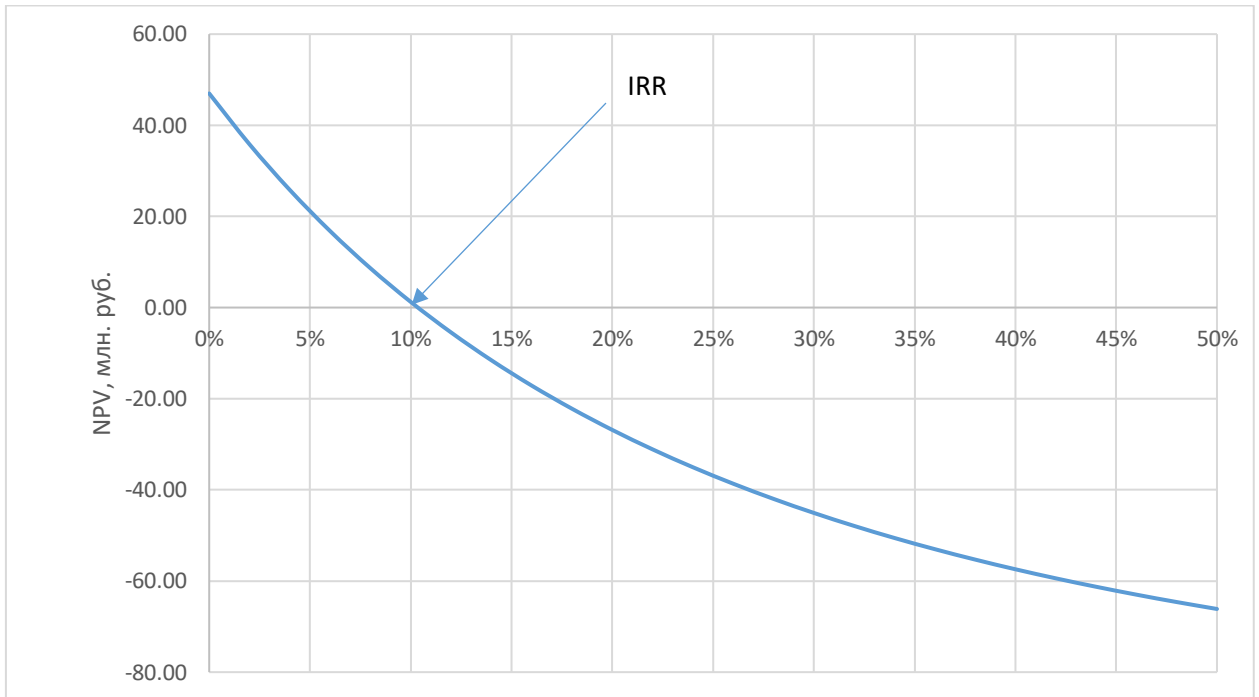


Рисунок 9 – Чистый дисконтированный доход NPV, рублей

Расчитанные показатели экономической эффективности проекта приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели экономической эффективности проекта

№п п	Показатель	Обозначение	Значение
	Статические показатели		
1	Срок окупаемости, г.	PP (Payback Period)	5
2	Коэффициент эффективности инвестиций	ARR (Accounting Rate of Return)	1,54
	Динамические показатели		
1	Чистый дисконтированный доход, руб.	NPV (Net Present Value)	10.39 млн. руб
2	Индекс рентабельности инвестиций	PI (Profitability Index)	1,34

3	Внутренняя норма рентабельности	IRR (Internal Rate of Return)	10%
4	Дисконтированный срок окупаемости, г.	DPP (Discounted Payback Period)	8

Внутренняя норма рентабельности  $IRR \approx 10\%$ , что меньше значения  $r$  (14.34%). Таким образом при 15% загрузке центра инвестиционный проект не эффективен, если принимать норму доходности за 20%. Тем не менее инвестиционный проект окупается и может быть принят при выборе меньшей нормы доходности.

По статическим и динамическим показателем проект является рентабельным и будет приносить прибыль. Однако если загрузка ЦРО УрФО будет менее 15% от производственной мощности, то инвестиционный проект остается не эффективным. При этом в расчет берется менее 5% от общего объема продукции каждого вида. Данный сценарий является негативным, хотя проект по-прежнему рентабельный.

Далее будет оценена эффективность проекта ЦРО УрФО при большей загрузке оборудования, равной 25%.

### **3.3.4 Расчет показателей экономической эффективности проекта при 25% загрузке оборудования**

Полученные результаты расчетов для 25% загрузки ЦРО УрФО представлены в таблице 11. Из таблицы 11 видно, что при заданных объемах реализации и цене на радиационную обработку проект окупается за 4 года. (или на 3ий год с момента начала работы предприятия).

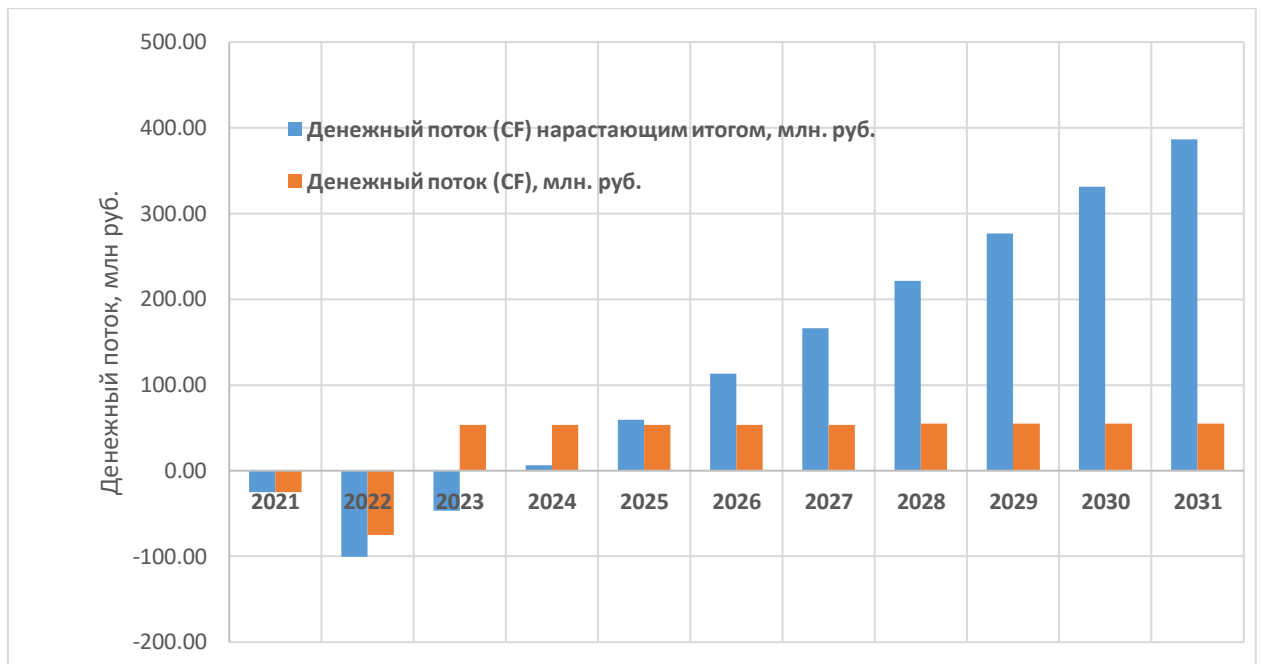


Рисунок 10 – Денежный поток ЦРО УрФО при 25% загрузке

Таблица 11 – Денежный поток ЦРО УрФО при 25% загрузке

N	ГОД	Инвестиции	Амортизация	Прибыль	Денежный поток (CF)	Денежный поток (CF) нарастающим итогом	Дисконтированный денежный поток (DCF)	Дисконтированный денежный поток (DCF) нарастающим итогом
0	2021	25,00			-25,00	-25,00	-25,00	-25,00
1	2022	75,23			-75,23	-100,23	-75,23	-100,23
2	2023		1,42	53,29	53,29	-46,94	40,76	-59,47
3	2024		1,42	53,29	53,29	6,35	35,65	-23,82
4	2025		1,42	53,29	53,29	59,64	31,18	7,36
5	2026		1,42	53,29	53,29	112,92	27,27	34,62
6	2027		1,42	53,29	53,29	166,21	23,85	58,47
7	2028		1,42	55,10	55,10	221,32	21,57	80,04
8	2029		1,42	55,10	55,10	276,42	18,86	98,90
9	2030		1,42	55,10	55,10	331,52	16,50	115,40
10	2031		1,42	55,10	55,10	386,63	14,43	129,82

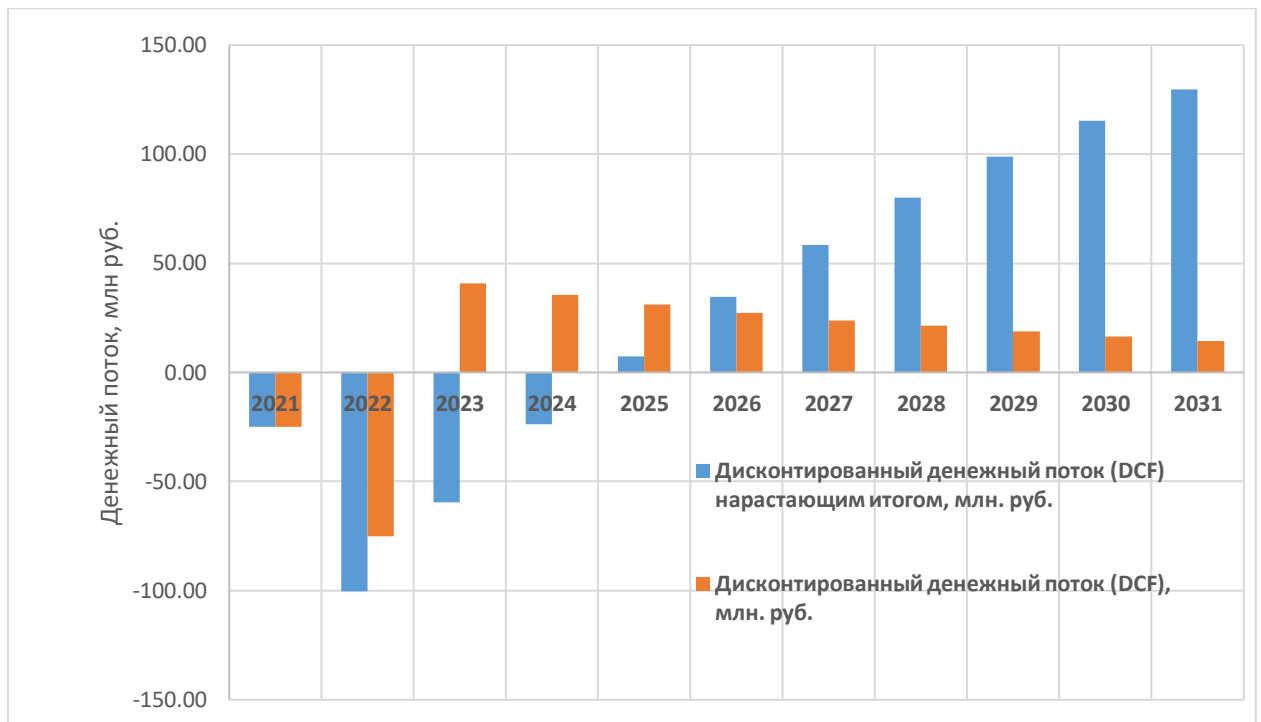


Рисунок 11 – Дисконтированный денежный поток ЦРО УрФО при 25% загрузке

Срок окупаемости без учета дисконтирования (PP) составит:

$$PP = \min = 3 \text{ лет, когда } \sum \Pi \geq \sum K \quad (9)$$

где  $\Pi$  – это прибыль;

$K$  – инвестиции (капиталовложения).

Коэффициент эффективности инвестиций (или норма прибыли) составит:

$$ARR = \frac{\sum \Pi}{\sum K} = 1,64 \quad (10)$$

Динамические показатели рассчитываются с учетом дисконтирования, т.е. учитывают то, что денежные поступления и затраты осуществляются в различные временные периоды и, следовательно, имеют разное значение.

Величина чистого дисконтированного дохода (NPV) рассчитывается как разность дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиции за прогнозный период:

$$NPV = \sum_{t=1}^T (-K_t \cdot \alpha_t + \Pi_t \cdot \alpha_t) \quad (11)$$

где  $\Pi_t$  – это прибыль в  $t$ -ом году;

$K_t$  – инвестиции в  $t$ -ом году;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования денег  $t$ -о года к году начала реализации проекта.

Коэффициент дисконтирования определяется следующим образом:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (12)$$

где  $r$  – это ставка дисконтирования.

Чистый дисконтированный доход NPV составит:

$$NPV = \sum_{t=1}^T (-K_t \cdot \alpha_t + \Pi_t \cdot \alpha_t) = 7,36 \text{ млн. руб.} \quad (13)$$

$NPV > 0$ , значит, проект эффективен и его следует принять.

Индекс рентабельности PI рассчитывается как отношение чистой текущей стоимости денежного притока к чистой текущей стоимости денежного оттока (включая первоначальные инвестиции).

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \Pi_t \cdot \alpha_t}{\sum_{t=1}^T K_t \cdot \alpha_t} = 2,36 \quad (13)$$

$PI > 1$ , значит, проект эффективен и его следует принять.

Дисконтированный срок окупаемости инвестиции DPP учитывает стоимость денег во времени и составит:

$$DPP = \min = 4 \text{ лет, когда } \sum \Pi_t \cdot \alpha_t \geq \sum K_t \cdot \alpha_t \quad (14)$$

Внутренняя норма рентабельности, или внутренняя норма прибыли, инвестиций IRR – это значение ставки дисконтирования, при котором NPV проекта равен нулю. Данный показатель находится из уравнения:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \left( -\frac{K_t}{(1+r)^t} + \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \right) = 0 \quad (15)$$

Данный показатель можно определить графически.



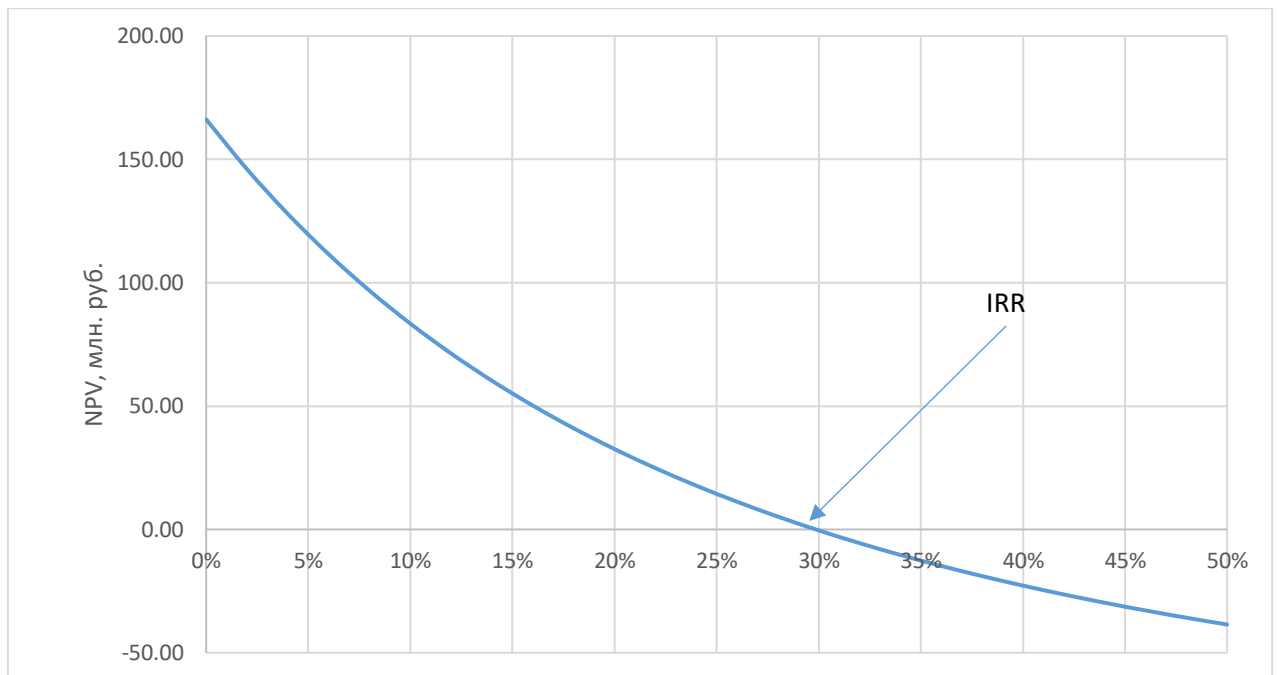


Рисунок 11 – Чистый дисконтированный доход NPV, рублей

Внутренняя норма рентабельности  $IRR \approx 30\%$ , что больше значения  $r$  (14.34%). Таким образом при 25% загрузке центра инвестиционный проект эффективен.

Рассчитанные показатели экономической эффективности проекта приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка экономической эффективности проекта при загрузке 25%

№п п	Показатель	Обозначение	Значение
	Статические показатели		
1	Срок окупаемости, г.	PP (Payback Period)	3
2	Коэффициент эффективности инвестиций	ARR (Accounting Rate of Return)	1,64
	Динамические показатели		
1	Чистый дисконтированный доход, руб.	NPV (Net Present Value)	7.36 млн. руб
2	Индекс рентабельности инвестиций	PI (Profitability Index)	2,36
3	Внутренняя норма рентабельности	IRR (Internal Rate of Return)	30%
4	Дисконтированный срок окупаемости, г.	DPP (Discounted Payback Period)	4

Ключевым фактором эффективности работы ЦРО УрФО будет объем продукции, подвергаемый радиационной обработке. Таким образом риск, вызванный радиофобией и слабой нормативной базы, является решающим. Для проведения полной оценки эффективности инвестиции правильным является оценить Изменение выручки и рентабельности центра при росте загрузки. Для оценки мы по-прежнему будем использовать только 3 вида продукции. Полученные результаты представлены на рисунке 12.

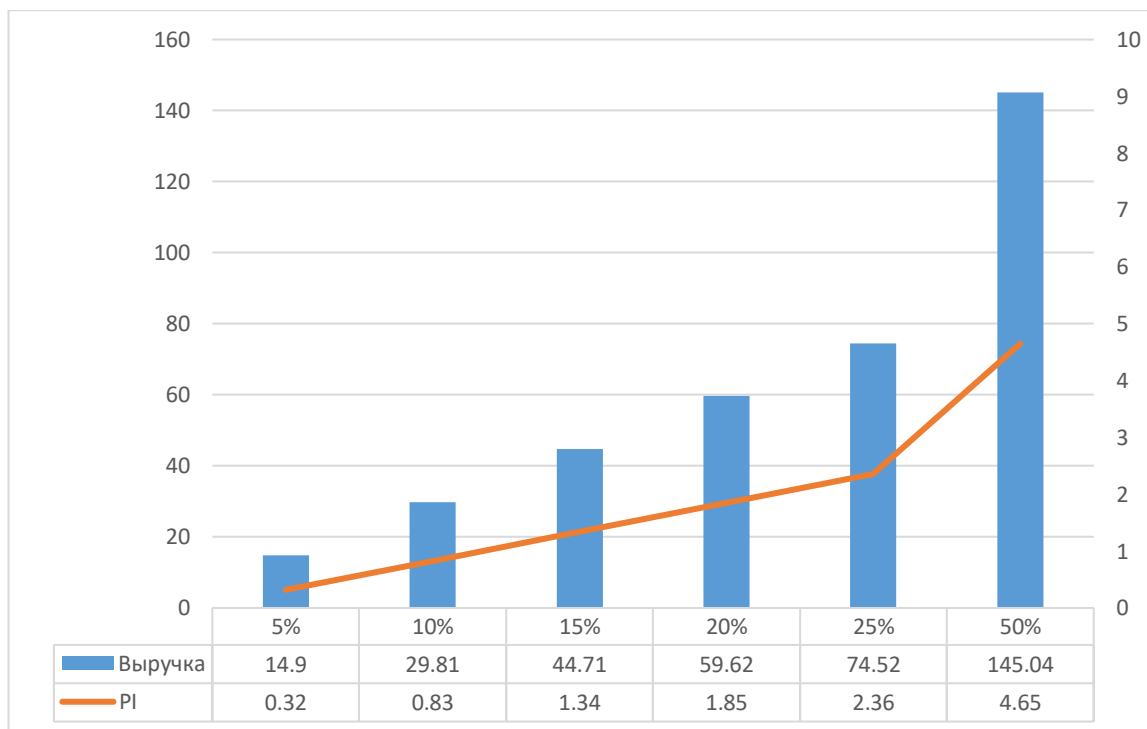


Рисунок 12 – Рост выручки и показателя PI от загрузки ЦРО УрФО

При достижении 15% загрузки ЦРО УрФО инвестиционный проект становится рентабельным и показатель PI выше 1. Таким образом для того, чтобы проект окупился необходимым является обработка 5% от общего объема рынка. Однако ввиду существующих рисков требуется оценивать вероятность негативного сценария и рассмотреть больший список продукции возможной для обработки. При 25% загрузке проект становится рентабельным и с учетом выбранной нормы доходности эффективным. Это подтверждается расчетами показателя внутренней нормы доходности.

## **Выводы по третьей главе**

Инновационный проект «Центр радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий» имеет высокий потенциал реализации в Свердловской области. Ключевой целью проекта является радиационная обработка широкого перечня продукции агропромышленных предприятий. Реализация настоящего проекта является важной частью развития агропромышленных холдингов УрФО. Однако проект имеет риски реализации связанные с радиофобией у потенциальных потребителей продукции и отсутствие развитой нормативной базы.

Проведенные расчеты экономической эффективности проекта ЦРО УрФО показывают высокую рентабельность проекта даже при не полной загрузке. Так из проведенных расчетов видно, что проект становится прибыльным при загрузке ЦРО УрФО более чем на 13-15%. Высокая рентабельность и быстрая окупаемость проекта может объясняться низкими капитальными расходами на приобретение ускорительной техники и инновационной методикой обработки. Однако на данных ускорителях возможно проводить обработку только поверхностного слоя продукции, что снижает общий перечень товаров возможных к обработке. При это видно, что 1 ускоритель позволяет проводить обработку менее 30% от общего объема одного из рассматриваемых продуктов в Свердловской области.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что центр ЦРО УрФО с большой вероятностью справиться с рисками, вызванными радиофобией потребителей и низким распространением радиационных технологий в пищевом и сельскохозяйственном производстве.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение радиационной технологии обработки продукции агропромышленных предприятий повышает срок хранения продукции и её биологическую безопасность для потребителей. Рассматриваемый метод обработки с использованием низкоэнергетическими наносекундными электронным пучком позволяет в значительной мере снизить контаминацию микроорганизмов на поверхности, без значительного влияние на качество и пищевую ценность продукта.

В России внедрение радиационных технологий в пищевую и сельскохозяйственную промышленность началось сравнительно не давно и быстро развивается.

Инновационный проект ЦСО УрФО имеет высокий потенциал реализации в виду большого рынка в Свердловской области. Даже при полной двухсменной загрузке центра его производительность не позволит покрыть весь объем рассматриваемой в данной работе продукции региона. Таким образом при положительном сценарии развития радиационных технологий центр будет нуждаться в увеличении количества ускорителей и сотрудников.

В результате настоящей работы выполнен экономический анализ эффективности инвестиций проекта «Радиационной обработки продукции агропромышленных предприятий». На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- применение радиационных технологий в пищевой и сельскохозяйственной промышленности в России сильно отстает от мирового уровня. Реализация настоящего проекта будет значительно способствовать развитию данного направления в Уральском регионе.
- производственной мощности одного ускорителя типа УРТ при двухсменной загрузке будет достаточно что бы обрабатывать менее 30% от общего объема одного вида продукции агропромышленных комплексов Свердловской области.

- рассчитаны основные показатели экономической эффективности проекта (срок окупаемости с учетом и без учета дисконтирования, индекс рентабельности инвестиций, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности).
- в условиях односменной загруженности ЦРО УрФО более чем на 25% ( $IRR = 24,35\%$ ) производственной мощности проект является эффективным, что подчеркивает не только технологическую, но и экономическую перспективность метода радиационной обработки. Данный факт обусловлен низкой стоимостью ускорителей типа УРТ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алынина Д. Н. и др. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // И 665 Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов., 12-13 ноября 2020 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – С. 118.
2. Шишкина Н. С. и др. Комплексная технология хранения растительной продукции с применением УФ-излучения // Все о мясе. – 2020. – №. S5. – С. 407-411.
3. Федотова О. Б., Мяленко Д. М., Трошина А. В. Ультрафиолетовое обеззараживание тары из полистирола для молочной продукции // Пищевая промышленность. – 2008. – №. 6.
4. Мусина О. Н., Коновалов К. Л. Радиационная обработка ионизирующим излучением продовольственного сырья и пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2016. – №. 8.
5. Козьмин Г. В. и др. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – №. 5.
6. Чиж Т. В. и др. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности // Вестник Российской академии естественных наук. – 2011. – Т. 4. – С. 44-49.
7. Кобялко В. О. и др. Радиационная обработка полуфабрикатов и пищевых продуктов, готовых к употреблению // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение" Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова" РАН, 2017. – №. 1. – С. 155-159.

8. Timmermans A. J. M. et al. Food losses and waste in the context of sustainable food systems. – CFS Committee on World Food Security HLPE, 2014. – №. 8.
9. Food safety for whom? Corporate wealth versus people's health: [сайт] – URL: <https://www.grain.org/en/article/4230-food-safety-for-whom-corporate-wealth-versus-people-s-health> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
10. Продовольственные потери и пищевые отходы в контексте устойчивых продовольственных систем: [сайт] – URL: <http://www.fao.org/3/av037r/av037r.pdf> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
11. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Курс на сокращение потерь и порчи продовольствия: [сайт] – URL: <http://www.fao.org/3/ca6030ru/ca6030ru.pdf> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
12. Huggett R. A. A Business Plan for Creating a Global Sustainable Food Production Company. – The American University of Paris (France), 2015.
13. Радиационные технологии: взгляд из России: [сайт] – URL: [https://www.rvc.ru/upload/iblock/796/201508\\_Radiation\\_technologies.pdf](https://www.rvc.ru/upload/iblock/796/201508_Radiation_technologies.pdf) (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
14. Кудряшов Ю. Б. Радиационная биофизика / Ю.Б Кудряшов. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
15. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных: Учебник для биологических специальностей Вузов / С. П. Ярмоненко. – Москва : Высшая школа, 1988. – 424 с.
16. ван Козей Я. Лучевая обработка пищевых продуктов // Бюллетень МАГАТЭ. – 1981. – Т. 23. – №. 3. – С. 37-41.
17. Codex Alimentarius Commission et al. General Standard for Irradiated Foods CODEX STAN 106-1983, REV. 1-2003. – 2003.

- 18.Черняев А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом / А. П. Черняев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 152 с.
- 19.Leemhorst J. G., Miller A. Radiation processing: State of the art. – 1990.
- 20.Лощаков И. И. Введение в дозиметрию и защита от ионизирующих излучений / И. И. Лощаков. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2008. – 145 с.
- 21.Sokovnin S. Y., Balezin M. E. Repetitive nanosecond electron accelerators type URT-1 for radiation technology // Radiation Physics and Chemistry. – 2018. – Т. 144. – С. 265-270.
- 22.Sokovnin S. Y. et al. The use of nanosecond electron beam for the eggs surface disinfection in industrial poultry // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2018. – Т. 1115. – №. 2. – С. 022034.
- 23.Sokovnin S. Y. et al. Properties of hens' eggs after surface irradiation by nanosecond electron beam // Radiation Physics and Chemistry. – 2019. – Т. 165. – С. 108398.
- 24.Патент РФ № 2 654 622 «Способ поверхностной дезинфекции яйца» С. Ю. Соковнин, И. М. Донник, А. С. Кривоногова, И. А. Шкуратова, А. Г. Исаева, М. Е. Балезин, Р. А. Вазиров, П. С. Кривоногов, К. В. Моисеева, А. А. Баранова, Н. Б. Мусихина опублик. 21.05.2018 Бюл. № 15. и положительное решение по заявке С. Ю. Соковнин, И. М. Донник, А. С. Кривоногова, И. А. Шкуратова, А. Г. Исаева, М.Е. Балезин, Р. А. Вазиров, П.С. Моисеева, А. А. Баранова, Н. Б. Мусихина // Способ поверхностной дезинфекции яйца / заявка на патент РФ № 2018144436/10(074208) от 15.12.2018.
- 25.Патент РФ № 2 729 813 «Способ поверхностной дезинфекции яйца» С. Ю. Соковнин, И. М. Донник, И. А. Шкуратова, А. С. Кривоногова, А. Г. Исаева, М. Е. Балезин, Р. А. Вазиров, П. С. Кривоногов, К. В. Моисеева, А. А. Баранова, Н. Б. Мусихина опублик. 15.06.2020 Бюл. № 17. и положительное решение по заявке С. Ю. Соковнин, И. М. Донник, И. А. Шкуратова, А. С. Кривоногова, А. Г. Исаева, М. Е. Балезин, Р. А.



- Вазиров, П. С. Моисеева А. А. Баранова Н. Б. Мусихина // Способ поверхностной дезинфекции яйца / заявка на патент РФ № 2018144436/10(074208) от 15.12.2018.
26. Kotov Y. A., Sokovnin S. Y., Balezin M. E. A review of possible applications of nanosecond electron beams for sterilization in industrial poultry farming // Trends in Food Science & Technology. – 2003. – Т. 14. – №. 1-2. – С. 4-8.
27. Ученые всей страны обсудили современные технологии в птицеводстве: [сайт] – URL: <http://urgau.ru/104-novosti/1216-uchenye-vsej-strany-obsudili-sovremennye-fizicheskie-tekhnologii-v-ptitsevodstve> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
28. Arvanityannis I. S. Irradiation of food commodities: techniques, applications, detection, legislation, safety and consumer opinion. – Academic Press, 2010.
29. World Health Organization et al. Acceptance, control of and trade in irradiated food. – 1989.
30. [USDA–APHIS] U.S. Department of Agriculture – Animal and Plant Health Inspection Service. 2006. Treatments for fruits and vegetables. Rules and Regulations. Federal Register 71(18): 4451D 4464, June 27, 2006.
31. Echols M. A. Food safety regulation in the European Union and the United States: different cultures, different laws // Colum. J. Eur. L. – 1998. – Т. 4. – С. 525.
32. Kume T., Todoriki S. Food irradiation in Asia, the European Union, and the United States: A status update // Radioisotopes. – 2013. – Т. 62. – №. 5. – С. 291-299.
33. ГОСТ ISO 14470-2014. Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113356> (дата обращения 01.02.2021).

- 34.ГОСТ 33271-2015. Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200123804> (дата обращения 01.02.2021).
- 35.ГОСТ 33302-2015. Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124075> (дата обращения 01.02.2021).
- 36.ГОСТ 33820-2016. Мясо свежее и мороженое. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139400/> (дата обращения 01.02.2021).
- 37.ГОСТ 33800-2016. Продукция пищевая облученная. Общие требования к маркировке. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200138875/> (дата обращения 01.02.2021).
- 38.ГОСТ 34154-2017. Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов. – Текст: электронный [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200146770/> (дата обращения 01.02.2021).
- 39.Предприятие ООО СФМ Фарм: [сайт]. – URL: [https://catalog.ick.ru/sfm\\_farm\\_ooo\\_531/](https://catalog.ick.ru/sfm_farm_ooo_531/) (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
- 40.Предприятие АО "Стерион": [сайт]. – URL: <https://mtcmr.ru/uchastniki/Sterion/> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
- 41.Предприятие ООО «Теклеор» ": [сайт]. – URL: <https://www.tecleor.com/ru/> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.

42. Промышленность Екатеринбурга: [сайт] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленность\\_Екатеринбурга](https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленность_Екатеринбурга) (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
43. Инвестиционные проекты: [сайт] – URL: <http://www.cis2000.ru/cisBudgetingTwo/handbookFP.shtml> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
44. Сайт правительства Свердловской области: [сайт]. – URL: <http://midural.ru/> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
45. Пищевая промышленность и сельское хозяйство: [сайт] – URL: <https://made-in-ural.ru/pishevaya-promyshlennost-i-selskoe-hozyaystvo/> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
46. Площадь уборки зерновых культур в Свердловской области составит почти 350 тыс. га: [сайт] – URL: <https://tass.ru/ural-news/9125659> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
47. Закон Р. Ф. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений // Российская газета. – 1999. – Т. 4.
48. Основы экономики предприятия: [сайт] – URL: <https://works.doklad.ru/view/5AZhl6MWdj4.html> (дата обращения 01.02.2021). – Текст: электронный.
49. РЕАЛИЗУЕМОСТИ Э. И. Ф. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. – 2000.
50. Теплова Т. В. Финансовый менеджмент: управление капиталом и инвестициями: учебник для вузов / Т. В. Теплова. – Москва: ГУ ВШЭ, 2000. – 504 с.
51. Норткотт, Д. Принятие инвестиционных решений / Д. Норткотт. – Москва : Банки и биржи , 1997. – 219 с.

- 52.Сергеев И. В., Веретенникова И. И. Организация и финансирование инвестиций: Учебное пособие / И. В. Сергеев, И. И. Веретенникова. – Москва: Финансы и статистика, 2000. – 272 с.
- 53.Аврашков Л. Я. Методика оценки эффективности инвестиций / Л. Я. Аврашков, Г. Ф. Графова // Аудитор. – 2013г. – № 7.
- 54.Бендиков М. А. Оценка реализуемости инновационного проекта / М. А. Бендиков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2011г. – №2.
- 55.Кит П., Янг Ф. Управленческая экономика. Инструментарий руководителя / П. Кит, Ф. Янг. – СПб.: Питер, 2008. – 624 с.
- 56.Ковалев В. В. Методы оценки инвестиционных проектов / В. В. Ковалев. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 144 с.
- 57.Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Юнг М. С. Управленческий учёт / Э. А. Аткинсон, Р. Д. Банкер, Р. С. Каплан, М. С. Юнг. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 880 с.
- 58.Афонин И. В. Инновационный менеджмент и экономическая оценка реальных инвестиций: учебное пособие / И. В. Афонин. – Москва: Гардарики, 2006. – 301 с.
- 59.Сергеев И. В., Веретенникова И. И. Организация и финансирование инвестиций: Учебное пособие / И. В. Сергеев, И. И. Веретенникова. – Москва: Финансы и статистика, 2000. – 272 с.
- 60.Окладников Д. Оценка эффективности инвестиций. Выбор оптимальных подходов к принятию инвестиционных решений / Д. Окладников // Управленческий учет и финансы. – 2012г. – №4.