

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ФГБОУ ВПО ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ  
Кафедра медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности

*Т.В. Сазанова*

## **ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

Учебное пособие

**НАПИСАНИЕ на ЗАКАЗ:**

1. Дипломы, курсовые, рефераты...
2. Диссертации и научные работы.  
Тематика любая: ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ, экономика,  
техника, право, менеджмент, финансы, биология...  
Уникализация текстов, переводы с языков,  
презентации...

**УЧЕБНИКИ, ДИПЛОМЫ, ДИССЕРТАЦИИ:**

полные тексты в электронной библиотеке  
[www.учебники.информ2000.рф](http://www.учебники.информ2000.рф).

Издательство

Тюменского государственного университета

2013

УДК 5(075.8)  
ББК Б.я73  
С 148

Сазанова Т.В. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ: учебное пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2013. 288 с.

В теоретической части рассматриваются сведения по астрономии, географии, основам биологии и экологии, истории развития общества и культуры, значимым научным достижениям, взаимоотношениям факторов среды и компонентов природы. Материалы изложены таким образом, чтобы обеспечить хорошую базовую подготовку будущих педагогов для преподавания в 1-4 классах предметов «Окружающий мир», «Мир вокруг нас», «Естествознание», «Природоведение», «Природа и люди», «Мир и человек», «Зеленый дом» (в зависимости от программы).

Практическая часть включает средства контроля, экзаменационные вопросы, тестовые задания, ключи к тестам, темы контрольных работ. Изложены методические указания по самостоятельной работе, критерии самооценки учебного материала. Список литературы включает источники, необходимые для разработки уроков и мероприятий по естествознанию в начальной школе.

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом и программой по естествознанию для студентов высших учебных заведений. Предназначено для студентов направления «Педагогическое образование» всех форм обучения. Является комплексным и интегрированным учебником по дисциплине.

Рабочая программа дисциплины размещена на сайте Университета <http://utmn.ru>.

Рекомендовано учебно-методической комиссией Института педагогики и психологии ТюмГУ. Утверждено на заседании кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Ответственный за выпуск:</b> | А.В. Трофимова, зав.отделом учебно-методического обеспечения ИДО                                      |
| <b>Рецензенты:</b>              | Г.А. Сулкарнаева, д-р мед. наук, профессор кафедры гигиены с основами экологии ГБОУ ВПО ТюмГУ         |
|                                 | И.Н. Емельянова, д-р пед. наук, профессор, зав.кафедрой общей и социальной педагогики ФГБОУ ВПО ТюмГУ |

**ISBN 978-5-400-00867**

© ФГБОУ ВПО Тюменский государственный университет, 2013

© Т.В. Сазанова, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |            |
|---|------------|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>  | <b>7</b>   |
| <b>Глава 1. Культурно-исторические и научные представления о Вселенной.....</b> | <b>10</b>  |
| 1.1. Исторические модели Вселенной.....   | 11         |
| 1.2. Строение и эволюция Вселенной.....   | 15         |
| 1.3. Галактики. Наша Галактика – Млечный Путь.....                              | 17         |
| 1.4. Звезды. Солнце.....  | 20         |
| 1.5. Строение Солнечной системы. Планеты и тела .....                           | 29         |
| 1.6. Смена времен года на Земле .....   | 45         |
| 1.7. Метеориты и кометы.....  | 49         |
| <b>Резюме .....</b>   | <b>55</b>  |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>  | <b>56</b>  |
| <b>Глава 2. Понятие о форме и размерах земли .....</b>                          | <b>57</b>  |
| 2.1. Современные представления о фигуре Земли.....                              | 57         |
| 2.2. Современные системы координат .....  | 65         |
| 2.3. Картография и топография. Проекции и карты.....                            | 67         |
| 2.4. История картографии и топографии .....                                     | 81         |
| 2.5. Глобус и градусная сеть .....  | 87         |
| 2.6. Ориентирование на местности.....   | 90         |
| <b>Резюме .....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>Глава 3. Литосфера.....</b>  | <b>98</b>  |
| 3.1. Общее строение литосферы .....   | 99         |
| 3.2. Тектоника земной коры .....  | 112        |
| 3.3. Горные породы и минералы .....   | 122        |
| 3.4. Почва и почвообразование .....   | 129        |
| 3.5. Топливные ископаемые ресурсы литосферы .....                               | 139        |
| 3.6. Материки и их характеристика .....   | 143        |
| 3.7. Виды наземного рельефа.....  | 148        |
| 3.8. Особо опасные природные явления в литосфере .....                          | 165        |
| <b>Резюме .....</b>   | <b>170</b> |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>  | <b>171</b> |
| <b>Глава 4. Гидросфера.....</b>   | <b>172</b> |
| 4.1. Общая характеристика гидросферы. Мировой океан .....                       | 172        |
| 4.2. Океаны Земли и их особенности .....  | 188        |
| 4.3. Моря как часть Мирового океана .....                                       | 205        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4. Континентальные воды .....                       | 213        |
| 4.5. Подземные воды .....                             | 235        |
| 4.6. Экологические группы гидробионтов.....           | 237        |
| 4.7. Водные ресурсы и проблемы их использования ..... | 241        |
| <b>Резюме .....</b>                                   | <b>244</b> |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>                | <b>245</b> |
| <b>Глава 5. Атмосфера Земли.....</b>                  | <b>247</b> |
| 5.1. Физико-химические свойства атмосферы .....       | 248        |
| 5.2. Строение атмосферы .....                         | 250        |
| 5.3. Физиологические и другие свойства атмосферы..... | 254        |
| 5.4. История образования атмосферы .....              | 257        |
| 5.5. Погода и ее явления .....                        | 259        |
| 5.6. Климат. Воздушные массы.....                     | 275        |
| 5.7. Загрязнение атмосферы .....                      | 282        |
| 5.8. Географическая оболочка .....                    | 283        |
| 5.9. Климатические пояса и природные зоны .....       | 286        |
| <b>Резюме .....</b>                                   | <b>289</b> |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>                | <b>289</b> |
| <b>Глава 6. Страны и народы.....</b>                  | <b>291</b> |
| 6.1. Население планеты Земля.....                     | 292        |
| 6.2. Наша страна – Россия .....                       | 301        |
| 6.3. История развития цивилизаций .....               | 307        |
| <b>Резюме .....</b>                                   | <b>315</b> |
| <b>Вопросы для самопроверки: .....</b>                | <b>317</b> |
| <b>ГЛОССАРИЙ.....</b>                                 | <b>320</b> |
| <b>ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ.....</b>                      | <b>323</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>                         | <b>334</b> |

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Основная цель содержания предмета «Естествознание» состоит в формировании у студента целостного взгляда на окружающую природную и социальную среду, осознания сложного взаимодействия всех компонентов природы, ее исторического развития, представления о роли человека в системе «человек – природа – общество». Студент должен понимать единство комплексной естественнонаучной картины мира.

Важнейшей образовательной задачей дисциплины являются: формирование у студентов фундаментальных знаний, обеспечивающих возможность высококвалифицированного преподавания в начальной школе (1-4 кл.) естественнонаучных знаний, в рамках таких предметов как «Естествознание», «Природоведение», «Окружающий мир», «Мир вокруг нас» и др., с учетом различных образовательных программ в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта для начальной школы. С учетом индивидуально-личностных, эмоциональных, психофизиологических возможностей ребенка.

Студенты должны иметь обширную базу интегрированных знаний с целью решения будущих учебно-педагогических задач; должны уметь создать психолого-педагогические условия для личностного развития учеников в эмоционально-познавательной сфере, в сфере саморегуляции и коммуникации с опорой на систему базовых культурных ценностей российского общества. Эти задачи решаются в процессе обучения всем предметам начальной школы. Однако каждый из них имеет свою специфику.

Специфика предметов «Естествознание», «Окружающий мир» и др. состоит в том, что они, имея ярко выраженный интегративный

характер, соединяют в равной мере природоведческие, обществоведческие исторические знания, что дает обучающимся необходимый материал для целостного и системного видения мира в его важнейших взаимосвязях.

В основе построения учебного пособия по дисциплине «Естествознание» заложены следующие принципы: *интеграции* – соотношение между естественнонаучными знаниями и знаниями, отражающими различные виды человеческой деятельности и систему общественно-культурных ценностей; *научно-культурологический принцип* – обеспечение широкого уровня эрудиции, овладение фундаментальными понятиями естествознания; *принцип экологизации* – формируются знания, необходимые для решения задачи развития экологического образования младших школьников; *поступательности* – последовательность подачи материала; возможность саморазвития и самообразования; *краеведческий* – формирование знаний о природе родного края, России, исторических, культурных и научных достижениях; *педоцентрический* – определяет отбор наиболее актуальных знаний, необходимых не только для будущего педагога, но и повышающих уровень индивидуально-личностного развития, а также способствующих повышению качества и успешности обучения по другим дисциплинам, формирующих грамотного человека.

Студентам необходимо постоянно развивать умение работать с картами, атласами, моделями, полевыми практикумами, справочными и энциклопедическими материалами, электронными ресурсами, в числе которых представлены сайты педагогических изданий, заслуженных и опытных учителей, победителей конкурсных программ, методических объединений, где происходит обмен опытом и представлено много разработок. Это позволит

соотнести теоретические знания с их практическим применением и будет способствовать лучшему пониманию материала.

Студентам не следует путать дисциплину «Естествознание» с дисциплинами «Концепции современного естествознания» или «Естественнонаучная картина мира». На этих дисциплинах изучаются наиболее значимые фундаментальные достижения всех отраслей научного знания, концепции, методы и методология формирования научного знания в целом, в том числе в историко-культурологическом аспекте, с основами научно-философского осмысления развития природы на всех ее уровнях организации и человеческой цивилизации, как части этой природы.

Методики преподавания естествознания являются предметной областью дисциплины «Методика преподавания предмета «Окружающий мир» в начальной школе» или «Технологии и методики преподавания по естествознанию». А также методика работы по преподаванию этих предметов в начальной школе основана на знании педагогики и многих других педагогических наук. Особенно интересными являются педагогические находки учителей работающих в сфере интерактивных технологий с использованием интернет-ресурсов. И тем не менее, чтобы научить ребенка чему-либо практически значимому и реально применяемому в жизни, необходимо это уметь и применять самому. В начальной школе закладываются и развиваются наиболее важные знания, умения и навыки, на которых основано дальнейшее обучение.

## **Глава 1. Культурно-исторические и научные представления о Вселенной**

### **Цели и задачи главы:**

*Сформировать целостное представление об окружающем мире, его масштабах, строении, иерархичности, закономерности и системности. Показать взаимосвязь природы, человека, цивилизации, культуры и науки. Подчеркнуть необходимость интеграции естественнонаучного и гуманитарного знания. Раскрыть динамично развивающуюся область научных знаний, в которой лежат перспективы будущего развития человеческой цивилизации. Ознакомить с достижениями современной науки в области изучения и освоения космического пространства.*

### **Рекомендации по самостоятельному изучению главы:**

*Изучая лекционные материалы, постарайтесь представить себе описываемые явления, тела, законы. Рекомендуется посмотреть в интернете серию научно-популярных фильмов «Вселенная Стивена Хокинга», одного из наиболее влиятельных и известных широкой общественности физиков-теоретиков и космологов нашего времени. Рассмотрите карты звездного неба и определите на вашем небосклоне основные небесные тела, наиболее яркие звезды, возможно планеты, их положение и характеристики, Млечный путь. Попробуйте самостоятельно провести наблюдения за перемещением звездного неба, определить очертания созвездий, проведите ориентирование в пространстве. Рекомендуется рассмотреть на фото и видео через электронные ресурсы небесные объекты и факторы их воздействия на Землю (метеоритный дождь, кратеры), наиболее яркие примеры скопируйте в свою методическую копилку. Прочтите литературу о мифологии звездного неба, откуда*



*появились созвездия, почему их так называли, как они сезонно изменяют свое положение, как по ним ориентироваться. Обязательно выучите основные единицы измерения в макропространстве, придумайте несколько практических задач на математические вычисления расстояний. Разработайте кроссворд «Вселенная и Солнечная система», это лучший способ запомнить ее строение. Прочтите дополнительную литературу о трудах ученых открывших миру правильные знания. Это поможет вам расширить кругозор и закрепить материал.*

### **1.1. Исторические модели Вселенной**

**Астрономия** – наука о Вселенной, изучающая расположение, движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и образованных ими систем. В XX веке астрономия разделилась на две главные ветви: теоретическую и наблюдательную. 2009 год был объявлен ООН Международным годом астрономии (IYA2009), где основной упор сделан на повышение общественной заинтересованности астрономией и ее понимания. Это одна из немногих наук, где непрофессионалы все еще могут играть активную роль, любительская астрономия привнесла большой вклад в ряд важных астрономических открытий. А изучение астрономических моделей играет существенное значение при формировании пространственно-временных структур в сознании человека, развивает внимание, память, логику, любознательность, математическую и физическую грамотность, способствует изучению механики, математики, формированию мировоззренческих понятий, способствует пониманию естественнонаучных концепций и законов.

**Космогония** (греч. kosmogonía, от kósmos - мир, Вселенная и gone, goneia - рождение) – изучает происхождение и развитие

космических тел и их систем. **Космология** изучает структуру и изменения в современной Вселенной.

Со времен древнейших цивилизаций человек задумывался об устройстве окружающего его мира как единого целого, и в каждой культуре формировалось особое понимание происхождения Вселенной и Космоса, звезд и планет, вообще «всего вокруг себя». Доисторические культуры оставили немало астрономических артефактов, например: древнеегипетские монументы, изображения созвездий в гробницах фараонов, древнейшие мегалиты и Стоунхендж, который начали возводить более 4000 лет назад в Англии – одна из древнейших обсерваторий. А первые цивилизации вавилонян более 2500 лет назад, греков, китайцев, индийцев и майя уже проводили методические наблюдения ночного небосвода, следили за движением, восходом и заходом ярких звезд, составили карты звездного неба и различные календари, разделяли день и ночь на отрезки времени. Греки давали планетам имена богов, а созвездиям имена героев и мифических персонажей, эту традицию переняли римляне, сменив названия на латинские. Астрономия, и связанная с ней астрология, считается одной из древнейших наук.

Первые же более или менее научные предположения о структуре Вселенной, о материи из которой состоит пространство, тела и предметы, и ее свойствах, можно отнести к периоду Древней Греции. Там, среди философов родилось общее определение для «Вселенной», начиная с пифагорейцев, это было «τὸ πᾶν» - «Все», включавшее в себя как всю материю (τὸ ἄλλο), так и весь космос (τὸ κενόν). Начиная с VI в. до н.э. от греков термин «Космос» (греч. kosmos - порядок, мир, все на свете) перешел в науку как синоним Вселенной, где Вселенная рассматривается как стройная организованная система в противоположность беспорядочному

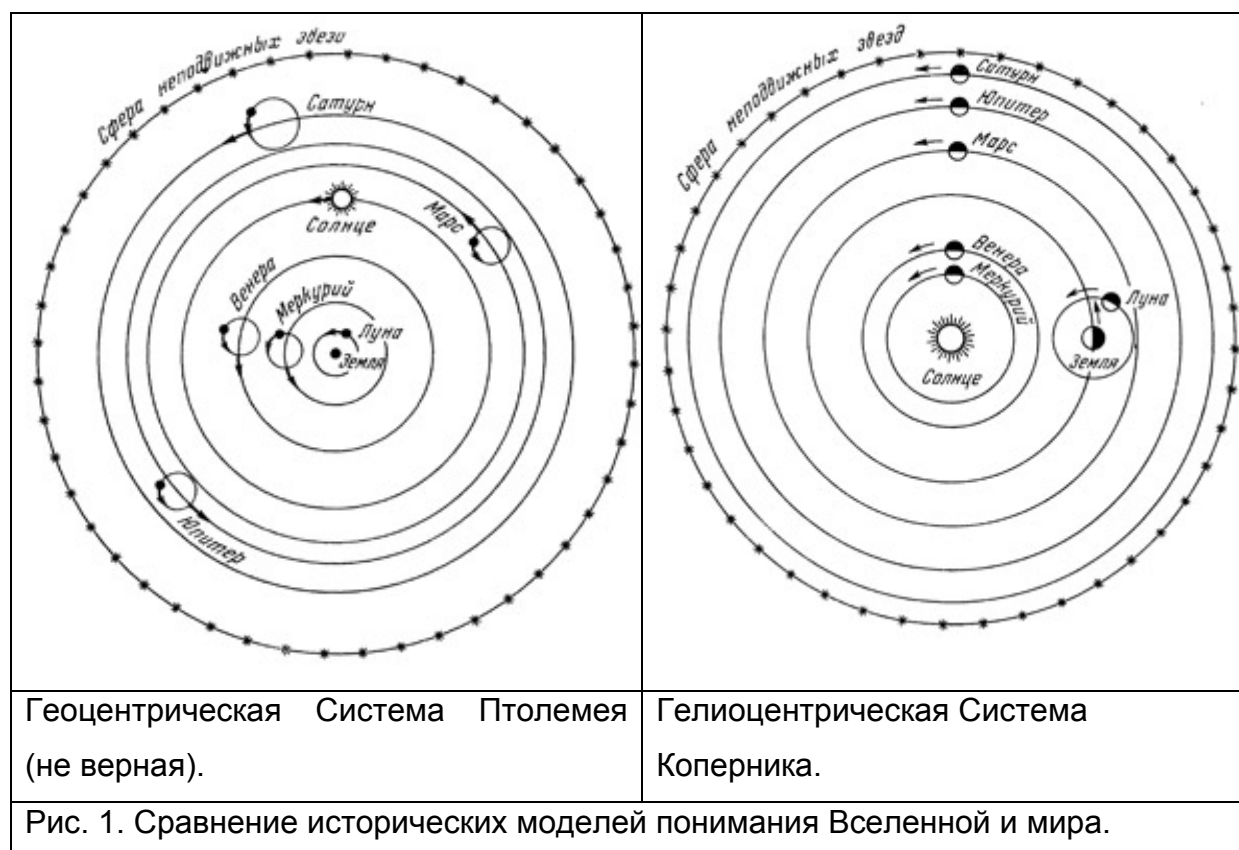
нагромождению материи – хаосу. Все это тесно переплеталось с мифами о происхождении мира, Земли и богов.

В русском языке слово «Вселенная» заимствовано из старославянского «въселена», что скопировано с древнегреческого слова «ойкумена» (οἰκουμένη), от глагола οἰκέω «населяю, обитаю» и обозначало лишь обитаемую часть мира. Поэтому русское слово «Вселенная» было родственно существительному «вселение» и лишь созвучно определительному местоимению «все».

К 300 г. до н.э. древние греки установили, что Земля шаровидная, а не плоская на черепахах. Эратосфен почти точно установил окружность Земли, кривизну и радиус. Аристарх Самосский ставил в центр Вселенной Солнце. Во II в. до н.э. Гиппарх составил звездный каталог и рассчитал расстояние между Землей и Луной. Через 300 лет Клавдий Птолемей, опираясь на труды предыдущих ученых философов и математиков-астрономов, построил геоцентрическую модель Вселенной и предложил первые законы движения всех небесных тел (рис. 1).

Концепция Пифагора-Аристотеля-Птолемея, более чем на 1000 лет стала наиболее распространенной, согласно ей в центре не имеющей начала во времени Вселенной (космоса) находится Земля, по орбитам вокруг которой вращаются планеты, включая Солнце. А на самом краю того, что для них было Вселенной, они помещали звезды, вращавшиеся точно так же вокруг Земли, как и планеты и Солнце. Учение Демокрита о бесконечности Вселенной и множественности обитаемых миров имело меньшую популярность. Однако, если в Старом Свете знания, передаваясь от одной цивилизации к другой, в целом накапливались, то в Новом Свете колонизация Америки европейцами уничтожила многие достижения древних культур.

Около 15 веков, до конца периода Средневековья, представления о мире как о едином целом почти не претерпевали существенных изменений. И тому две причины. Первая – сильное давление ортодоксальных богословов, характерное как для католической Европы, так и для исламского мира. Вторая – наследие прошлого, когда представления о мире строились из неких философских концепций.



Первый прорыв в сторону современных представлений о Вселенной совершил Николай Коперник (1473-1543), впервые предложивший гелиоцентрическую модель Вселенной с Солнцем в центре, затем Тихо Браге (1546-1601) пытался объединить системы Птолемея и Коперника. Звездное небо стало доступнее после изобретения Галилео Галилеем (1564-1642) телескопа, который увеличивал всего в 20-30 раз, однако Галилей первым провел

телескопные астрономические наблюдения, открыв горы на Луне, фазы Венеры, четыре крупнейших спутника Юпитера.

Второй по величине вклад в изучение Солнечной системы (по тем понятиям Вселенной) внесли Иоганн Кеплер (1571-1630), сформулировавший математические законы движения планет, и Исаак Ньютон (1642-1727) – предложивший законы механики, объясняющие движение не только тел Солнечной системы, но и всего вокруг. Он утверждал, что планеты удерживаются притяжением Солнца, а Земля притягивает Луну. Используя законы Ньютона астрономы смогли рассчитать размеры Солнечной системы и составить точный график движения планет, их спутников и комет. Ньютон изобрел телескоп с зеркалами вместо линз. Рефлектор, в отличие от прежнего, Галилеевского рефрактора, позволял четче видеть далекие объекты, к этому типу относят и многие современные телескопы. За столетия улучшенные наблюдения и теории о силе тяжести, позволили Копернику и Ньютону создать гелиоцентрическую модель Вселенной, что помещала Землю на орбиту вокруг Солнца.

Но поистине революционные изменения в наших представлениях о Вселенной произошли лишь в XX веке.

## **1.2. Строение и эволюция Вселенной**

В современном научном понимании Вселенная – обычно определяется как совокупность всего, что существует физически: пространства и времени, всех форм материи, физических законов и констант, которые управляют ими. В глобальном смысле можно считать, что внутри Вселенной (возможно и не одной) находится Космос, который рассматривают как космическое пространство огромной величины, включающее в себя межпланетное,

межзвездное, межгалактическое пространство со всеми находящимися в нем объектами.

Вселенная представляет собой расширяющееся пространство, заполненное губкообразной клочковатой структурой, стенки которой представляют собой скопления миллиардов галактик с сотнями миллиардов звезд внутри каждой, обращающихся вокруг центрального ядра. Считается, что большинство звезд являются кратными и представляют собой центры планетарных систем из нескольких планет, с расстояниями между телами в десятки и сотни астрономических единиц (десятки миллиардов километров). Однако до сегодняшних дней представления о форме и размерах Вселенной в науке являются остродискуссионными.

Согласно данным НАСА, возраст Вселенной от момента Большого взрыва был оценен в  $13,73 \pm 0,12$  млрд. лет с 1% погрешностью (считая, что модель для анализа данных корректна). Другие методы дают результаты 12-15 млрд. лет. Расстояние до края Вселенной оценивается в 12-15 млрд. световых лет.

Единой точки зрения, является ли Вселенная действительно бесконечной или конечной в пространстве и объеме, не существует. Но наблюдаемая Вселенная, включающая все местоположения, которые могут воздействовать на нас с момента Большого взрыва, конечна, поскольку конечна скорость света. Границей космического светового горизонта является расстояние 24 Гигапарсека. Действительное расстояние до границы наблюдаемой Вселенной больше, благодаря все увеличивающейся скорости расширения Вселенной, и оценивается в 93 миллиарда световых лет.

Химический состав Вселенной по общим подсчетам включает: Н - 75%; He - 23%; О - 1%; С - 0,5%. Средняя температура – 2,725 К. Плотность –  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, из них: темная энергия – 74%; темная материя – 22%; барионное вещество – 4%.

Вопрос о форме Вселенной является открытым в космологии. Эволюция Вселенной зависит от средней плотности материи и энергии, она или будет продолжать вечное расширение, или будет гравитационно замедляться и, в конце концов, свернется обратно в себя в Большом сжатии. Другие идеи о судьбе Вселенной включают теории Большого разрыва, Большого замерзания или тепловой смерти Вселенной.

### 1.3. Галактики. Наша Галактика – Млечный Путь

**Галактикой** называется огромная система из звезд, межзвездного газа, пыли, темной материи и, возможно, темной энергии, связанная силами гравитационного взаимодействия. **Метагалактика** – изученная часть Вселенной со всеми находящимися в ней объектами. Предположительно, в видимой части Вселенной находится около 100 млрд. галактик, из них изучено около 200. Галактики содержат от миллионов до нескольких триллионов (1000000000000) звезд, а также туманности. Размеры галактик от тысяч до нескольких сотен тысяч световых лет. А расстояние между галактиками достигает миллионов световых лет. Для обозначения огромных расстояний введены такие величины как – парсек (пк), световой год (св.г.), астрономическая единица (а.е.).

- **1 а.е. = 150 млн. км** (среднее расстояние от Земли до Солнца)
- **1 св.г. =  $9,4605 \times 10^{15}$  = 63240 а.е. = 0,3066 пак = 10000 млрд. км в год** (расстояние, которое проходит световой луч при скорости света 300000 км/с за 1 календарный год на Земле, в одну минуту луч проходит около 18 млн. км.)
- **1 пак =  $3,0857 \times 10^{16}$  = 3,2616 световых лет = 206265 а.е.**

Кроме того, все космические системы вращаются вокруг своей оси и относительно друг друга по сложным орбитам с периодами в сотни миллионов лет и под определенными углами наклона.

Около 90% массы галактик приходится на долю темной материи и энергии. Природа этих невидимых компонентов пока не изучена. Существуют свидетельства того, что в центре многих галактик находятся сверхмассивные черные дыры. Пространство между галактиками практически не содержит вещества и имеет среднюю плотностью меньше 1 атома на  $1 \text{ м}^3$  – вакуум.

Возраст галактик равен примерно возрасту Вселенной, около 14 млрд. лет назад в первичном веществе началось обособление протоскоплений, в которых, в ходе разнообразных динамических процессов, происходило выделение групп галактик. Сжатие галактики длится около 3 млрд. лет. За это время происходит превращение газового облака в звездную систему.

В 1926 г. Эдвином Хабблом предложена морфологическая классификация галактик, названная последовательность Хаббла или Камертон Хаббла, поскольку иллюстрация имеет сходство с этим инструментом. Хаббл разделил все галактики на 3 класса, основываясь на их внешнем виде, но впоследствии открыли и другие виды. Современная классификация галактик: эллиптические (E), линзообразные(S0), обычные спиральные(S), пересеченные спиральные(SB), неправильные (Ir), класс *больших спиральных звездных систем*. Выделяют активные «взрывающиеся», Сейфертовские галактики, квазары.

**Наша Галактика – Млечный Путь** (с лат. *via lactea* «молочная дорога», скопировано с др.-греч.  $\mu\lambda\omicron\varsigma \gamma\alpha\lambda\alpha\zeta\iota\alpha\varsigma$  «молочный круг»). *Спиральные галактики* (S) составляют до 50% всех галактик. Они вращаются со значительными скоростями, поэтому звезды, пыль и



газы сосредоточены у них в узком **диске**, внутри которого расположено центральное сгущение – **балдж** и несколько спиральных **рукавов**, имеющих яркий голубоватый цвет, так как в них присутствует много молодых гигантских звезд и идут активные процессы звездообразования. Молодые звезды возбуждают свечение диффузных газовых туманностей. Диск обычно окружен большим сфероидальным **гало** (светящееся кольцо вокруг объекта; оптический феномен), состоящим из старых звезд второго поколения. Многие спиральные галактики имеют в центре перемычку (**бар**), от концов которой отходят спиральные рукава. В 2005 г. установлено, что наша Галактика Млечный Путь также относится к спиральным галактикам с перемычкой.

Диаметр нашей Галактики около 100000 св. лет, но толщина в 100 раз меньше. От центра Млечного Пути до центра Солнечной системы около 33000 св. лет, 15 млн. км, а расстояние от общей плоскости Галактики около 50 св. лет. Солнце совершает оборот вокруг центра Галактики за 226 млн. лет.

Спутники Млечного Пути – **местная группа галактик**: Туманность Андромеды – одна из самых массивных среди известных галактик с массой в 400 млрд. масс Солнца и самый далекий объект, видимый невооруженным глазом: сегодня мы видим свет, который покидал эту Туманность Андромеды, когда на Земле только начиналась последняя ледниковая эпоха. Колесо со спицами – третья по размерам в нашем скоплении; Большое и Малое Магеллановы Облака, и более 30 карликовых галактик – 1 млрд. солнечных масс. А до ближайшей галактики 80000 св. лет.

## 1.4. Звезды. Солнце

**Звезды** – массивные, светящиеся, газовые (плазменные) небесные тела, образующиеся путем гравитационного сжатия облаков галактического газа, состоящие из сильно ионизированного газа, в которых энергия, высвобождаемая при термоядерных реакциях превращения водорода в гелий, происходящих при высоких температурах во внутренних областях, излучается через звездную атмосферу в космос. Температура вещества в недрах звезд измеряется миллионами кельвинов, а на их поверхности тысячами кельвинов. Они различаются по размеру, температуре и яркости. Запасы межзвездного газа постепенно истощаются, рождение звезд становится менее интенсивным. Через несколько миллиардов лет, когда будут исчерпаны все запасы газа, спиральная галактика превратится в линзообразную, состоящую из слабых красных звезд. Эллиптические галактики уже находятся на этой стадии: весь газ в них израсходован 10-15 млрд. лет назад.

Солнце – типичная звезда, хотя кажется гораздо ярче и больше всех остальных звезд, поскольку расположено намного ближе к Земле. Ближайшей к Солнцу звездой является Проксима Центавра. Она расположена в 4,2 св. лет от центра Солнечной системы (39 Пм = 39 триллионов км =  $3,9 \cdot 10^{13}$  км), то есть в 272000 раз дальше от Земли, чем Солнце, поэтому звезды кажутся нам светлыми точками на небе. Хотя звезды рассыпаны по всему небосводу, мы видим их только ночью, а днем на фоне яркого, рассеянного в воздухе солнечного света они не видны. Невооруженным взглядом (при хорошей остроте зрения) на небе видно около 6000 звезд, по 3000 в каждом полушарии. Все видимые с Земли звезды (включая видимые в самые мощные телескопы) находятся в местной группе галактик.

Атмосфера Земли преломляет лучи света звезд, поэтому они кажутся нам мигающими и дрожащими. Космонавты видят звезды как цветные немигающие точки.

В давние времена все небесные светила, кроме Луны и Солнца, называли «звездами», а планеты – «блуждающими звездами». Перемещение блуждающих звезд относительно неподвижных вызывало интерес и благоговение. Поскольку люди считали себя центром мироздания, они думали, что перемещение светил как-то влияет на их судьбу. Это астрологическое поверие стимулировало астрономические наблюдения, необходимые для составления астрологических прогнозов. Все планеты движутся приблизительно в одной плоскости, их наблюдаемые с Земли траектории проходят на небе вдоль узкой полосы, называемой **Зодиаком**. Поэтому расположенные вдоль линии Зодиака созвездия в прежние времена считались особенно важными.

Многие храмы были ориентированы по звездам. Скажем, Великие пирамиды в Гизе построены так, что узкий коридор в них направлен точно на полярную звезду, роль которой тогда выполняла альфа Дракона. Мегалитическая постройка Стоунхендж на Солсберийской равнине в Англии сооружена в точном соответствии с сезонными изменениями положения Солнца и Луны.

В нашу эпоху звезды часто используют как яркие метки на небе для определения времени и для навигации. Поскольку Земля вращается, каждый наблюдатель замечает, как звезды поочередно пересекают воображаемую линию «север-зенит-юг» называемую – **небесный меридиан**. Это явление применяют для отсчета **звездного времени**. За начало новых звездных суток на всей Земле принят момент пересечения определенной точкой небесной сферы меридиана Гринвича в Англии.

В нашей Галактике более 100 млрд. звезд. Всего около 0,01% всех звезд Галактики занесено в каталоги, а подавляющее большинство наблюдаемых звезд пока не сосчитано.

Самые яркие звезды у каждого народа получили свои имена. Многие из ныне употребляющихся, например, Альдебаран, Алголь, Денеб, Ригель и др., имеют арабское происхождение; культура арабов послужила мостом через интеллектуальную пропасть, отделяющую падение Рима от эпохи Возрождения.

**Спектральная классификация** – описание наблюдаемого спектра, позволяет оценить важные астрофизические характеристики звезды, такие как эффективная температура ее поверхности, светимость, иногда особенности химического состава.

| Класс    | Температура |          | цвет                         |
|----------|-------------|----------|------------------------------|
| <u>Q</u> | 60000-30000 | Горячие  | голубой                      |
| <u>B</u> | 30000-10000 | ↓        | бело-голубой и белый         |
| <u>A</u> | 10000-7500  | Средние  | белый                        |
| <u>F</u> | 7500-6000   | ↓        | желто-белый и белый          |
| <u>G</u> | 6000-5000   |          | желтый                       |
| <u>K</u> | 5000-3500   | Холодные | желтый и желтовато-оранжевый |
| <u>M</u> | 3500-2000   |          | оранжево-красный и красный   |

ГП – звезды главной последовательности

**Звездная величина** соответствует блеску звезды – чем звезда тусклее, тем больше ее величина, чем ярче звезда – тем меньше ее звездная величина. У самых ярких звезд звездная величина отрицательная, например, у Сириуса (-1,4). А невооруженным глазом видно звезды до 6-й звездной величины.

Ярчайшие звезды, видимые невооруженным глазом: *южное полушарие*: **Сириус** – белая ГП (-1,44); **Канопус** – белый гигант (-0,72); **Ахернар** – бело-голубоватая ГП (+0,45); **Альфа Центавра** – желтая ГП (-0,28); *северное полушарие*: **Вега** – белая ГП (+0,03);

**Капелла** – желтый гигант (+0,08); **Арктур** – красный гигант (-0,05); *экваториальная область*: **Ригель** – бело-голубой сверхгигант (+0,14); **Процион** – белый (+0,4); **Бетельгейзе** – красный сверхгигант (+0,41); для сравнения: Солнце – желтый карлик ГП (+4,8).

Современная классификация звезд сложна, в общем плане различают кратные, новые и сверхновые звезды, нестационарные (молодые). В группе двойных звезд выделяют спектрально-двойные и заметно-двойные. Карликовые звезды бывают красные, белые и коричневые карлики. Позже были открыты нейтронные и пульсирующие звезды, квазары, пекулярные звезды и др. Диаграмма Герцшпрунга-Расселла выражает расположение звезд в соответствии с величиной их светимости и температурой. Например, чем горячее звезда, тем она ярче, но меньше. Красные сверхгиганты холодные, но очень яркие благодаря своим огромнейшим размерам. Белые карлики маленькие, могут быть очень горячими, но все равно светят тускло.

По сравнению с белым карликом, Солнце – великан, однако диаметр красных гигантов в 20-40 раз больше Солнечного. Бетельгейзе – красный сверхгигант, удален на 427 св. лет, и имеет диаметр – 800 диаметров Солнца. Самые крупные по массе звезды более чем в 150 раз больше Солнца. Масса самых мелких звезд примерно 10% массы Солнца. Еще меньше коричневые карлики – звездоподобные тела, не разогревшиеся для начала термоядерной реакции, выделяющие тепло, но не светящие как настоящие звезды.

Кратные звезды вращаются друг вокруг друга. Ближе всего к нам в космосе тройная система – альфа Центавра. Она состоит из звезд: альфа А Центавра, альфа В Центавра и маленькой звезды Проксима. Самая яркая звездная система – Сириус, различают две звезды: Сириус А (Собачья звезда) и Сириус В (Щенок).

Астрономы выделяют области неба со скоплениями звезд, которые ныне описаны как **88 созвездий** северной и южной небесных полусфер. Древнейшие уходят корнями в Месопотамию на 5000 лет назад, другие на 2000 лет в древний Египет и Грецию. Считается, что первыми созвездиями, на которые обратили внимание, были Телец (есть на Месопотамских табличках 3000 лет назад), Лев (обозначен у шумеров 6000 лет назад) и Скорпион.

В нашем Северном полушарии особый интерес представляет **Большая Медведица** или «большой ковш» и **Малая Медведица**, (рис. 2) похожая по строению ковша, но развернутого ручкой в противоположную сторону. Ярчайшая звезда на хвосте Малой Медведицы – это **Полярная Звезда** (Альфа Малой Медведицы). Звездное небо вращается, но Полярная звезда практически всегда находится в минимальной близости от Северного полюса мира всего около  $1^\circ$ . Находясь точно на севере, она остается неподвижной, на нее можно ориентироваться. Полярная звезда является не просто переменным пульсаром и сверх-гигантом, а звездной системой, состоящей из трех звезд, в самом центре которых находится сверхгигант – **Полярная А**, которая превышает яркость нашего Солнца, более чем в 2000 раз. Вторая составляющая тройцы **Полярная В**, находится от Полярной А, на достаточно приличном расстоянии, что дает возможность рассмотреть ее в телескоп даже с Земли. Третья – карликовая **Полярная ab**, располагается так близко к гиганту, что ее сфотографировать удалось лишь телескопу «Хаббл». Возраст Полярной звезды и ее членов приблизительно 80 млн. лет, возможно, они являются остатками бедного рассеянного скопления.

С течением времени в результате **прецессии** (вращение земной оси), земная ось сдвигается, тем самым приближаясь к разным звездам. Так, 5000 лет назад, неподвижной звездой полюса

была альфа Дракона. А через 2000 лет Полярную звезду заменит гамма Цефея, и следующая будет уже через 12000 лет звезда Вега (альфа Лиры). То, что впоследствии звезды этих созвездий будут называть «Полярной», ни чего не значит, так как Полярная звезда – это зафиксированное и собственное имя альфы Малой Медведицы.

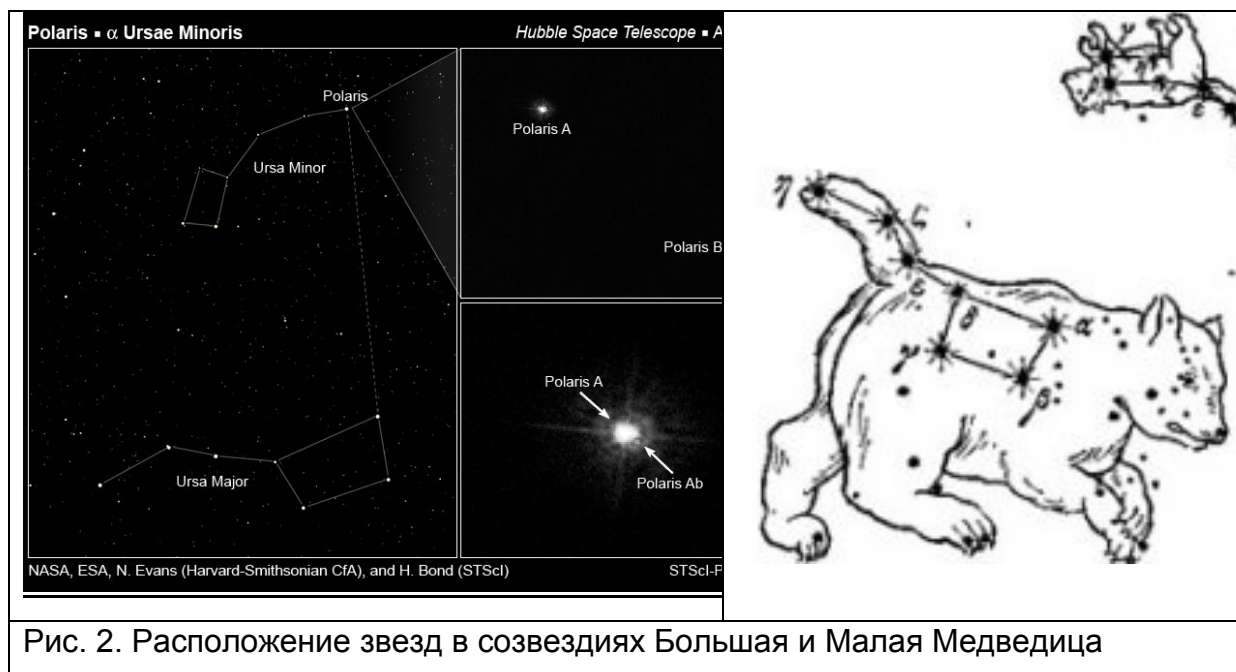


Рис. 2. Расположение звезд в созвездиях Большая и Малая Медведица

### **Солнце - центральное тело нашей планетной системы.**

Среди космических объектов Солнце – звезда третьего поколения главной последовательности, относящаяся к семейству желтых карликов (спектральный класс G2V). По сравнению с другими звездами оно имеет небольшие размеры, однако сосредоточило в себе 99,866% всей массы своей Солнечной системы, и только 0,134% вещества приходится на все остальные ее тела.

Солнце движется, относительно ближайших звезд примерно со скоростью 19,5 км/с, и перемещается в направлении созвездия Геркулеса. Вокруг галактического центра Млечного пути Солнце движется со скоростью 250 км/с., и вместе с планетарной системой совершает полный оборот примерно за 200 млн. лет.

Возраст Солнца примерно 5 млрд. лет. Средний радиус равен  $6,9599 \cdot 10^8$  м. Диаметр – 1392000 км. Масса –  $1,8 \cdot 10^{30}$  кг, что составляет 332946 масс Земли. Плотность –  $1,409 \text{ Мг/м}^3$  плотности воды. Сила тяжести на поверхности составляет – 27,9 силы тяжести на Земле (у Меркурия и Марса – 0,38; у Венеры – 0,9; у Юпитера – уже 2,6; у Сатурна и Нептуна – 1,1). Период сидерического вращения на экваторе – 25,380 суток, у полюсов – 34 суток. А период синодического вращения на экваторе – 27,275 суток. Химический состав: Н-71%, Не-26,5%, прочие 2,5%. Солнце будет светить еще 6-7 млрд. лет, пока весь водород не превратится в гелий. Тогда, вздувшись и превратившись в красного гиганта, Солнце сбросит оболочки и станет белым карликом.

### Внутреннее строение Солнца

**Солнечное ядро** - радиусом примерно 150-175 тыс. км (то есть 20-25% от радиуса Солнца), в котором энергия и тепло получается от термоядерной реакции остальная часть звезды нагрета этой энергией. Плотность вещества в ядре в 150 раз выше плотности воды и в ~6,6 раз выше плотности самого плотного металла на Земле – осмия, а температура 14 млн. К и более.

**Зона лучистого переноса** – перенос энергии происходит с помощью излучения и поглощения фотонов. Перепад температур от 2 млн. К до 7 млн. К в глубине.

**Конвективная зона** – толщиной 200 тыс. км, здесь возникает конвекция – вихревое перемешивание плазмы, и перенос энергии к поверхности (фотосфере) совершается движениями самого вещества. Температура 5800 К.

**Фотосфера** – слой, излучающий свет, толщиной от 100 до 400 км. Температура уменьшается с 6600 К до 4400 К. Фотосфера образует видимую поверхность Солнца, по которой определяются размеры Солнца, расстояние от Солнца, т.д.

**Хромосфера** (от др.-греч. Χρομα-цвет, σφαίρα-шар, сфера) внешняя оболочка толщиной около 2000 км, окружающая фотосферу. Температура увеличивается с высотой от 4000 до 20000 К. Плотность хромосферы невелика.

**Солнечная корона** – внешняя оболочка в основном из протуберанцев и энергетических извержений, извергающихся на несколько сотен миллиона километров в пространство, образуя солнечный ветер. Температура 1-2 млн. К,



до 20 млн. К. Корона видна во время полного солнечного затмения, так как плотность вещества в ней мала. Она интенсивно излучает в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Эти излучения не проходят сквозь земную атмосферу. Существуют горячие активные и спокойные области, а также корональные дыры с невысокой температурой в 600 тыс. К., из которых выходят магнитные силовые линии, что позволяет частицам беспрепятственно покидать Солнце, поэтому солнечный ветер испускается из корональных дыр.

**Солнечный ветер** – поток ионизированных частиц (протонов, электронов и  $\alpha$ -частиц), распространяющийся до границ **гелиосферы**. Быстрый солнечный ветер – 750 км/с, по составу похож на фотосферу. Медленный 400 км/с и по составу близко соответствует короне, он вдвое более плотный и менее постоянный, и имеет сложную структуру с регионами турбулентности.

**Магнитное поле Солнца** генерируется в нижней части конвективной зоны с помощью механизма гидромагнитного конвективного динамо, а затем всплывает в фотосферу под воздействием магнитной плавучести. Этим же механизмом объясняется 22-летняя цикличность солнечного магнитного поля.

**Солнечная активность** – комплекс явлений, вызванных генерацией сильных магнитных полей, они проявляются в фотосфере как солнечные пятна и вызывают солнечные вспышки, генерацию потоков ускоренных частиц, изменения в уровнях электромагнитного излучения Солнца в различных диапазонах, корональные выбросы массы, возмущения солнечного ветра и др. За несколько минут иногда выделяется энергия примерно миллиарда атомных бомб. Продолжительность сильных 3 ч, а слабые 20 мин. Вспышки также связаны с магнитными полями, которые после вспышки как правило, ослабевают. С солнечной активностью связаны также вариации геомагнитной активности (в том числе и магнитные бури). Общий уровень солнечной активности меняется с характерным периодом, примерно равным 11 годам (так называемый «одиннадцатилетний цикл»). Этот период в XX веке был ближе к 10 годам, а за последние 300 лет варьировался от 7 до 17 лет. Во второй половине XVII в. 11-летние циклы были сильно ослаблены (минимум Маундера). В Европе отмечалось снижение среднегодовых температур – Малый ледниковый период. Существует точка зрения, что глобальное потепление до некоторой степени вызвано повышением уровня солнечной активности в к. XX в. Наибольшая группа пятен наблюдалась в 1947 г. – 172 шт.

**Солнечные затмения** упоминаются уже в античных источниках. Однако наибольшее число датированных описаний содержится в западноевропейских средневековых хрониках.

Солнце не самая мощная звезда, но оно находится относительно близко к Земле и поэтому светит очень ярко – в 400 тыс. раз ярче полной Луны. Возникает солнечное затмение из-за того, что Луна закрывает (затмевает) полностью или частично Солнце от наблюдателя на Земле. Солнечное затмение возможно только в новолуния, когда сторона Луны, обращенная к Земле, не освещена, и сама Луна не видна. Когда наблюдатель находится в тени от Луны, он наблюдает полное солнечное затмение. Когда он в области полутени – может наблюдать частное солнечное затмение. Бывают кольцеобразные затмения, при которых визуально Луна проходит по диску Солнца, но оказывается меньше в диаметре и не может скрыть его полностью. В год на Земле может происходить от 2 до 5 солнечных затмений, из которых не более двух – полные или кольцеобразные. В среднем за 100 лет происходит 237 солнечных затмений, из которых 63 – полные, 14 – кольцеобразные. Затмения в большой фазе и полные происходят достаточно редко. Так, на территории Москвы с XI по XVIII вв. наблюдалось 159 солнечных затмений с фазой больше 0,5 из которых всего 3 полных (1124 г., 1140 г., 1415 г.). Еще одно полное солнечное затмение произошло 19.08.1887 г., а кольцеобразное 26.04.1827 г. Сильное затмение с фазой 0,96 произошло 09.07.1945 г. Следующее полное солнечное затмение ожидается в Москве лишь 16 октября 2126 г.

**Воздействие Солнца на Землю.** Для людей, животных и растений солнечный свет является очень важным. У значительной их части свет вызывает изменение **циркадного ритма**. Так, на человека, по некоторым исследованиям, оказывает влияние свет интенсивности более 1000 люкс, причем его цвет имеет значение. В

тех областях Земли, которые в среднем за год получают мало солнечного света, например, тундре, устанавливается низкая температура (до  $-35^{\circ}\text{C}$  зимой), короткий сезон роста растений, малое биоразнообразие и низкорослая растительность.

В листьях растений содержится зеленый пигмент хлорофилл – улавливатель световой энергии в процессе фотосинтеза, при котором из углекислого газа и воды с использованием энергии света синтезируются органические вещества (глюкоза), и выделяется кислород. Таким образом, фотосинтез обеспечивает возможность существования жизни на Земле.

Основной приток энергии в систему атмосфера-Земля обеспечивается излучением Солнца в спектральном диапазоне от 0,1 до 4 мкм. При этом в диапазоне 0,3 мкм до 1,5-2 мкм атмосфера Земли прозрачна для солнечного излучения почти полностью. В ультрафиолетовой области спектра (для волн короче 0,3 мкм) излучение поглощается в основном слоем озона, расположенного на высотах 15-20 (до 60) км. Рентгеновское и гамма-излучение до поверхности Земли практически не доходят. Ультрафиолет проникает вглубь биологических тканей, вызывая мутации в ДНК, нарушение биосинтеза в клетках, вплоть до разрушения структуры вещества (солнечные ожоги). Однако, воздействуя на пигменты в клетках кожи человека, вызывает синтез витамина Д, необходимого для протекания нормального обмена веществ, роста и иммунитета.

### **1.5. Строение Солнечной системы. Планеты и тела**

Размеры Солнечной системы 500-100 а.е. или 10 млрд. км, что в 1 млн. раз превосходит диаметр Земли. Космический спутник «Вояджер-1» запущенный в 1977 г., к 2005 г. удалился от Солнца на 97 а.е., и является самым удаленным искусственным объектом.

Тела Солнечной системы представлены объектами различных свойств, среди которых классификационное значение имеют в большей степени плотность, а также масса, вращение, давление, размеры, химический состав и строение. Классификации различны, и в свете развития науки постепенно претерпевают изменения.

**Крупные тела Солнечной системы – планеты.** Например, планеты, принадлежащие к одной и той же группе, по плотности различаются между собой незначительно. Однако, средняя плотность планет земной группы примерно в 5 раз больше средней плотности планет-гигантов. Планеты земной группы составляют внутреннюю часть Солнечной системы. Планеты-гиганты образуют ее внешнюю часть. Промежуточное положение занимает **пояс астероидов**, расположенный между Марсом и Юпитером, в котором сосредоточена большая часть малых планет, астероидов, пыли.

**Международный астрономический союз** (МАС, или IAU - International Astronomical Union) с 1919 г. занимается номенклатурой планет и спутников. Решения этой организации влияют на работу всех профессиональных астрономов.

Ранее считалось, что Солнечная система состоит из Солнца (звезды) и 9 планет. С 2006 г. по рекомендации МАС введено определение «планета» и классификация изменилась. В настоящее время планеты разделены на группы:

- Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля, Марс;
- Планеты-гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун;
- Карликовые планеты: Плутон (до 2006 г. считался девятой планетой), Церера, Хаумеа, Макемаке, Эрида (являются крупными астероидами на окраинах Солнечной системы).

## **Малые тела Солнечной системы** – представлены:

- несколькими десятками спутников планет (в настоящее время их открыто 180, включая спутники карликовых планет);
- малыми планетами – астероидами (~100 тысяч);
- кометами (~1011 объектов);
- огромным количеством мелких фрагментов – метеоритов, метеоров, а также космической пылью.

Механически все эти объекты объединены в общую систему силой притяжения Солнца. Средняя плотность тел Солнечной системы изменяется в пределах от  $0,5 \text{ г/см}^3$  для ядер комет до  $7,7 \text{ г/см}^3$  для металлических астероидов и метеоритов.

Соотношение расстояний и периодов обращения планет вокруг Солнца определяется известным законом Кеплера, согласно которому квадраты периодов пропорциональны кубам больших полуосей относительных орбит.

Планеты движутся вокруг Солнца в одном направлении, совпадающем с направлением осевого вращения Солнца, и в том же направлении они вращаются вокруг своей оси. Исключение составляют Венера, Уран и Плутон, осевое вращение которых противоположно солнечному.

После завершения стадии формирования больших планет и спутников из первичного газопылевого облака, состояние их поверхности в основном определялось двумя процессами: выпадением большого числа мелких фрагментов, находившихся в межпланетном пространстве, и внутренней активностью собственных недр. Современный вид поверхности больших планет и спутников показывает, что для каждого тела воздействия этих процессов сочетались в различных пропорциях. На поздних стадиях

развития планет существенную роль играло также наличие или отсутствие у тела газовой оболочки – атмосферы.

**Планеты земной группы** – состоят из оксидов и соединений тяжелых химических элементов: железа, магния, алюминия и других металлов, содержат много кремния, разнообразие неметаллов.

В литосфере Земли на долю четырех основных элементов – Fe, O, Si, Mg – приходится более 90% массы планеты. В этой группе планет Земля и Венера почти не отличаются друг от друга по размерам, массе и средней плотности (5,52 и 5,24 г/см<sup>3</sup> соответственно), а Марс и Меркурий меньше по размерам и массе.

**Планеты-гиганты** отличаются особо малой плотностью. Это объясняется тем, что они состоят в основном из водорода и гелия, которые находятся преимущественно в газообразном и жидком состояниях. Атмосферы этих планет содержат также соединения водорода – метан и аммиак. Все эти различия возникли уже на стадии формирования планет.

Общая характеристика планет (подробные данные в таблице)

#### *Планеты земной группы (внутренние планеты)*

**1. Меркурий** – самая близкая к Солнцу планета Солнечной системы. О планете известно сравнительно немного. Только в 2009 г. составили первую полную карту Меркурия, используя снимки аппаратов «Маринер-10» и «Мессенджер». Естественных спутников у планеты не обнаружено. После лишения Плутона в 2006 г. статуса планеты, Меркурию перешло звание самой маленькой планеты Солнечной системы. Кроме того, Меркурий самая маленькая планета земной группы. Его радиус меньше радиуса спутника Юпитера Ганимеда и спутника Сатурна Титана, однако, он все же превосходит их по массе. Средняя плотность Меркурия лишь незначительно меньше плотности Земли. Учитывая, что Земля больше по размерам, значение плотности Меркурия указывает на повышенное содержание в его недрах металлов, железа и кремниевых пород. На всех планетах разная мощность геомагнитных полей и отсюда разное ускорение свободного падения, на

Меркурии оно равно  $3,70 \text{ м/с}^2$ , тогда как на Земле  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Атмосферы нет, температура от  $-173^\circ\text{C}$  нагревается до  $+427^\circ\text{C}$ .

Планета названа древними римлянами в честь бога торговли быстрого Меркурия, поскольку она движется по небу быстрее других планет. Астрономический символ Меркурия – стилизованное изображение крылатого шлема бога Меркурия с его кадуцеем.

**2. Венера** – вторая внутренняя планета Солнечной системы и третий по яркости объект на небе Земли (после Солнца и Луны) и достигает видимой звездной величины в  $(-4,6)$ . Поскольку Венера ближе к Солнцу, чем Земля, она никогда не удаляется от Солнца более чем на  $47,8^\circ$  (для земного наблюдателя). Своей максимальной яркости Венера достигает незадолго до восхода или после захода Солнца, что дало повод называть ее также Вечерняя звезда или Утренняя звезда. Венеру иногда называют «сестрой Земли», потому что обе планеты похожи размерами, силой тяжести и составом. Однако, поверхность Венеры скрывает чрезвычайно густая облачность из облаков серной кислоты с высокими отражательными характеристиками, что не дает возможности увидеть поверхность в видимом свете, но атмосфера прозрачна для радиоволн, с помощью которых впоследствии и был исследован рельеф планеты. У Венеры самая плотная среди прочих землеподобных планет атмосфера, состоящая главным образом из углекислого газа. Это объясняется тем, что на Венере нет круговорота углерода и жизни, которая могла бы перерабатывать его в биомассу.

В глубокой древности Венера, как полагают, настолько разогрелась, что подобные земным океаны, которыми, как считается, она обладала, полностью испарились, оставив после себя пустынный пейзаж с множеством плитоподобных скал. Одна из гипотез полагает, что водяной пар из-за слабости магнитного поля поднялся так высоко над поверхностью, что был унесен солнечным ветром в межпланетное пространство. Для легкости запоминания: атмосферное давление на поверхности Венеры в 100 (точно в 92) раза больше, чем на Земле, а на Марсе в 150 (точно в 160) раз меньше.

Поверхность Венеры носит на себе яркие черты вулканической деятельности, а атмосфера содержит большое количество серы. Некоторые эксперты полагают, что вулканическая деятельность на Венере продолжается и сейчас. Но явных доказательств этому не найдено, поскольку ни на одной из

вулканических впадин (кальдер) не было замечено лавовых потоков. Низкое число ударных кратеров говорит в пользу того, что поверхность Венеры относительно молода, и ей приблизительно 500 млн. лет (а Земли – 4,5 млрд. лет). Свидетельств тектонического движения плит не обнаружено, возможно, потому, что кора планеты без воды, придающей ей меньшую вязкость, не обладает должной подвижностью.

Венера – единственная из восьми основных планет Солнечной системы, получившая название в честь женского божества – Венеры, богини любви из римского пантеона.

**3. Земля** – крупнейшая по диаметру, массе и плотности среди планет земной группы (рис. 3). Земля взаимодействует гравитационными силами с другими объектами в космосе, включая Солнце и Луну. Расстояние Земли от Солнца 147-152 млн. км (среднее 150 млн. км), Длина орбиты Земли – 940 млн. км. Средняя скорость движения по орбите – 107 000 км/час или около 30 км/с.

В целом, перемещаясь в космическом пространстве, Земля совершает минимум четыре вида движения:

1. Земля вращается вместе с Солнечной системой вокруг центра Галактики совершая оборот за 280 млн. лет, называемый **галактическим годом**, Влияние этого движения на Земные процессы пока не изучено.
2. Один оборот вокруг Солнца планета совершает за 365, 24 суток. Это время называется **звездным годом**. *Земля совершает полный оборот вокруг Солнца за 365 суток и 6 часов. Для удобства считают, что в году 365 дней, а через каждые четыре года, когда из 6 часов «накопится» 24 часа, в году бывает не 365, а 366 дней. Этот год называется **високосным**.*
3. Земля вращается вокруг своей оси, за 23 часа 56 минут и 4,1 секунды - звездные **солнечные сутки**. Благодаря этому движению на планете происходит смена дня и ночи.
4. Вместе с естественным спутником – Луной, масса которой соизмерима с массой нашей планеты, Земля вращается вокруг общего с Луной **центра масс**, совершая один оборот за **27 суток и 8 часов (условно 28 суток Лунного цикла)**. Земля и Луна считаются двойной планетой. В Солнечной системе только Плутон имеет спутник Харон, масса которого соизмерима с массой этой планеты. У большинства планет Солнечной системы по несколько спутников, и их массы намного меньше масс самих планет.



Следует отметить, что относительно Вселенной, наша Галактика Млечный Путь вместе с Солнечной системой и Землей, и всеми другими объектами, также вращается в различных направлениях и плоскостях, но длится этот процесс миллиарды лет.

**Эфемеридное время** (ЕТ) – равномерная шкала времени, основанная на определении секунды. Единицей времени является секунда международной системы единиц СИ – или **атомная секунда**. Определение секунды, как оно дано 13-й Генеральной конференцией мер и весов в 1967 г.: «секунда – это продолжительность 9 192 631 770 периодов излучения атома цезия 133, испускаемого им при переходе между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния». Сутки, как единица времени, это 86400 атомных секунд.

**Звездный (сидерический) год** определяется обращением Солнца по эклиптике относительно неподвижных звезд и равен **365,25636** (или **365,26**) средних солнечных суток, а **звездные сутки** – обращение относительно точки весеннего равноденствия, они равны **23 ч 56 мин 04.0905308 с** (или **24 ч**). Внимание, звездные сутки - это период относительно точки весны, а не звезд.

**Тропический год** – промежуток времени, за который Солнце последовательно проходит через точку истинного весеннего равноденствия. Продолжительность тропического года медленно меняется и равна (в эфемеридных сутках) **365,24**. (За эталон принята продолжительность тропического года в фундаментальную эпоху 1900 г., январь 0, 12 ч ЕТ). Причиной, из-за которой тропический год оказывается короче звездного года, является прецессия оси вращения Земли.

**Среднее солнечное время** определяется с помощью звездного времени на основе следующего соотношения, установленного многочисленными наблюдениями:

**365, 2422** средних солнечных сут = **366,2422** звездных сут, откуда следует, что 24 ч звездного времени = 23 ч 56 мин 4,091 с среднего солнечного времени, а 24 ч среднего солнечного времени = 24 ч 3 мин 56,555 с звездного времени.

Поскольку ни тропический, ни звездный год не содержат целого числа средних солнечных суток, в качестве гражданского календаря в Европе в 46 г. до н.э. был введен **юлианский календарь** (в честь Юлия Цезаря). Календарь определяется четырехлетним циклом: 3 года по 365 суток, затем следует **високосный год** из 366 суток. Поэтому один год в юлианском календаре равен **365,25** средних солнечных суток и называется **юлианским годом**. Одно

юлианское столетие содержит ровно 36525 средних солнечных суток. В связи с заменой секунды времени (как части средних солнечных суток) на **атомную секунду** было изменено определение юлианского года. Сейчас юлианский год равен 365,25 атомных суток. Юлианское столетие принято в качестве одной из основных единиц времени и используется в фундаментальных науках, формулах, связывающих звездное и всемирное время и т.д. (МАС, 1976 г.).

Основная шкала времени – Международное атомное время (Time Atomic International, TAI), строится на показаниях атомных часов разных стран.

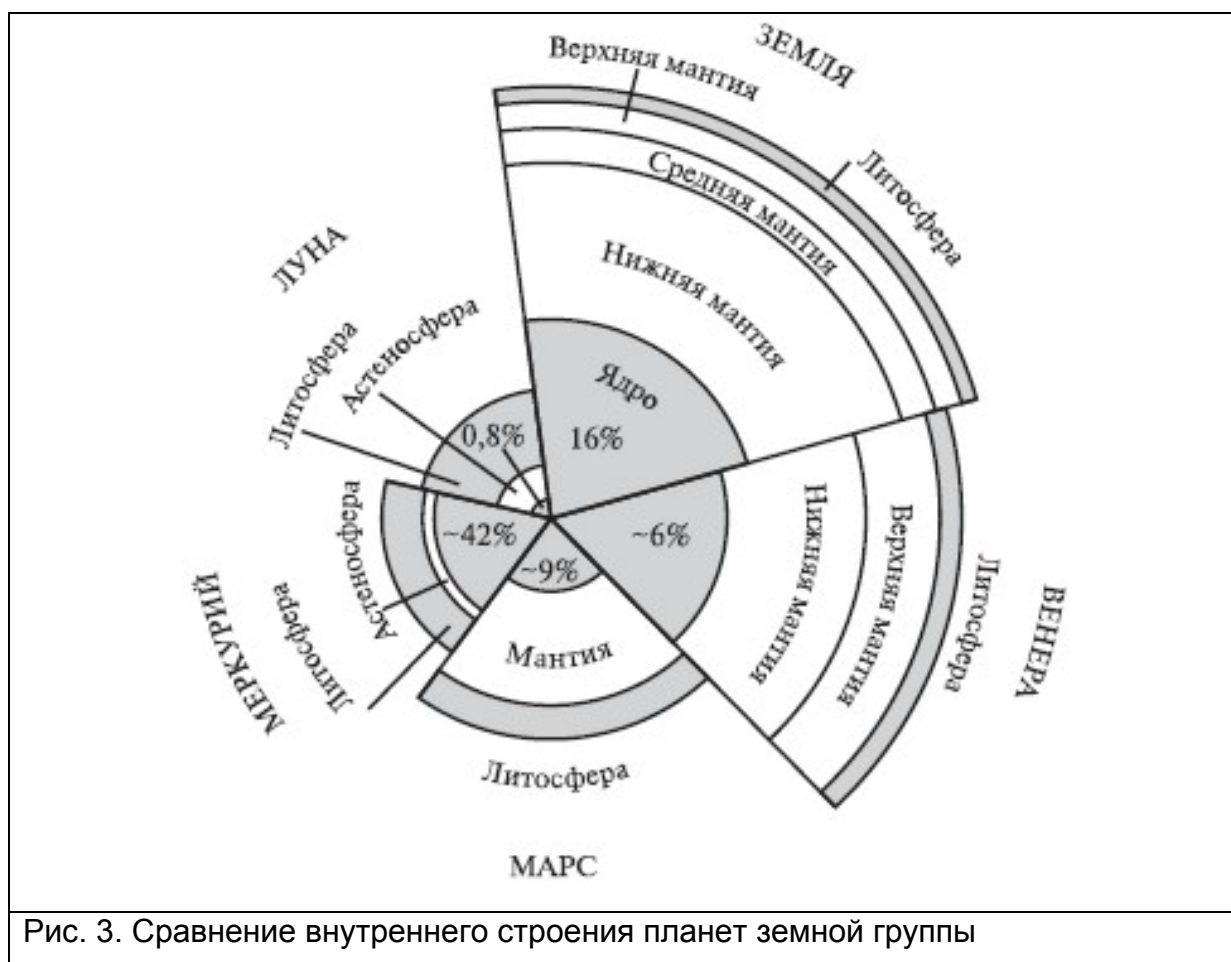
Однако, по данным палеонтологии, 1,3 млрд. лет назад, продолжительность суток составляла 14,9-16 часов, а год длился около 546-588 дней. Уже 500 млн. лет назад, в кембрий палеозойской эры, сутки составляли около 20,5 часов, а год примерно 425 дней. Таким образом, вокруг своей оси Земля замедлила вращение, а продолжительность года сократилась, то есть движение по орбите ускорилось.

Научные данные указывают на то, что Земля образовалась из солнечной туманности около 4,54 млрд. лет назад, и вскоре после этого приобрела свой единственный естественный спутник – Луну. Луна начала свое обращение на орбите вокруг Земли примерно 4,53 млрд. лет назад, что стабилизировало осевой наклон планеты и является причиной приливов, которые замедляют вращение Земли и отдаляют Луну. Жизнь появилась на Земле около 3,5 млрд. лет назад. С тех пор биосфера Земли значительно изменила атмосферу и прочие абиотические факторы, обусловив количественный рост аэробных организмов, так же как и формирование озонового слоя, который вместе с магнитным полем Земли ослабляет вредную солнечную радиацию, тем самым сохраняя условия для жизни на Земле. Учитывая период полураспада радиоактивных элементов, радиация, обусловленная самой земной корой, снизилась еще более значительно. Кора Земли плотная. Жидкая вода, необходимая для всех известных жизненных форм, не существует на поверхности какой-либо из известных планет и планетоидов Солнечной системы, кроме Земли. Железное ядро продуцирует магнитное поле на 1 млн. км. в космос, что существенно защищает нашу планету и сильнее, чем у других планет земной группы. Некоторые теории полагают, что падения астероидов приводили к существенным изменениям в окружающей среде и поверхности Земли, в частности, массовые вымирания живых существ.

Земля имеет красивейший вид из космоса, придаваемый ей разнообразием оттенков рельефа, большими пространствами водной поверхности и прозрачно-светящимся покрывалом из существенно мощного слоя атмосферы, поэтому ее называют Голубая планета. В мифологии Земля – Гея, иногда Терра (от лат. Terra). Земля единственное известное человеку на данный момент тело Солнечной системы, в частности, и Вселенной вообще, населенное многообразными живыми организмами.

**4. Марс** – последняя среди планет земной группы и седьмая (предпоследняя) по размерам планета Солнечной системы; масса планеты составляет 10,7% массы Земли. Марс планета с очень разреженной атмосферой, давление у поверхности в 160 раз меньше земного. Особенности поверхностного рельефа Марса можно считать ударные кратеры, а также вулканы, долины, пустыни и полярные ледниковые шапки из «сухого льда». У Марса есть два естественных спутника: Фобос и Деймос (в переводе с древнегреческого — «страх» и «ужас» - имена двух сыновей Ареса, сопровождавших его в бою), которые относительно малы (Фобос 26×21 км, Деймос 13 км в поперечнике) и имеют неправильную форму. Это наиболее изучаемая планета, с 1960-х годов исследованием Марса занимались АМС СССР (программы «Марс» и «Фобос»), ЕКА и США (программы «Маринер», «Викинг», «Mars Global Surveyor» и другие).

Марс назван в честь древнеримского бога войны, соответствующего древнегреческому Аресу. Иногда Марс называют «красной планетой» из-за красноватого оттенка поверхности, придаваемого ей оксидом железа.



### Планеты-гиганты (внешние планеты)

#### Газовые гиганты:

**5. Юпитер** – крупнейшая в Солнечной системе планета. Наряду с Сатурном, Ураном и Нептуном Юпитер классифицируется как газовый гигант. Он меньше Солнца по размерам на порядок и по массе на три порядка. Однако его масса в 318,35 раз превышает массу Земли, а радиус больше земного почти в 11 раз. Средняя плотность Юпитера  $1,32 \text{ г/см}^3$ , что близко к средней плотности солнечного вещества –  $1,41 \text{ г/см}^3$ .

Ряд атмосферных явлений на Юпитере такие, как штормы, молнии, полярные сияния, имеют масштабы, на порядки превосходящие земные. Примечательным образованием в атмосфере является Большое красное пятно – гигантский шторм, известный с XVII века. Юпитер имеет, по крайней мере, 67 спутников, самые крупные из которых Ио, Европа, Ганимед и Каллисто – были открыты Галилео Галилеем в 1610 г. Исследования Юпитера проводятся при помощи наземных и орбитальных телескопов; с 1970-х годов к планете было отправлено 8 межпланетных аппаратов НАСА: «Пионеры», «Вояджеры»,

«Галилео» и другие. С их помощью на Юпитере зафиксированы кольца в 1979 г., которые слабее колец других планет-гигантов.

Во время великих противостояний (одно из которых происходило в сентябре 2010 г.) Юпитер виден невооруженным глазом как один из самых ярких объектов на ночном небосклоне после Луны и Венеры. Диск и спутники Юпитера являются популярными объектами наблюдения для астрономов-любителей, сделавших ряд открытий (например, кометы Шумейкеров-Леви, которая столкнулась с Юпитером в 1994 г., или исчезновения Южного экваториального пояса Юпитера в 2010 г.).

Современное название Юпитера происходит от имени древнеримского верховного бога-громовержца. Планета была известна людям с глубокой древности, что нашло свое отражение в мифологии и религиозных верованиях различных культур, где Юпитер считался защитником Земли. Он действительно притягивает большую часть астероидов, метеорной пыли и даже кометы.

**6. Сатурн** – газовый гигант, вторая по размерам планета в Солнечной системе, почти не отличается от Юпитера, но плотность вещества планеты меньше плотности воды –  $0,686 \text{ г/см}^3$ , что определяет и несколько меньшее значение массы. В основном, Сатурн состоит из водорода, с примесями гелия и следами воды, метана, аммиака и тяжелых элементов. Внутренняя область представляет собой небольшое ядро из железа, никеля и льда, покрытое тонким слоем металлического водорода и газообразным внешним слоем. Внешняя атмосфера планеты кажется из космоса спокойной и однородной, хотя иногда на ней появляются долговременные образования. Скорость ветра на Сатурне может достигать местами 1800 км/ч, что значительно больше, чем на Юпитере. У Сатурна имеется планетарное магнитное поле, занимающее промежуточное положение по напряженности между магнитным полем Земли и мощным полем Юпитера. Оно простирается более чем на 1 млн. км в направлении Солнца. Ударная волна была зафиксирована «Вояджером-1» на расстоянии в 26,2 радиуса Сатурна от него, а магнитопауза – в 22,9 радиуса.

Сатурн обладает хорошо видимой системой колец (открыты Галилеем в 1609 г.), состоящей главным образом из частичек льда, меньшего количества тяжелых элементов и пыли. Вокруг планеты обращается 62 известных на данный момент спутника. Титан – самый крупный из них, а также второй по размерам спутник в Солнечной системе после спутника Юпитера – Ганимеда.

Титан превосходит по размерам Меркурий и обладает единственной среди спутников Солнечной системы плотной атмосферой. В настоящее время на орбите Сатурна находится межпланетная станция «Кассини», с 1997 г. и достигшая системы Сатурна в 2004 г., в задачи которой входит изучение структуры колец, а также динамики атмосферы и магнитосферы Сатурна.

Сатурн назван в честь римского бога земледелия. Символ – серп.

### *Ледяные гиганты:*

**7. Уран** – третья по диаметру и четвертая по массе планета Солнечной системы. Уран и Нептун также мало отличаются по средней плотности от Юпитера (1,28 и 1,64 г/см<sup>3</sup> соответственно) и близки по химическому составу.

Уран стал первой планетой, обнаруженной в Новое время и при помощи телескопа, о чем английский астроном Уильям Гершель объявил 13 марта 1781 г., тем самым впервые со времен античности, расширив границы Солнечной системы в глазах человека. Несмотря на то, что порой Уран различим невооруженным глазом, более ранние наблюдатели не догадывались, что это планета, из-за его тусклости и крайне медленного движения. В отличие от газовых гигантов Сатурна и Юпитера, состоящих в основном из водорода и гелия, в недрах Урана и Нептуна отсутствует металлический водород, но зато много высокотемпературных модификаций льда – по этой причине специалисты выделили эти две планеты в отдельную категорию «ледяных гигантов». Основу атмосферы Урана составляют водород и гелий. Кроме того, в ней обнаружены следы метана и других углеводородов, а также облака из льда, твердого аммиака и водорода. Это самая холодная планетарная атмосфера Солнечной системы с минимальной температурой в 49 К (-224°С). Полагают, что Уран имеет сложную слоистую структуру облаков, где нижний слой вода, а метан верхний. В отличие от Нептуна, недра Урана состоят в основном из льдов и горных пород.

Так же, как и у других газовых гигантов Солнечной системы, у Урана имеется система колец (открыты в 1977 г.) и магнитосфера, а спутников – 27. Ориентация Урана в пространстве отличается от остальных планет Солнечной системы, так как его ось вращения лежит как бы «на боку» относительно плоскости обращения этой планеты вокруг Солнца. Вследствие этого, планета бывает обращена к Солнцу попеременно то северным полюсом, то южным, то

экватором, то средними широтами. В 1986 г. американский аппарат «Вояджер-2» передал на Землю снимки Урана с близкого расстояния. На них видна «невзрачная» в видимом спектре планета без облачных полос и атмосферных штормов, характерных для других планет-гигантов. Однако, в настоящее время удалось различить признаки сезонных изменений и увеличения погодной активности на планете, вызванных приближением Урана к точке своего равноденствия. Скорость ветров на Уране до 240 м/с, не высока.

Названа планета в честь греческого бога неба Урана, отца Кроноса (в рим. мифол. Сатурна) и, соответственно, деда Зевса.

**8. Нептун** – самая дальняя планета Солнечной системы. Нептун также является четвертой по диаметру и третьей по массе планетой. Масса Нептуна в 17,2 раза, а диаметр экватора в 3,9 раза больше таковых у Земли, он отнесен к «ледяным гигантам». Обнаруженный 23 сентября 1846 г., Нептун стал первой планетой, открытой благодаря математическим расчетам, а не путем регулярных наблюдений. Обнаружение непредвиденных изменений в орбите Урана породило гипотезу о неизвестной планете, гравитационным возмущающим влиянием которой они и обусловлены. Нептун был найден в пределах предсказанного положения. Вскоре был открыт и его спутник Тритон, однако остальные 12 спутников открыли лишь в XX в. Нептун был посещен лишь «Вояджером-2», который пролетел вблизи от планеты 25 августа 1989 г.

Атмосфера Нептуна, как у Юпитера и Сатурна, состоит в основном из водорода и гелия, со следами углеводородов и, возможно, азота, однако содержит в себе более высокую пропорцию льдов: водного, аммиачного, метанового. Следы метана – причина синего цвета планеты. В атмосфере Нептуна бушуют самые сильные ветры среди планет Солнечной системы, по некоторым оценкам, их скорости могут достигать 2100 км/ч. «Вояджером-2» в южном полушарии Нептуна обнаружено так называемое Большое темное пятно, аналогичное Большому красному пятну на Юпитере. Температура в верхних слоях атмосферы близка к  $-220^{\circ}\text{C}$ , а в центре от 5400 К до  $7000^{\circ}\text{C}$ , что сопоставимо с температурой на поверхности Солнца и сравнимо с внутренней температурой большинства известных планет. У Нептуна есть слабая и фрагментированная кольцевая система, возможно, обнаруженная еще в 1960-е годы, и подтвержденная «Вояджером-2» в 1989 г. В 1948 году в честь открытия планеты Нептун было предложено назвать новый химический элемент № 93 -

нептунием. А 12 июля 2011 г. исполнился ровно один Нептунианский год или 164,79 земных лет с момента открытия Нептуна 23 сентября 1846 г.

Планета была названа в честь римского бога морей. Его астрономический символ – стилизованная версия трезубца Нептуна.

### *Карликовые планеты:*

**Плутон** (134340 Pluto) – крупнейшая по размерам карликовая планета Солнечной системы наряду с Эридой, Церерой и др., транснептуновый объект (ТНО) и десятое по массе (без учета спутников) небесное тело, обращающееся вокруг Солнца. Со дня своего открытия в 1930 и до 2006 г. Плутон считался девятой планетой Солнечной системы. Однако к началу XXI века во внешней части Солнечной системы было открыто множество объектов. Среди них примечательны Кварвар, Седна и особенно Эрида, которая на 27% массивнее Плутона. Международный астрономический союз (МАС) в 2006 г. впервые дал определение термину «планета». Плутон не попадал под это определение, и МАС причислил его к новой категории карликовых планет. Плутон был добавлен к списку малых планет и получил по каталогу Центра малых планет (ЦМП) № (англ.) 134340. Плутон считается одним из крупнейших объектов в **поясе Койпера**. Как и большинство из них, Плутон состоит из горных пород и льда, его масса меньше Луны в 5 раз, а объем в 3 раза.

Плутон – необычный объект Солнечной системы, у его орбиты большой эксцентриситет (эксцентricность орбиты – вытянутость) и большой наклон относительно плоскости эклиптики. Из-за этого он то приближается к Солнцу на расстояние 29,6 а.е. (4,4 млрд. км), оказываясь к нему ближе Нептуна, то удаляется на 49,3 а.е. (7,4 млрд. км). В момент своего открытия в 1930 г. он занимал наиболее удаленное от Солнца положение, соответствующее месту 9 планеты Солнечной системы. Но в 1969 г. пересек орбиту Нептуна, превратившись в 8 по удаленности от Солнца планету, и пребывал так до 2009г. А первый после своего открытия полный оборот вокруг Солнца Плутон завершит в 2178 г. Другая необычность Плутона в том, что он и его крупнейший спутник Харон часто рассматриваются в качестве двойной планеты, поскольку барицентр их системы находится вне обоих объектов. У Плутона имеются четыре меньших спутника: Никта и Гидра (открыты в 2005 г.), P4 (2011 г.) и P5 (2012 г.). В честь Плутона назван химический элемент плутоний № 94.



**Пояс Койпера** (Эджворта-Койпера) – называют границей Солнечной системы, это дискообразная область, простирающаяся за орбитой Нептуна на расстоянии от 30 до 55 а.е. от Солнца (1а.е.=150 млн. км). Пояс похож на пояс астероидов, но примерно в 20 раз шире и в 20-200 раз массивнее, состоит в основном из малых тел. В отличие от объектов пояса астероидов, которые в основном состоят из горных пород и металлов, объекты пояса Койпера (оПК) состоят преимущественно из летучих веществ (называемых льдами) – метан, аммиак и вода. В этой области ближнего космоса находятся по крайней мере три карликовые планеты: Плутон, Хаумеа и Макемаке. Считается, что спутник Нептуна – Тритон и спутник Сатурна – Феба, также возникли в этой области.

Доказано существование пояса Койпера в 1992 г. и с тех пор число найденных объектов превысило тысячу, предполагается, что более 70000 оПК, с диаметром более 100 км, пока не обнаружены. Ранее считалось, что именно из этой области космоса прилетают короткопериодические кометы с орбитальными периодами менее 200 лет. Однако установлено, что пояс Койпера динамически стабилен и что настоящий источник этих комет – **рассеянный диск**, динамически активная область, созданная направленным вовне движением Нептуна 4,5 млрд. лет назад; объекты рассеянного диска, такие как Эрида, похожи на оПК, но уходят по своим орбитам очень далеко от Солнца (до 100 а.е.). По схожести периодов обращения с Плутоном эти объекты подгруппы оПК называли «плутино». Подгруппу из четырех карликовых планет за орбитой Нептуна, называют «плутоидами».

Пояс Койпера не следует путать с гипотетическим облаком Оорта, которое расположено в тысячи раз дальше. Объекты пояса Койпера, как и объекты рассеянного диска и облака Оорта, относят к **транснептуновым объектам** (ТНО). Совокупная масса пояса

Койпера в сотни раз превышает массу пояса астероидов, однако, как предполагается, существенно уступает массе облака Оорта. Считается, что в поясе Койпера несколько тысяч тел диаметром 1000 км, около 7000 с диаметром более 100 км и как минимум 450000 тел диаметром более 50 км (рис. 4).

Наряду с Плутоном (диаметр 2250 км), одним из крупнейших объектов пояса Койпера является Кварвар (2002 LM60, 1250 км), или (Quaoar) – «великая созидательная сила». Орк (2004 DW), или Оркус (Orcus) – 1520 км. Эрида – 2400 км, что на 6% больше диаметра Плутона. Открыта малая планета Седна (2003 VB12), вращающаяся вокруг Солнца, но в 90 раз дальше, чем Земля, и в 3 раза дальше орбиты Плутона, где солнечная радиация исключительно мала. Седна (Sedna) – богиня эскимосов, живущая в глубинах Северного Ледовитого океана. Период обращения Седны 10500 лет, ее диаметр в 4 раза меньше Плутона, а орбита вытянута и в своей дальней точке удаляется от Солнца на 900 а.е. (для сравнения радиус орбиты Плутона 38 а.е.), При наибольшем сближении Седна находится в 1,5 раза дальше от Солнца, чем внешняя граница пояса Койпера. Она никогда не приближается к Солнцу ближе, чем на 76 а.е., но ее движение определяет Солнце.



Рис. 4. Сравнительные размеры крупнейших астероидов

За поясом Койпера находится еще одно более глобальное образование – **облако Оорта**. Пространство за облаком Оорта и его пограничные области уже не принадлежат Солнечной системе.

Считается, что Облако Оорта имеет наибольшую плотность в плоскости эклиптики, здесь находится приблизительно одна шестая всех его объектов. Температура здесь не выше 4 К, что близко к абсолютному нулю. Это громадный рой объектов, состоящий из миллиардов ледяных тел, простирается в сфере, радиусом от 5000 до 100000 а.е. Изредка проходящие звезды нарушают орбиту одного из тел, вызывая его движение во внутреннюю часть Солнечной системы как длиннопериодической кометы. Такие кометы имеют большую и вытянутую орбиту и, наблюдаются 1 раз.

Впервые идея существования такого облака была выдвинута эстонским астрономом Эрнстом Эпиком в 1932 г., а затем теоретически разрабатывалась нидерландским астрофизиком Яном Оортом в 1950-х, в честь которого облако и было названо.

Влияние Солнца распространяется до тех расстояний, где прекращается его гравитационное воздействие и начинается влияние других звезд и всей массы нашей Галактики. Достоверных сведений насколько это далеко, пока нет. Например, самая яркая в XX веке долгопериодическая комета Хейла-Боппа, которую хорошо было видно весь 1997 г., следующий раз пролетит через 4 000 лет.

Аппарата НАСА New Horizons будет исследовать этот регион после того, как изучит Плутон, которого достигнет к 2015 г.

## 1.6. Смена времен года на Земле

**Астрономический механизм.** Основной причиной смены времен года является наклон земной оси по отношению к **плоскости эклиптики**. Полюсы мира в течение года заметно не

меняют своего положения среди звезд и ось вращения Земли при движении вокруг Солнца остается параллельной сама себе (рис. 5).

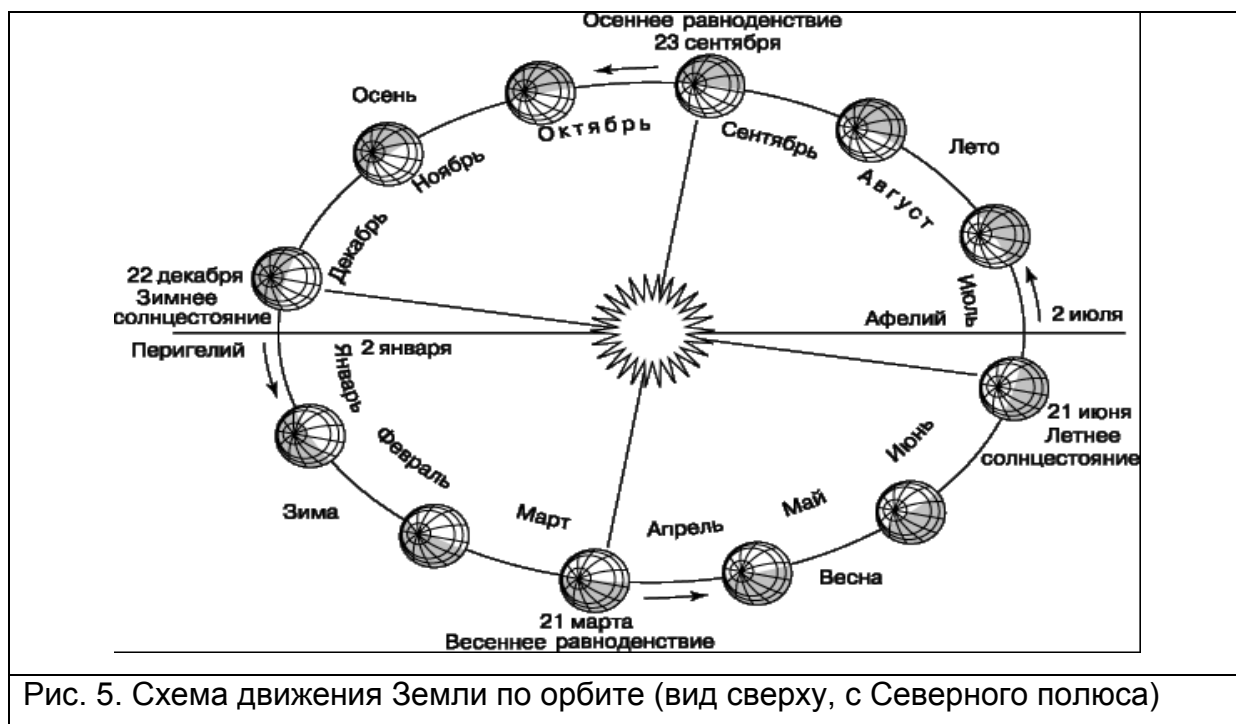


Рис. 5. Схема движения Земли по орбите (вид сверху, с Северного полюса)

Кроме того, изменение **склонения Солнца** в течение года в пределах от  $+23^{\circ}27'$  (в момент летнего солнцестояния) до  $-23^{\circ}27'$  (в момент зимнего солнцестояния) свидетельствует о том, что ось вращения Земли не перпендикулярна к плоскости орбиты Земли, а наклонена к ней на угол в  $66^{\circ}33'22''$  ( $90^{\circ}-23^{\circ}27' = 66^{\circ}33'$ ) (рис. 6).

Следствием этих явлений (1-движения Земли вокруг Солнца, по эллипсовидной орбите, 2-наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты и 3-постоянства этого наклона) является регулярная смена времен года на Земле. Без наклона оси продолжительность дня и ночи в любом месте Земли была бы одинакова, и днем солнце поднималось бы над горизонтом на одну и ту же высоту в течение всего года.

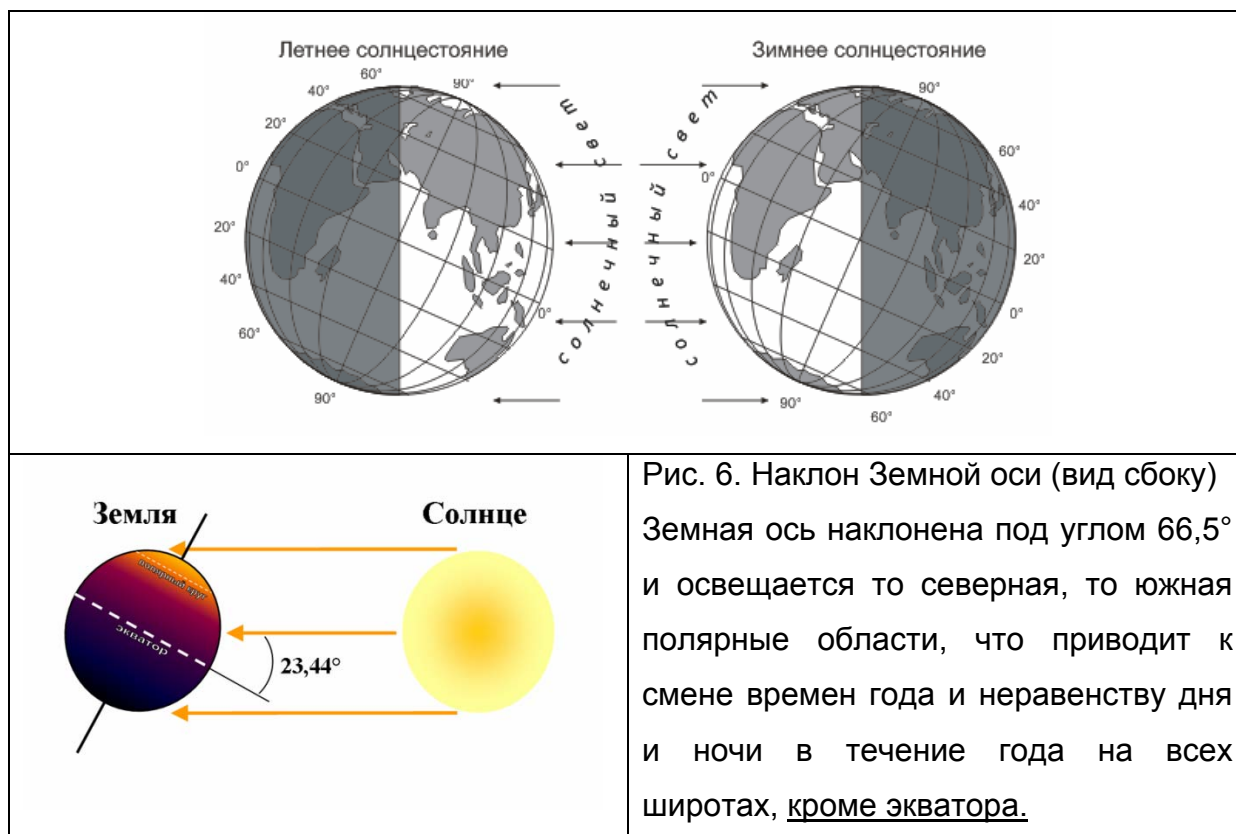


Рис. 6. Наклон Земной оси (вид сбоку)  
Земная ось наклонена под углом  $66,5^\circ$  и освещается то северная, то южная полярные области, что приводит к смене времен года и неравенству дня и ночи в течение года на всех широтах, кроме экватора.

Астрономически времена года разделены моментами:  
**летнего солнцестояния** → **осеннего равноденствия** → **зимнего солнцестояния** → **и весеннего равноденствия**.

Началом астрономической весны и осени считаются дни весеннего и осеннего равноденствий (когда солнечные лучи под углом  $90^\circ$  падают на экватор и касаются полюсов – 21 марта и 23 сентября). А началом лета и зимы – дни соответствующих солнцестояний (когда высота Солнца над горизонтом в полдень наибольшая – 22 июня и 22 декабря).

В день летнего солнцестояния – 22 июня – земная ось северным концом обращена к Солнцу – его лучи в полдень отвесно падают на  **$23,5^\circ$  параллель северной широты** – эту линию называют **северный тропик** (тропик Рака) и на картах ее отмечают пунктиром. Все параллели севернее экватора до  $66,5^\circ$  с.ш. большую часть суток освещены, на этих широтах день длиннее ночи. Параллель  $66,5^\circ$  с.ш. является границей, с которой начинается

полярный день – это **Северный полярный круг**. В этот же день на всех параллелях южнее экватора до  $66,5^\circ$  ю.ш. день короче ночи. Южнее  $66,5^\circ$  ю.ш. – территория не освещена совсем – там полярная ночь. Параллель  $66,5^\circ$  ю.ш. – **южный полярный круг**.

В день зимнего солнцестояния – 22 декабря земная ось южным концом обращена к Солнцу, и солнечные лучи в полдень отвесно падают на  **$23,5^\circ$  параллель южной широты – южный тропик** (тропик Козерога). На всех параллелях южнее экватора до  $66,5^\circ$  ю.ш. день длиннее ночи. Начиная с Южного полярного круга Солнце не заходит за горизонт – устанавливается полярный день. За северным полярным кругом – полярная ночь. Полярные круги являются границами **полярных дней** (189 суток) и **полярных ночей** (до 178 суток).

**Климатическая смена времен года.** Но не только угол наклона влияет на времена года. Орбита, по которой Земля движется вокруг Солнца, имеет эллиптическую форму и в течение года Земля то приближается к Солнцу (147 млн. км – **перигелий**, 3 января), то отдаляется (152 млн. км – **афелий**, 5 июля). Поток лучистой энергии, падающей на Землю, изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния до Солнца.

Несмотря на то, что это изменение значительной роли в смене времен года на Земле не играет, (так как орбита Земли не существенно отличается от окружности), однако, в перигелии Земля получает на 7% больше солнечного тепла, чем в афелии. Этим различием и объясняется несколько менее суровая зима и более прохладное лето в северном полушарии, по сравнению с зимой и летом в южном полушарии Земли.

Из-за эллиптической формы земной орбиты времена года имеют разную продолжительность:

| сезоны             | лето | осень | зима | весна |
|--------------------|------|-------|------|-------|
| Северное полушарие | 93,6 | 89,8  | 89   | 92,8  |
| Южное полушарие    | 89,0 | 92,8  | 93,6 | 89,8  |

Поэтому, с наклоном оси вращения Земли к плоскости своей орбиты, с эллипсоидностью орбиты и наличием точек афелия – перигелия, связано также и распределение тепловых поясов на Земле. Но, задержка в изменении температуры на поверхности планеты вызвана также физическими свойствами воды и земли, что задерживает климатические сезоны относительно астрономических.

### 1.7. Метеориты и кометы

До настоящего времени сохранились немногие кратеры от метеоритов, которые имеют очерченную структуру, однако, ежедневно в атмосферу Земли падает более 180 тонн космических тел. В переводе с греческого «метеорос» – парящий в воздухе.

Космическое тело до попадания в атмосферу Земли называется **метеорным телом** и классифицируется по астрономическим признакам. Например, это может быть космическая пыль, метеороид, астероид, их осколки, или другие метеорные тела. Пролетающее сквозь атмосферу Земли тело и оставляющее в ней яркий светящийся след, независимо от того, уйдет ли оно обратно в космическое пространство, сгорит или упадет на Землю, может называться: **метеорами** если не ярче 4-й звездной величины, **болидами** ярче 4-й звездной величины, либо тела, у которых различимы угловые размеры. Твердое тело космического происхождения, упавшее на поверхность Земли, называется **метеоритом**. На месте падения крупного метеорита может образоваться кратер – **астроблема**.

Метеорное тело входит в атмосферу на скорости от 10-70 км/с, при которой начинается его разогрев и свечение. За счет **абляции** (обгорания на высоте 110-80 км) масса тела, долетевшего до поверхности Земли, может быть значительно меньше его массы на входе в атмосферу. Например, небольшое тело, вошедшее в атмосферу Земли на скорости 25 км/с и более, сгорает почти без остатка. Из десятков и сотен тонн начальной массы, до поверхности долетает всего несколько килограммов или граммов вещества.

Один из самых изученных кратеров в мире – Аризонский. Предполагается, что наибольший метеоритный кратер на Земле – Кратер Земли Уилкса – 500 км) и кратер Вредефорд, 300-500 км, в Южной Африке. Самый крупный метеорит на Земле – метеорит Коба (Meteorit Goba) найденный в Намибии 1920 г. и весом 60 тонн.

Различают метеориты: каменные – 92%, железные – 7%, железокатенные – 1%. Другие названия метеоритов: аэролиты, сидеролиты, уранолиты, метеоролиты, бэтилиямы (baituloi), небесные, воздушные, атмосферные или метеорные камни и т.д.

### **Крупнейшие кратеры, которые видно из космоса (рис. 7):**

1. Кратер от метеорита Чиксулуб, на полуострове Юкатан, Мексика: 21°20' с.ш., 89°30' з.д., диаметр 170 км; возраст 64,98 млн. лет. Ученые НАСА считают, что кратер образовал астероид, с размерами 10-20 км в диаметре. Астероид ударил в геологически уникальные, богатые серой области полуострова Юкатан и поднял миллиарды тонн серы и других веществ в атмосферу. Количество солнечного света, падающего на Землю, значительно снизилось, что вызвало эффект «ядерной зимы» на период до полугода после столкновения. Затем снижение глобальной температуры до значений, близких к замерзанию воды. Половина видов на Земле вымерла, в том числе, как полагают, вымерли динозавры.

2. Метеоритный кратер Мэникоуген, Квебек, Канада: 51°23' с.ш., 68°42' з.д., диаметр обода 100 км; возраст: 212±1 млн. лет. Кратер Мэникоуген является одним из крупнейших кратеров, сохранившихся на поверхности



|   |
|---|
| Земли. Сейчас остатки кратера, размером в 70 км покрыты озерами.  |
| 3. Кратер от метеорита Кара-Куль, Таджикистан: 38°57' с.ш., 73°24' в.д.; диаметр обода 45 км; возраст: 10 млн. лет. Кратер находится на высоте 3900 м над уровнем моря в горах Памира, на границе с Афганистаном.   |
| 4. Кратеры от метеоритов, заполненные озерами Клируотер, Квебек, Канада: А) Западное озеро Клируотер: 56°13' с.ш., 74°30' з.д., диаметр обода 32 км; возраст: 290±20 млн. лет. Б) Восточное озеро Клируотер: 56°05' с.ш., 74°07' з.д.; диаметр обода 22 км; возраст 290±20 млн. лет. Эти два озера были сформированы одновременно в результате падения пары астероидов. |
| 5. Кратер от метеорита, образовавшего озеро Мистастин, Ньюфаундленд и Лабрадор, Канада: 55°53' с.ш., 63°18' з.д., диаметр 28 км; 38±4 млн. лет.   |
| 6. Кратер от метеорита Дип Бей, Саскачеван, Канада: 56°24' с.ш., 102°59' з.д.; диаметр обода 13 км; возраст: 100±50 млн. лет. Кратер Дип Бей не самый крупный, занимает 8-10 место, представляет собой сложную ударную структуру, с центральным поднятием.  |

Изучали метеориты академики В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман, известные энтузиасты П.Л. Драверт, Л.А. Кулик и многие другие. С падением метеоритов связана одна из теорий зарождения жизни. Лишь в 40-50-х годах XX в, когда геологи начали широко применять аэрофотосъемку, выяснилось, что на поверхности земного шара имеется много округлых геологических структур необычного строения, их комплексное изучение показало что это следы ударов космических тел (рис. 8).

В 1960 г. американский геолог Р. Дитц предложил называть кратеры астроблемами, что означает «звездная рана» (греч.).

**Крупные современные метеориты, обнаруженные на территории России.** До сих пор неясно именно метеоритное происхождение Тунгусского феномена. Предполагается, что огромный объект упал или взорвался над поверхностью Земли 30 июня 1908 г., в бассейне реки Подкаменная Тунгуска в Сибири. Общая энергия разрушений в радиусе 500 км оценивается в 40-50

мегатонн тротилового эквивалента. Сам метеорит и его останки не найдены, поэтому его правильно называть Тунгусский феномен, а не метеорит. Существует несколько ведущих гипотез такого взрыва.







|  |  |  |
|--|--|--|
|   |   |   |
| Кратер Чиксулуб  | Кратер, озеро Мистастин  | Кратер Мэникоуген  |
|  |  |  |
| озера Клируотер  | Кратер метеорита Дип Бей   | От метеорита Кара-Куль   |

Рис. 7. Снимки из космоса крупнейших метеоритных кратеров.



Рис. 8. Схема падения метеоритов на поверхность Земли.

Царевский метеорит (метеоритный дождь). Упал 6 декабря 1922 г. вблизи села Царев Волгоградской области. Это каменный метеорит. Общая масса собранных осколков 1,6 тонны на площади около 15 кв.км. Вес самого большого упавшего фрагмента 284 кг.

Сихотэ-Алинский метеорит (общая масса осколков 30 тонн, энергия оценивается в 20 килотонн). Этот железный метеорит упал в Уссурийской тайге 12 февраля 1947 г.

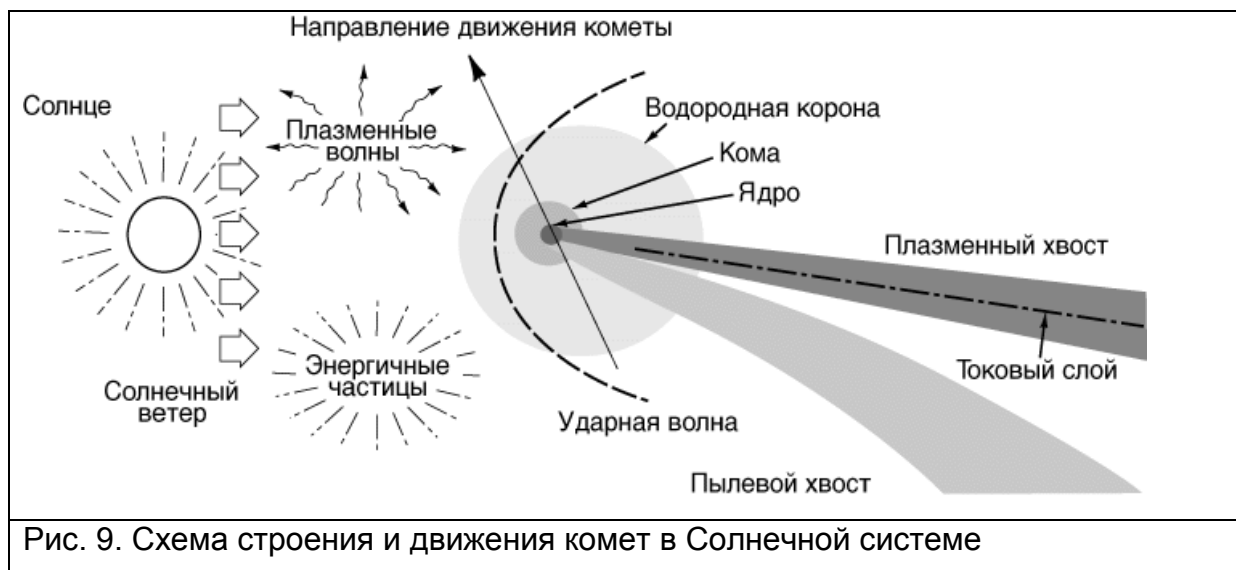
Витимский болид. Упал в районе поселков Мама и Витимский Мамско-Чуйского района Иркутской области в ночь с 24 на 25 сентября 2002 г. Событие имело большой общественный резонанс, хотя общая энергия взрыва метеорита, по-видимому, сравнительно невелика (200 тонн тротилового эквивалента, при начальной энергии 2,3 килотонны), максимальная масса до сгорания 160 тонн, а конечная масса осколков порядка нескольких сотен килограммов.

**Кометы** (от др.-греч. κομήτης, komētēs - волосатый, косматый) – тела Солнечной системы, имеющее туманный вид, обращающееся вокруг Солнца обычно по вытянутым орбитам. Методы небесной механики (науки о движении небесных тел) позволяют вычислить только среднюю орбиту.

Вдали от Солнца у комет нет никаких атмосфер и они ничем не отличаются от обычных астероидов. Практически вся масса вещества кометы заключена в ее **ядре** (теле) и, вероятно, находится в пределах от нескольких тонн (мини-кометы) до  $10^{12}$  т. Ядро кометы представляет собой очень рыхлое образование, типа гигантского снежного кома из комков гидратов льдов разного состава (воды, аммиака, метана и углекислого газа) смерзшегося с пылью и отдельными фрагментами горных пород (рис. 9).

При сближении с Солнцем на расстояния примерно 11 а.е. у них сначала появляется **кома** – газовая оболочка неправильной формы, которая вместе с ядром называется **головой кометы**. В телескоп такая комета наблюдается как туманное пятнышко и ее можно отличить от удаленного звездного скопления только по заметному собственному движению. Затем, на расстояниях 3-4 а.е.

от Солнца, у кометы, под действием солнечного ветра, начинает развиваться **хвост**, который становится хорошо заметным на расстоянии менее 2 а.е.



Механизм свечения газов в кометах это – резонансная флуоресценция, как в неоновых лампах витрин и вывесок.

Наибольший интерес и массу всевозможных предположений и поверий с древнейших времен вызывали хвосты комет. Их форма, зависит от природы частиц: на частицы действует сила гравитационного притяжения, зависящая от массы, и сила давления света, зависящая от площади поперечного сечения частиц. Соотношение двух сил и определяет степень изогнутости кометного хвоста: *газовые хвосты* - будут направлены прочь от Солнца; а *корпускулярные, то есть пылевые* - будут отклоняться от этого направления; *аномальные* - когда хвост вообще направлен не от Солнца, а прямо к нему. Видимо, такие хвосты состоят из довольно тяжелых и больших пылевых частиц. У кометы может быть даже несколько хвостов, состоящих из частиц разного рода.

Например, самый длинный хвост наблюдали в марте 1843 г. у «Большой кометы» - 300 млн. км, от Солнца он тянулся за орбиту Марса, а голова кометы пролетела всего на 130000 км от

поверхности Солнца. Такие кометы называют «царапающие Солнце». Ближайшая комета, прошедшая к Земле, была в 1770 г. комета Лекселя – при орбите в 6 раз дальше Луны (совсем близко!) голова кометы выглядела в 5 раз больше спутника Земли. Зафиксированы случаи отделения хвоста от кометы Лулинь.

Хвосты образованы из чрезвычайно разреженного вещества – его плотность гораздо меньше, чем плотность газа, выпущенного из зажигалки. Состав пылинок схож с астероидным материалом солнечной системы, что выяснилось в результате исследования кометы 81P/Вильда космическим аппаратом «Стардаст». По сути, это «видимое ничто»: человек может наблюдать хвосты комет только потому, что газ и пыль светятся.

Массы комет ничтожны — примерно в миллиард раз меньше массы Земли. Поэтому «небесные гости» никак не влияют на планеты Солнечной системы. В 1910 г. и в 1986 г. Земля, например, проходила сквозь хвост кометы Галлея, но никаких изменений в движении нашей планеты не произошло. С другой стороны, столкновение крупной кометы с планетой может вызвать крупномасштабные последствия в атмосфере и магнитосфере планеты. Хорошим и довольно качественно исследованным примером такого столкновения было столкновение обломков кометы Шумейкеров-Леви 9 с Юпитером в июле 1994 г.

## **Резюме**

Парадокс современной астрономии состоит в удивительно низком уровне знаний о Вселенной и ее объектах. В рамках известных физических законов построены близкие к реальности модели рождения, жизни и смерти небесных объектов, размеры, массы, энергетическая отдача и удаленность которых громадны по сравнению с реалиями повседневного опыта. Нет абсолютной

модели происхождения и формирования планет и спутников Солнечной системы, неизвестно, как образуются и откуда появляются кометы, неясно, содержат ли астероиды первичное вещество или являются осколками однажды сформировавшихся планетных тел, и что находится за пределами Солнечной системы.

Известно, что возраст Вселенной 13-15 млрд. лет, в ней вращаются миллионы галактик разной формы и сотни миллиардов звезд различного размера, температуры, светимости. На краю рукава спиральной галактики Млечный путь расположена карликовая желтая звезда Солнце, возрастом 5 млрд. лет, имеющая планетарную систему из 4 малых и 4 крупных планет, многие со спутниками, и сотен миллионов астероидов, комет и других тел. Земля – имеет мощное магнитное поле, воду, атмосферу и жизнь.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Как развивались знания о строении Вселенной, Земли и мира?
2. Охарактеризуйте строение Вселенной и галактики, их эволюцию?
3. В чем значение Солнца для Земли и живой материи?
4. Опишите, в чем выражается солнечная активность, какие различают циклы солнечной активности и как это влияет на биосферу Земли? Играет ли это роль в эволюционных процессах?
5. Что означает астрономическая единица, световой год, парсек?
6. Отличительные черты планет земной группы и планет-гигантов?
7. Дайте общую характеристику Земле, как небесному телу?
8. Что такое пояс Койпера и облако Оорта, их отличия и сходство?
9. Какие механизмы обеспечивают смену времен года на Земле?
10. Что такое сидерический год, тропический год, звездные сутки?

## Глава 2. Понятие о форме и размерах земли

### **Цели и задачи главы:**

*Сформировать представления о размерах и форме Земли, методах ее изучения и их значении для практического использования. Изучить методы картографии и топографии, основные виды карт, и развить умение ими пользоваться с учетом системы условных знаков. Ознакомить со способами ориентирования. Сформировать понятия расстояние, масштаб, координатные системы, исходные точки отсчета, поясное время.*

### **Рекомендации по самостоятельному изучению главы:**

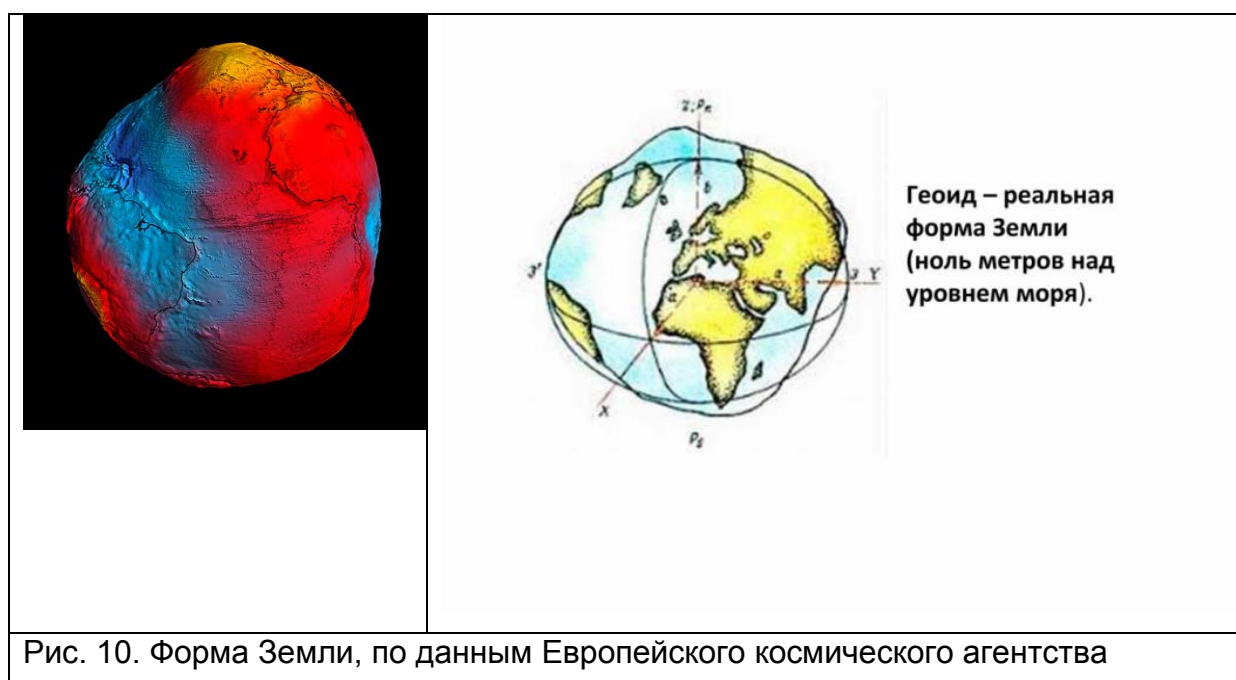
*Рассмотрите через интернет ресурсы истинную форму Земли в рентгенографических и тепловых проекциях, сравните с фотографической поверхностью. Важно четко понимать, чем геоид отличается от реальной формы Земли, и от эллипсоида. Важно знать, какие существуют системы координат, поскольку на них основаны функции средств связи – например, «установить время» и «выбрать часовой пояс», «задать систему отсчета: UTM, GMT» и все карты. Изучите правила чтения карт. Научитесь сами ориентироваться по компасу, звездам, азимуту, в масштабе.*

### **2.1. Современные представления о фигуре Земли**

**Фигура Земли** – термин для обозначения формы земной поверхности. В зависимости от определения фигуры Земли устанавливаются различные системы координат.

В нулевом приближении можно считать, что Земля имеет форму шара со средним радиусом **R=6371,3** км. Такое представление нашей планеты хорошо подходит для задач,

точность вычислений в которых не превышает 0,5%. В действительности Земля не является идеальной сферой. Рассматривая отклонения геоида (EGM96) от идеализированной фигуры Земли (эллипсоида WGS-84), видно, что поверхность океана на самом деле не всюду гладкая. Например, на севере Индийского океана – понижена примерно на 100 метров, а на западе Тихого – поднята приблизительно на 80 метров. Из-за суточного вращения поверхность Земли сплюснута с полюсов; высоты материков различны; приливные деформации также искажают форму поверхности (рис. 10).



В геодезии и космонавтике обычно для описания фигуры Земли выбирают **эллипсоид вращения** или **геоид**. С геоидом связана **система астрономических координат**, с эллипсоидом вращения – **система геодезических координат** (рис. 10., рис. 11).

По определению, **геоид** (буквально - «*нечто подобное Земле*») – геометрическое тело, отражающее свойства потенциала силы тяжести на Земле (вблизи земной поверхности), важное понятие в геодезии. Если бы Земля целиком была бы покрыта



океаном, то, в отсутствие приливного воздействия других небесных тел и прочих подобных возмущений, имела бы форму геоида. В действительности в различных местах поверхность Земли может значительно отличаться от геоида (рис. 11).

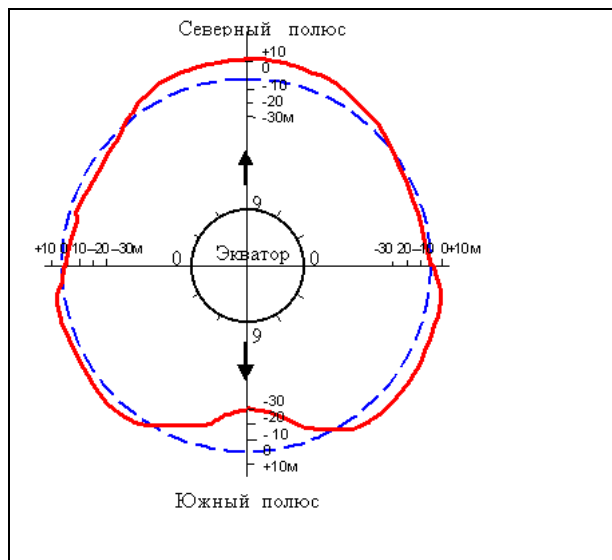


Рис. 11. Геоид (сплошная линия – реальная форма Земли, пунктир – условная уровенная поверхность).

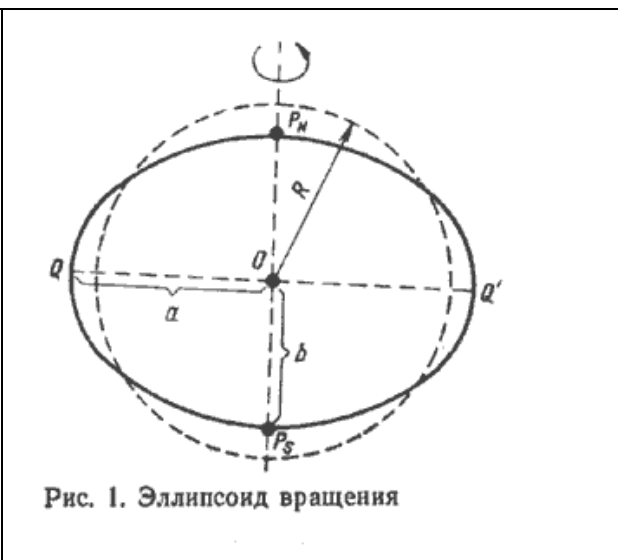


Рис. 1. Эллипсоид вращения

Рис. 12. Эллипсоид вращения и его отклонения от уровенной поверхности

Для лучшей аппроксимации поверхности вводят понятие **референц-эллипсоида**, который хорошо совпадает с геоидом только на каком-то участке поверхности. Референц-эллипсоиды имеют геометрические параметры, отличные от геометрических параметров среднего земного эллипсоида, который описывает земную поверхность в целом. Геоид определяется как эквипотенциальная поверхность земного поля тяжести (уровенная поверхность), приблизительно совпадающая со средним уровнем вод Мирового океана в невозмущенном состоянии и условно продолженная под материками. Отличие реального среднего уровня моря от геоида может достигать 1 м. По определению поверхность геоида везде перпендикулярна отвесной линии, проведенной к центру Земли (рис. 13).

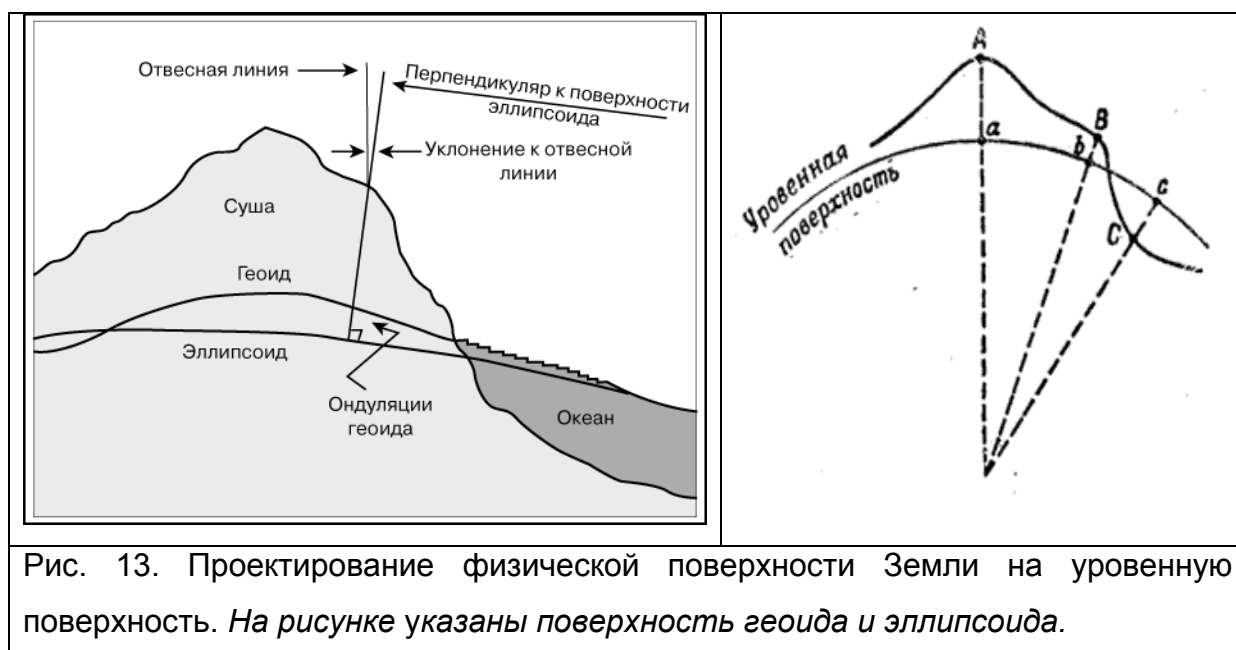


Рис. 13. Проектирование физической поверхности Земли на уровенную поверхность. На рисунке указаны поверхность геоида и эллипсоида.

Термин «геоид» был предложен в 1873 году немецким математиком и физиком И.Б. Листингом (1808-1882 гг.) для обозначения геометрической фигуры, более точно отражающей форму Земли, чем эллипсоид вращения.

Геоид является поверхностью, относительно которой ведется отсчет высот над уровнем моря. Точное знание геоида необходимо, в частности, в навигации – для определения высоты над уровнем моря на основе геодезической (эллипсоидальной) высоты, измеряемой GPS-приемниками, а также в физической океанологии – для определения высот морской поверхности.

Фигура геоида зависит от распределения масс и плотностей в теле Земли. Она не имеет точного математического выражения и является практически неопределимой, в связи с чем, в геодезических измерениях в России и некоторых других странах вместо геоида используется его приближение – **квазигеоид**.

**Квазигеоид** («почти геоид») – фигура, предложенная в 1950-х гг. русским ученым М.С. Молоденским в качестве строгого решения задачи определения фигуры Земли. Квазигеоид определяется по измеренным значениям потенциалов силы тяжести.

В силу неопределимости фигуры геоида, квазигеоид выполняет роль вспомогательной поверхности при изучении физической поверхности Земли. Квазигеоид, в отличие от геоида, однозначно определяется по результатам измерений, совпадает с геоидом на территории Мирового океана и очень близок к геоиду на суше, отклоняясь лишь на несколько сантиметров на равнинной местности и не более чем на 2 м в высоких горах.

**Земной эллипсоид** – эллипсоид вращения, размеры которого подбираются при условии наилучшего соответствия фигуре квазигеоида для Земли в целом (общеземной эллипсоид) или отдельных ее частей (референц-эллипсоид).

**Референц-эллипсоид** – приближение формы поверхности Земли (а точнее, геоида) эллипсоидом вращения, используемое для нужд геодезии на некотором участке земной поверхности (территории отдельной страны или нескольких стран). В России (в СССР с 1946 г.) используется эллипсоид Красовского. В других странах применяют эллипсоид Бесселя.

**Эллипсоид Бесселя** – земной эллипсоид, определенный из измерений в 1841 г. Ф. Бесселем. В Европе он используется в: Германии, Австрии, Швейцарии, Чехии, бывшей Югославии, также в Индонезии, Японии, Эритрее и Намибии. Около 1950 г. половина всех триангуляций в Европе и 20% других базировались на нем.

**Эллипсоид Красовского** – земной эллипсоид, определенный из градусных измерений в 1940 г. под руководством член-корреспондента АН СССР профессора Ф.Н. Красовского.

На нем основана геодезическая система координат Пулковско-1942 (СК-42) (введена с 1946 г. для выполнения работ в СССР), затем СК-63, используемая в России и некоторых других странах, а также системы координат Afgooye и Hanoi 1972 г.

С 1 июля 2002 года согласно Постановлению Правительства РФ от 28.07.2000 г. № 568 вводится новая система СК-95, также основанная на эллипсоиде Красовского.

### Размеры земного эллипсоида по Красовскому

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Малая полуось (b) (полярный радиус)                            | 6356863.019 м               |
| Большая полуось (a) (экваториальный радиус)                    | 6378245.000 м               |
| Средний радиус Земли, принимаемой за шар                       | 6371100 м                   |
| Полярное сжатие (отношение разницы полуосей к большой полуоси) | 1/298.3                     |
| Площадь поверхности Земли                                      | 510 083 058 км <sup>2</sup> |
| Длина меридиана  | 40 008 550 м                |
| Длина экватора   | 40 075 696 м                |
| Длина дуги 1° по меридиану на широте 0°                        | 110,6 км                    |
| Длина дуги 1° по меридиану на широте 45°                       | 111,1 км                    |
| Длина дуги 1° по меридиану на широте 90°                       | 111,7 км                    |

Для примера, на глобусе в масштабе 1:50 000 000 (в 1 см – 500 км), большая (экваториальная) полуось (a) длиннее малой (вертикальной) полуоси (b) всего на 0,7 мм.

Однако, еще в VI в. до нашей эры Пифагор считал, что Земля имеет круглую форму. Спустя 200 лет Аристотель доказал это, ссылаясь на то, что во время лунных затмений тень Земли всегда круглая. Спустя 100 лет первое градусное измерение для определения размера Земли провел математик и географ древнего мира **Эратосфен** (276-195 гг. до н.э.), живший в Египте. К тому времени уже существовал прибор **гномон** (рис. 14) известный еще со времен древнего Египта, который представлял чашу со стержнем в середине и градусами, разлинованными по окружности.

Египтяне заметили, что во время летнего солнцестояния Солнце освещает дно глубоких колодцев в Сиене (ныне Асуан), а в Александрии – нет. Эратосфен, зная, что эти города находятся

приблизительно на одном меридиане, использовал эти факты для измерения окружности и радиуса Земли. В день летнего солнцестояния в Александрии 19 июня 240 г. до н.э. он применил гномон, при помощи которого можно было определить под каким углом Солнце находится на небе. Угол оказался  $7^{\circ}12'$  (рис. 15).

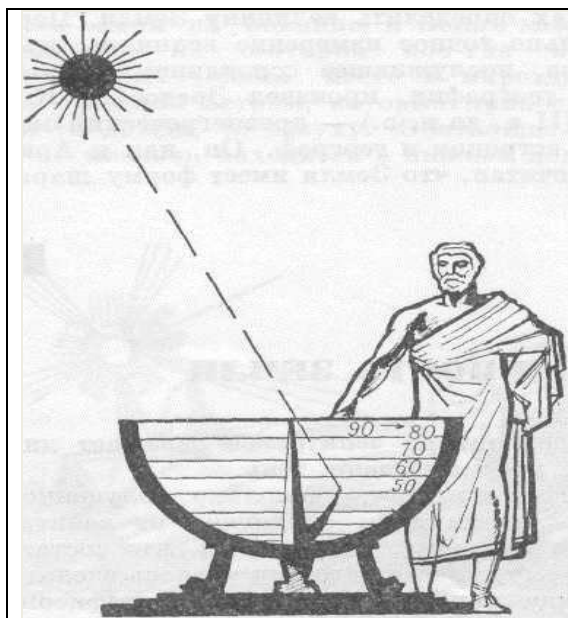


Рис. 14. Гномон.

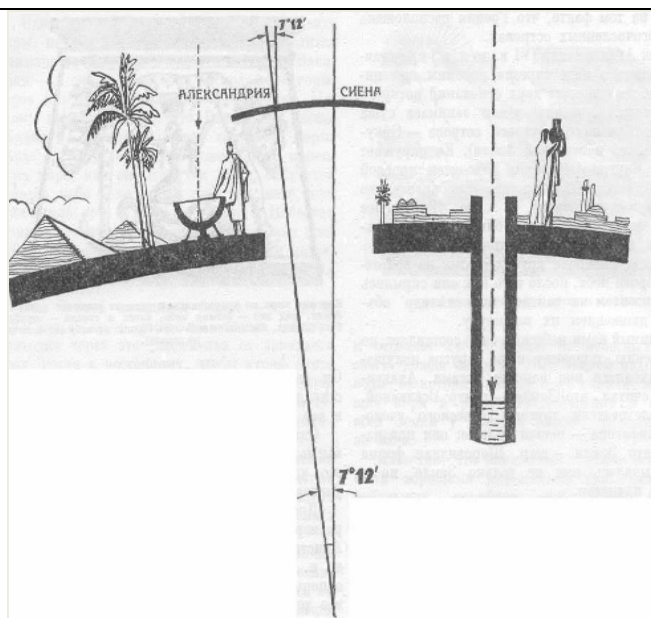


Рис. 15. Измерения Эратосфена.

Применив метод пропорции, геометрические вычисления, знания свойств прямых и углов Эратосфен установил, что Сиена от Александрии отстоит на  $1/50$  окружности Земли.

$$\frac{x}{5000} = \frac{360^{\circ}}{7,2^{\circ}}, \text{ т.е. } x = \text{примерно } 250000 \text{ стадиев окружность Земли}$$

Расстояние между городами считалось равным 5000 стадиев (около 800 км), следовательно, окружность Земли равнялась 250000 стадиев. Более точные вычисления дали значение 252 000 стадиев, или 39 690 км, что всего лишь на 385 км отличается от истинной величины – 40075,696 км. Он вычислил и радиус Земли. Но точно неизвестно какими стадиями пользовался Эратосфен. Если греческими (178 м), то его радиус земли равнялся 7082 км, если египетскими, то 6287 км. Современные измерения дают для

усредненного радиуса Земли величину 6371 км. На протяжении более 2000 лет расчеты Эратосфена были самыми точными.

В 1615-1617 гг. голландский астроном и математик В. Снеллиус предложил метод триангуляции (лат. triangulum, triangular - треугольник) для изучения рельефа Земли и нанесения его на карту. При этом вся изучаемая территория разбивается на равные равнобедренные треугольники, соприкасающиеся друг с другом, а затем уточняются (теперь с помощью геодезических приборов) расстояния между вершинами и длина ребер.

Позднее, в 17 в., И. Ньютон рассуждал, что Земля, вращаясь вокруг оси, не может иметь форму идеального шара. Центробежная сила велика у экватора и уменьшается к полюсам, отсюда и распределение вещества неодинаково по поверхности планеты.

Французская академия наук отправила экспедиции в Перу и в Лапландию, где несколько лет измеряли расстояния между вершинами у равнобедренных треугольников. Вывод был таков – у Северного полярного круга длина дуги  $1^\circ$  меридиана значительно больше длины дуги  $1^\circ$  меридиана у экватора. Что впоследствии было подтверждено расчетами.

В 17-20 вв. развитие теории фигуры Земли шло благодаря работам Гюйгенса, Кассини, Клеро, д'Аламбера, Лагранжа, Лапласа, Лежандра, Якоби, Дирихле, Пуанкаре, Маклорена и др.

Первые наиболее точные размеры эллипсоида Земли были получены после космических исследований и расчетов на ЭВМ. В 1960 г. профессор И.Д. Жонголович по результатам наблюдения за движением трех искусственных спутников вычислил сжатие Земного эллипсоида, в 1961 г. близкие данные получил проф. Козан в США.

В 2011 году ученые из Европейского космического агентства представили самую точную на сегодняшний момент модель геоида. (рис. 10, рис. 11). Для построения карты использовали данные,

полученные аппаратом GOCE (спутник для исследования гравитационного поля и постоянных океанических течений).

## **2.2. Современные системы координат**

В настоящее время система пунктов триангуляции есть во всех странах, и теперь находится в единой системе координат, называясь **государственной геодезической сетью**.

По точности геодезическая сеть бывает от 1 до 4 класса, и создается в виде звеньев вдоль меридианов и параллелей. Теперь она уточняется с помощью космических координат и системы астрономического времени (которое отличается от бытового). В триангуляции 1 класса – длины сторон треугольника имеют 20-25 км, а вся полигонная сеть до 250 км. Триангуляционную сеть 2 класса строят внутри 1 класса, и длина ребер треугольника 7-20 км, 3 класса – еще меньше – 5-8 км, а 4 класса – 2-5 км.

Вся планета покрыта триангуляционной сетью крупного масштаба, но в разных странах эта сеть развита в различной степени, например в России, США, Европе хорошо развита, все освоенные районы имеют мелкомасштабную триангуляцию, а в Африканских, Азиатских странах сеть только крупного масштаба, до сих пор есть и «белые пятна», Гималаи и другие труднодоступные районы (рис. 16, рис. 17).

**В России за начальный исходный пункт Государственной геодезической сети взята астрономическая обсерватория в городе Пулково, под Санкт-Петербургом. За исходный пункт для вычисления абсолютных высот точек Земной поверхности принят ноль Кронштадтского футштока, это мерная рейка, на которую нанесена контрольная отметка уровня Балтийского моря равная «0» метров. Балтийское море является открытым и**

теоретически его уровенная поверхность совпадает с условной уровенной поверхностью океана. Все геодезические координаты, вычисленные от этих точек, называют **системой координат**.

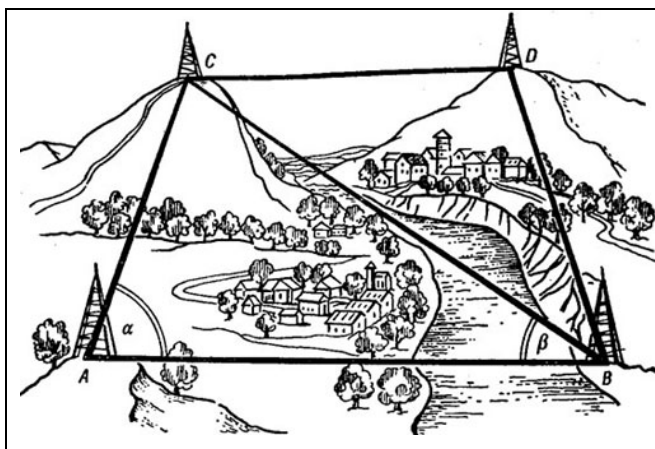


Рис. 16.

Построение геодезической сети, измерение высоты местности и расстояний между объектами с помощью углов.

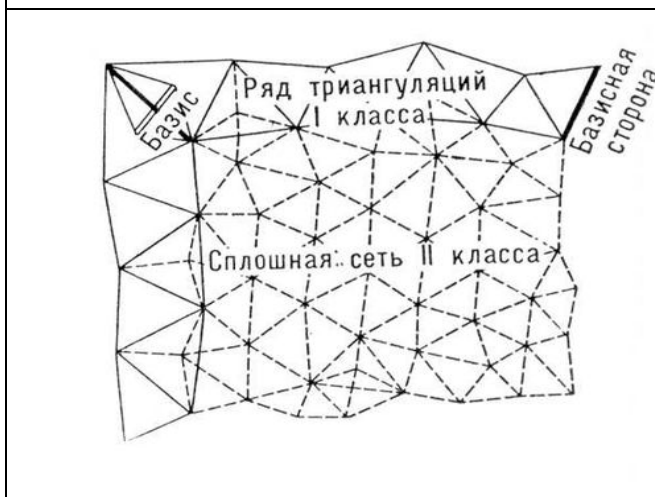


Рис. 17.

Схема триангуляции.

Базис – сторона, от которой ведется отсчет.

Крупные треугольники делятся на мелкие, они еще на более мелкие. Чем мельче, тем точнее отображены детали рельефа.

Современные системы координат различны в разных странах, например, система WGS84 (World Geodetic System 1984) применяется в системе спутниковой навигации GPS; система GRS80 (Geodetic Reference System 1980) рекомендована для геодезических работ; система IERS96 (International Earth Rotation Service 1996) рекомендована Международной службой вращения Земли для обработки РСДБ-наблюдений; ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 г.) – используется на территории России для геодезического обеспечения орбитальных полетов. В этой же системе работает система спутниковой навигации ГЛОНАСС. Для полюсов Земли используют систему UPS (англ. *Universal Polar Stereographic*



*coordinate system*). Система UTM (*от англ. Universal Transverse Mercator*) – разработана в США в 1940-х г. и базируется на референц-эллипсоиде. Для США был использован **эллипсоид Кларка** (1866 г.), для остальной части Земли международный эллипсоид. По системе координат UTM Земная поверхность разделена на 60 вертикальных полос шириной 6° (около 800 км) и отображает их по отдельности в прямоугольной системе координат. В настоящее время в основе системы лежит эллипсоид WGS84.

### **2.3. Картография и топография. Проекция и карты**

**Картография** (*от гр. χάρτης -«карта» и γράφειν-«рисовать»*) наука об исследовании, моделировании и отображении пространственного расположения, сочетания и взаимосвязи объектов и явлений природы и общества (географической оболочки Земли). Объектами картографии являются Земля, небесные тела, звездное небо и Вселенная. Наиболее популярными продуктами картографии стали образно-знаковые модели пространства в виде: плоских, рельефных и объемных карт, глобусов, макетов или изображения на видеомониторе.

**Математическая картография** изучает способы отображения поверхности Земли на плоскости. Поскольку поверхность Земли имеет не равную кривизну, ее нельзя отобразить на плоскости с сохранением всех пространственных соотношений одновременно: углов, расстояний и площадей. Можно сохранить только некоторые из этих соотношений. Важное понятие в математической картографии – **картографическая проекция**, способ перехода от реальной, геометрически сложной земной поверхности к плоскости карты. Для этого переходят к математически правильной фигуре эллипса, а затем проектируют изображение на плоскость используя

различные вспомогательные поверхности: цилиндр, конус, плоскость. Созданием карт занимается **картоведение**.

В зависимости от характера искажений проекции разделяют на: **равноугольные** – сохраняется правильность отображаемых объектов (материков, океанов, морей и др.), но сильно искажаются размеры площадей; **равноплощадные** – сохранены размеры площадей, но искажаются очертания объектов; **произвольные** – искажаются углы и площади.

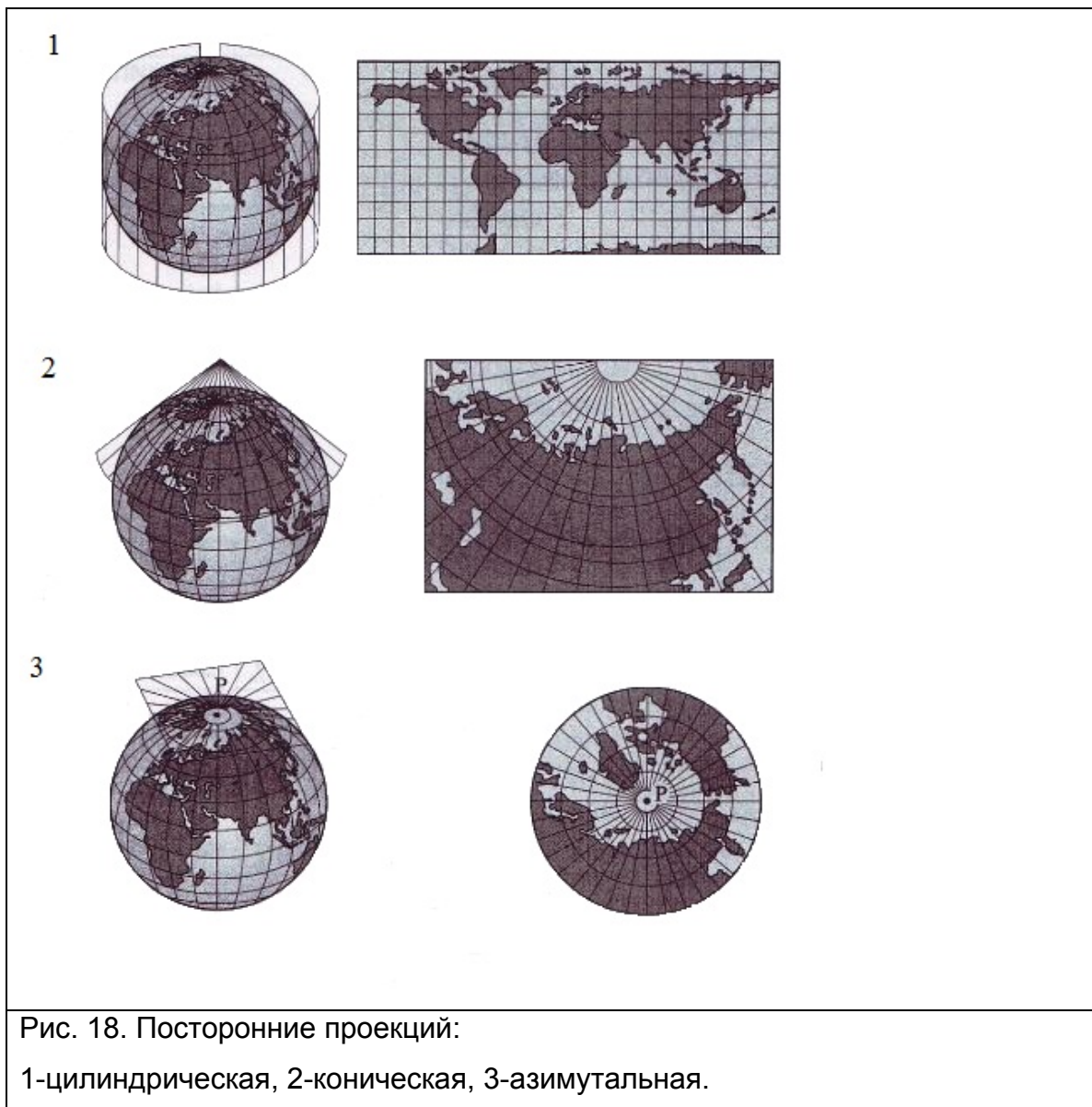
В зависимости от способа переноса градусной сети с глобуса на карту различают 4 основных вида проекций: цилиндрические, конические, азимутальные (рис. 18), произвольные (условные). Существуют и другие: овалы, косые, с разрывами и т.д.

- **Цилиндрические проекции** используются для карт мира – модель Земли мысленно помещают в цилиндр и проектируют на его стенки земную поверхность, линией наименьших искажений является экватор.
- **Конические проекции** – один или несколько конусов мысленно насаживаются на модель Земли и на них переносят все точки земной поверхности. Меридианами в такой проекции являются прямые линии, выходящие из одной точки (полюса), а параллелями – дуги концентрических кругов.

Для изображения на картах отдельных материков и океанов используют **азимутальную проекцию**, при которой на плоскость проектируют поверхность материка. Точкой нулевого искажения является точка касания плоскости к земной поверхности, максимальное искажение имеют периферийные части карты (карты Антарктиды и приполярных районов).

В поперечно-азимутальной проекции (точка соприкосновения на экваторе) составлена карта полушарий, в которой меридианам и

параллелям соответствуют кривые, за исключением экватора и средних меридианов полушарий. Для изображения отдельных материков точки соприкосновения выбирают в их центре (карты Африки, Австралии и Америки).



- В современных условиях картографические проекции строятся также с помощью математических расчетов без вспомогательных поверхностей; их называют **условными проекциями**.

**Картометрия** – позволяет по данным карты измерять расстояния, углы и площади на реальной поверхности Земли. Необходимо учитывать, что на любых географических картах

существуют искажения. Эти искажения разных видов, а их величина зависит от вида проекции, масштаба карты и охвата проектируемой территории. *Если искажения расстояний на параллелях на карте отсутствуют, то отрезок экватора ровно в два раза больше, чем отрезок 60°-й параллели.* О характерном искажении углов можно сделать вывод, когда параллели и меридианы не образуют между собой прямых углов. Если ячейки сетки на одной широте одинаковы, то искажений формы на данной карте нет.

**Топография** (др.-греч. *τόπος-место и γράφω-пишу*) – научная дисциплина, самостоятельный раздел картографии, изучающий проблемы картографирования территорий: методы изображения географических и геометрических элементов местности на основе съемочных работ (наземных, с воздуха или из космоса) и создания на их основе топографических карт и планов (рис. 19). Топография может рассматриваться как раздел геодезии, посвященный вопросам проведения измерений для определения геометрических характеристик объектов на земной поверхности. Изучает вопросы содержания топографических карт, методики их составления и обновления, вопросы их точности и классификации, а также извлечения из них различной информации о местности.

**Методы топографии. Наземная съемка** применяется преимущественно на таких участках, картографирование которых нерентабельно другими средствами из-за их малой площади или затруднительно по характеру территории.

**Аэрофотосъемка** является наиболее распространенным приемом создания топографических карт. Существует два ее вида:

- при комбинированной съемке все топографические работы (построение плановой и высотной основы карты, отрисовка

рельефа и дешифрирование на фотоплане предметов и контуров объектов) выполняются непосредственно на местности;

- при стереотопографической съемке в полете производят аэрофотографирование и радиогодезические работы по созданию каркаса карты, затем на местности строят опорную геодезическую сеть, дешифрируют участки и инструментально наносят не отобразившиеся на аэроснимках объекты; построение сетей, рисовку рельефа (рис. 19, рис. 20) осуществляют в ходе камеральных работ (сейчас с помощью ЭВМ).

**Спутниковая съемка** применяется при изготовлении обзорно-топографических и мелкомасштабных топографических карт преимущественно для неосвоенных и малоизученных территорий.

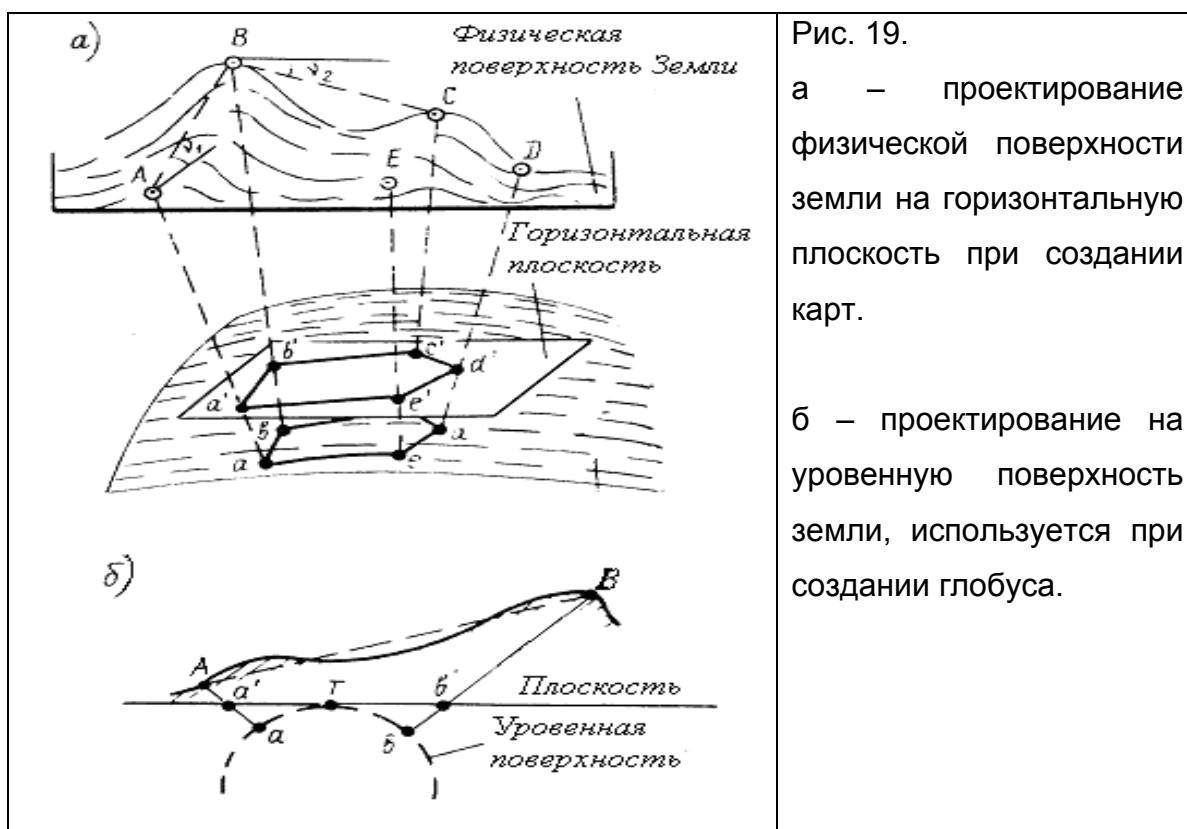


Рис. 19.

а – проектирование физической поверхности земли на горизонтальную плоскость при создании карт.

б – проектирование на уровенную поверхность земли, используется при создании глобуса.

Относительно новой областью применения космической съемки является создание с помощью радаров и сонаров, установленных на спутниках, цифровых моделей рельефа местности (в виде матрицы высот) для обработки на ЭВМ.

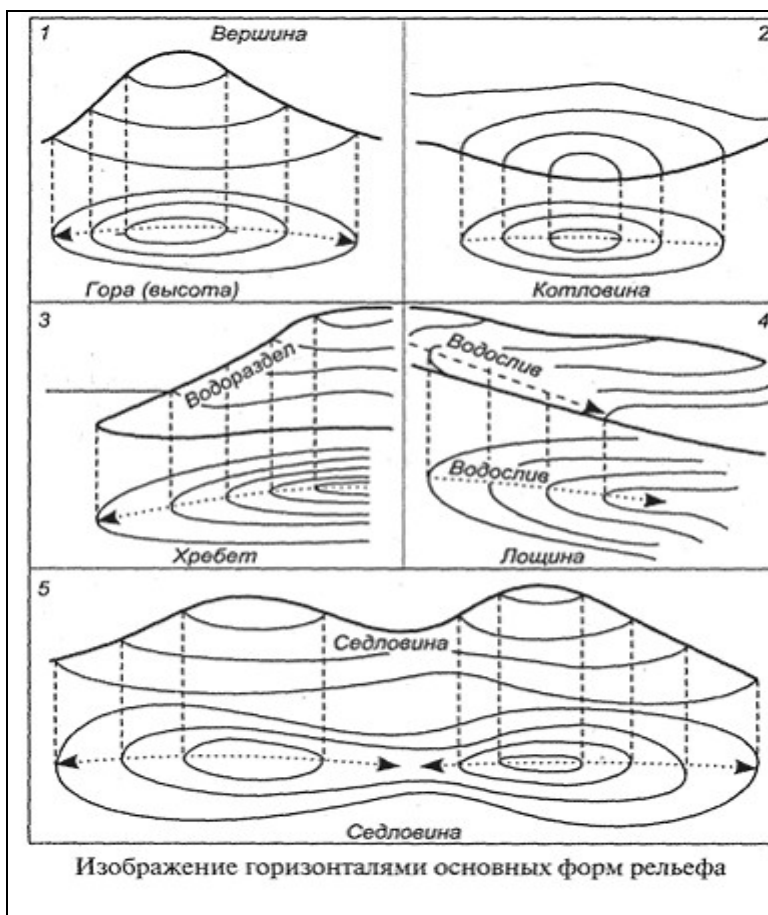


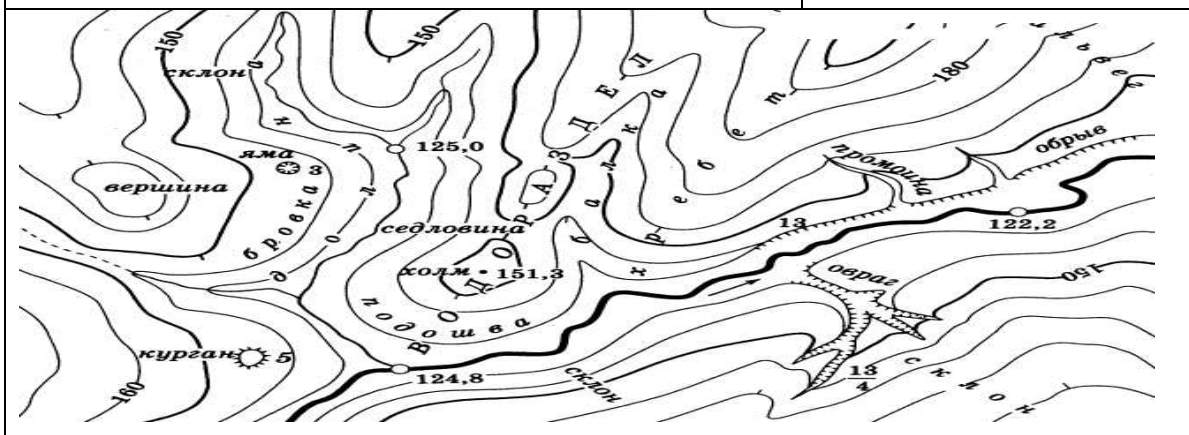
Рис. 20.

Способы изображения горизонталями форм рельефа с учетом высоты.

1 – гора; 2 – котловина;  
3 – хребет; 4 – лощина;  
5 – седловина

В результате получают топографическую карту с горизонталями высот и отражением рельефа местности.

Направление склонов указывают **бергштрихи** на линиях. ( □ , )



Эти модели служат двум целям: как дополнение обычных карт данными, не выражающимися при графическом или фотографическом воспроизведении местности; для особого выделения типов территорий или объектов, показанных на картах, что существенно при прокладке каналов, дорог и трубопроводов, выборе участков под водохранилища, аэродромы и др.

Наиболее перспективная область ЭВМ-топографии – автоматическое распознавание информации и построение на ее

основе GIS-систем, например система карт и планов территорий – «Дубль-ГИС», электронные карты Гугл, Яндекс, Новигаторы.

**Топонимика** (от др.-греч. τόπος (*topos*)-место и ὄνομα (*onoma*)-имя, название) – наука, изучающая географические названия, их происхождение, смысловое значение, развитие, современное состояние, написание и произношение. Топонимика является интегральной научной дисциплиной, которая находится на стыке трех областей знаний: географии, истории и лингвистики.

Основное значение и главное назначение географического названия – фиксация места на поверхности Земли. В связи с этим среди топонимов выделяются различные классы: Ойконимы – названия населенных мест, астионимы – городов, гидронимы – названия рек, дримонимы – лесов, оронимы – гор. Урбанонимы – названия внутригородских объектов, годонимы – улиц, агоронимы – площадей, дромонимы – путей сообщения. Макротопонимы – названия больших незаселенных объектов. Микротопонимы – названия небольших незаселенных объектов. Антропотопонимы – названия, произведенные от личного имени.

**Карта** – это построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на ней объекты или явления в определенной системе условных знаков. Карта – математически определенная образно-знаковая модель действительности.

**Географическая карта** – изображение земной поверхности, содержащее координатную сетку с условными знаками на плоскости в уменьшенном виде, отображающее размещение, состояние и связи различных природных и общественных явлений, их изменения во времени, развитие и перемещение.

**Топографическая карта** – карта, полнота содержания и точность которой позволяют решать технические задачи.

Классификация карт:

По масштабу: (численный, именованный, графический).

- топографические планы - 1:500 - 1:5 000;
- крупномасштабные топографические карты - 1:10 000 до 1:100 000;
- среднемасштабные топографические - от 1:200 000 - 1:1 000 000;
- мелкомасштабные топографические карты - менее 1:1 000 000.

Чем меньше знаменатель численного масштаба, тем крупнее масштаб. Планы составляют в крупных масштабах, а карты в мелких. В картах учитывается «шарообразность» земли, а в планах нет. Из-за этого планы не должны составляться для территорий площадью свыше 400 км<sup>2</sup> (то есть участков земли примерно 20×20 км). Топографические карты России до масштаба 1:50 000 являются секретными, а масштаба 1:100 000 для специального пользования, и мельче – несекретными.

По территориальному охвату: карты мира; карты материков; карты стран и регионов.

По назначению:

- научно-справочные – предназначены для выполнения научных исследований и получения максимально полной информации;
- культурно-образовательные – для популяризации знаний, идей;
- учебные – используются в качестве наглядных пособий для изучения географии, истории, геологии и других дисциплин;
- технические – отображают объекты и условия, необходимые для решения каких-либо технических заданий;
- туристические – могут содержать: населенные пункты, ориентиры, достопримечательности, маршруты передвижения,



места отдыха, ночевок и других услуг, в зависимости от предназначения по видам туризма;

- навигационные (дорожные) и др.

а так же карты классифицируются по содержанию:

**Общегеографические карты** – изображают все географические явления, в том числе рельеф, гидрографию, растительно-почвенный покров, населенные пункты, хозяйственные объекты, коммуникации, границы и т. д. Общегеографические крупномасштабные карты, на которых изображены все объекты местности, называются топографическими, среднемасштабные общегеографические карты = обзорно-топографическими, а мелкомасштабные общегеографические карты – обзорными.

**Тематические карты** – показывают расположение, взаимосвязи и динамику природных явлений, населения, экономики, социальную сферу. Их можно разделить на две группы: карты природных явлений (геологические, геофизические, карты рельефа, метеорологические и климатические, океанографические, гидрологические, почвенные, полезных ископаемых, и т.д) и карты общественных явлений – общественно-политические (карты населения, экономические, политические, исторические, социально-географические, каждая может содержать собственные разделы).

**Ландшафтная карта** – специальная, представляет собой графические результаты изучения ландшафтов разных категорий и любого таксономического ранга. По содержанию выделяют общенаучные (о морфологических особенностях территории, качественных и количественных характеристиках) и тематические (прикладные и констатационные, оценочные и прогнозны, для решения вопросов практического характера, задач науки и

производства). Изучение ландшафтных карт позволяет получить представление о закономерностях пространственной среды.

**Спортивная карта** – специальная крупномасштабная схема местности, предназначенная для использования в соревнованиях по спортивному ориентированию. На ней отсутствуют координатная сетка, линии истинного меридиана, склонение, точки геодезических привязок и действует особая система точности по плановым, угловым и высотным измерениям в соответствии с требованиями Международной федерации спортивного ориентирования (ИОФ) и Федерацией спортивного ориентирования (ФСО) России.

**Уровенная поверхность** в геодезии – поверхность, всюду перпендикулярная отвесным линиям. Примером уровенной поверхности является поверхность жидкости, находящейся в равновесии. Одна из уровенных поверхностей гравитационного поля Земли – геоид – совпадает со средним уровнем вод Мирового океана. **Уровень моря** – положение свободной поверхности Мирового океана, измеряемое по отвесной линии относительно некоторого условного начала отсчета. Это положение определяется законом тяготения, моментом вращения Земли, температурой, приливами и другими факторами. Различают **«мгновенный», приливной, среднесуточный, среднемесячный, среднегодовой и среднемноголетний уровни моря**. Под воздействием ветрового волнения, приливов, нагревания и охлаждения поверхности моря, колебаний атмосферного давления, осадков и испарения, речного и ледникового стока уровень моря непрерывно изменяется.

Среднемноголетний уровень моря не зависит от этих колебаний поверхности моря. Положение среднемноголетнего уровня моря определяется распределением силы тяжести и пространственной неравномерностью гидрометеорологических характеристик (плотность воды, атмосферное давление и др.).

Постоянный в каждой точке среднемноголетний уровень моря принимается за исходный уровень, от которого отсчитываются высоты на суше. Для отсчета глубин морей с малыми приливами этот уровень принимается за нуль глубин – отметку уровня воды, от которой отсчитываются глубины в соответствии с требованиями судоходства. Для измерения и регистрации колебаний уровня моря используют мареограф.

**В России и большинстве других стран бывшего СССР, а также в Польше, абсолютные высоты точек земной поверхности отсчитывают от среднемноголетнего уровня Балтийского моря, определенного от нуля футштока в Кронштадте.** Глубины и высоты в западноевропейских странах исчисляются по Амстердамскому футштоку (замер уровня Средиземного моря делается по Марсельскому футштоку).

**Высота морской поверхности (ВМП)** – это высота (или рельеф) поверхности океана. В течение суток она, наиболее подвержена влиянию приливных сил Луны и Солнца, действующих на Землю. Обычно циркуляция океана вызывает отклонения топографии от среднего уровня максимум на  $\pm 1$  м. Самые медленные изменения ВМП происходят за счет изменений в гравитационном поле Земли (геоид) в результате перераспределения континентов, образования подводных гор и т.п.

**Футшток** (от нем. *Fußstock* или нидерл. *voetstok*) – уровнемер в виде рейки (бруса) с делениями, установленный на водомерном посту для наблюдения и точного определения уровня воды в море, реке или озере. Используя морские, речные, озерные футштоки, проводят наблюдения для решения местных технических задач, возникающих, например, при строительстве портов и гидротехнических сооружений. Материалы наблюдений на футштоках совместно с материалами нивелирования между

футштоками используются для определения разности уровня морей и изучения вертикальных движений литосферных плит.

**Картографические условные знаки** – система графических обозначений (символов, знаков), применяемая для изображения на картах различных объектов и явлений, их качественных и количественных характеристик, «легенда карты». Их можно разделить на **знаки общего применения**, например топографические, и **специальные** или тематические знаки.

Все местные предметы изображаются на топографических картах специальными условными топографическими знаками. Эти знаки похожи на сами местные предметы, а по размерам соответствуют им в масштабах карт. Так, лес на топографических картах изображается зеленым цветом; дома и другие строения – прямоугольниками; реки, ручьи, озера – голубым цветом. Но не всегда, можно точно по форме, цвету и размеру изобразить каждый местный предмет на карте.

К примеру, шоссейную дорогу, ширина которой 20 м на стотысячной карте (в 1 мм – 100 м) надо было бы изобразить линией толщиной в 1/5 часть миллиметра, а на карте масштаба 1:200 000 еще тоньше – 0,1 мм. Ручейки, грунтовые дороги и тропинки, и другие маленькие (или узкие) по размерам, но очень важные местные предметы изображаются на топографических картах **внемасштабными** знаками (рис. 21). Например, маленький родничок изображают на карте синим кружком диаметром в целый миллиметр. Кроме того, шоссейные и другие крупные дороги, асфальтированное шоссе, например, имеет в действительности сероватый цвет, а на карте их показывают ярко-красным. Подписи являются внемасштабными вспомогательными условными знаками, предназначенными для описания названий объектов местности, их характеристик и свойств самой карты.

Все топографические условные знаки можно разделить на:

- линейные – изображающие дороги, линии связи и электропередачи, ручьи, реки и т.п. То есть это знаки, изображающие такие местные предметы, которые сами по себе имеют форму длинных линий;
- площадные – изображающие леса, болота, населенные пункты, пашню, луга, то есть местные предметы, занимающие значительные площади поверхности земли. Эти знаки состоят из двух элементов: контура и знака, заполняющего контур (рис. 22);
- фигурные – знаки, изображающие башни, мосты, церкви, паромы, электростанции, отдельные строения и т.п.;
- пояснительные – дают характеристику леса, названия населенных пунктов, железнодорожных станций, рек, озер, гор и т.д. Это ширина шоссе и реки, длина, ширина и грузоподъемность мостов, глубина бродов и рек и т.п.

|   |                           |   |  |
|---|---------------------------|---|--|
|  | Колодцы                   |  | Живые изгороди   |
|  | Ключи, родники            |  | Двухпутные железные дороги   |
|  | Пещеры                    |  | Шоссе  |
|  | Скала-останец             |  | Грунтовые (проселочные) дороги   |
|  | Указатели дорог           |  | Полевые и лесные дороги  |
|  | Тригонометрические пункты |  | Зимние дороги  |
|  | Церковь                   |  | Мосты  |
|  | Памятники                 |  | Пристани   |
|  | Дом лесника, лесничество  |  | Броды (в числителе — глубина брода в метрах, в знаменателе — качество дна) |

Рис. 21. Распространенные немасштабные условные знаки

Почти все линейные и фигурные знаки являются внемасштабными, а площадные, как правило, точно соответствуют истинным размерам местных предметов. Знаки легче изучать и запоминать, знакомясь с ними по группам, которые образуются по типу местных предметов. Группа 1. Дороги и дорожные сооружения. Группа 2. Населенные пункты, отдельные строения. Группа 3. Гидрография (т.е. все водные объекты на земле). Группа 4. Рельеф. Полезные ископаемые. Группа 5. Растительность. Животный мир. Группа 6. Пояснительные и специальные туристские знаки.

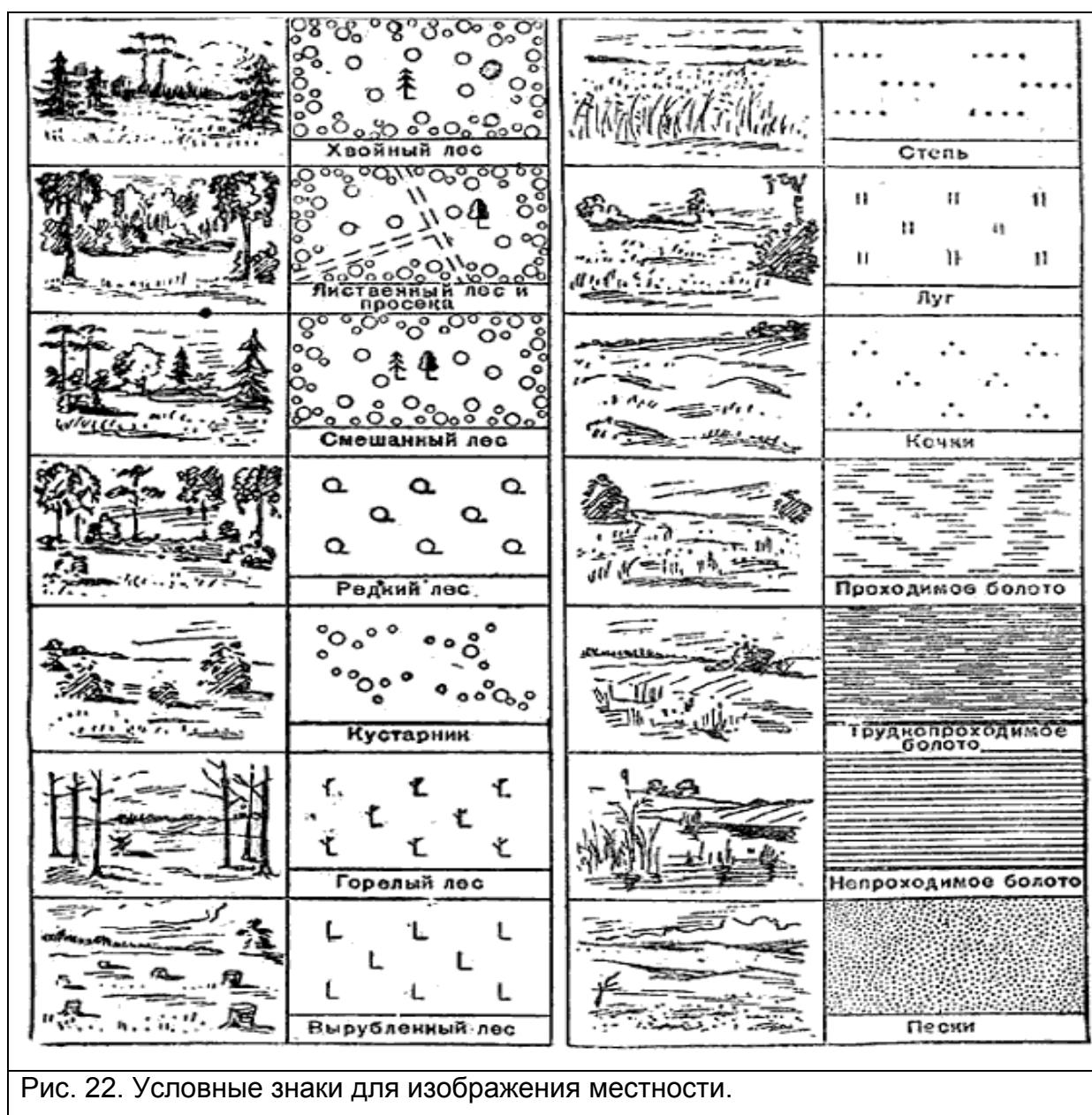


Рис. 22. Условные знаки для изображения местности.

**Масштаб 1 : 100 000**, означает что **1 см = 100 000 см**.

Необходимо 100 000 см перевести в метры = 1000 м, затем в километры = 1 км,

**или просто отбросить 5 нулей! То есть 1 : 100 000, означает что в 1 см – 1 км.** Например **1 : 30 000 000** – значит **1 см = 300 км**

Чем меньше нулей, тем крупнее выглядит масштаб

## 2.4. История картографии и топографии

Картография появилась, вероятно, еще в первобытном обществе. Об этом свидетельствует, например, то, что у народов, не имевших письменности в момент их открытия, имелись развитые картографические навыки. Путешественники, расспрашивавшие эскимосов Северной Америки о расположении окрестных островов и берегов, получали от них сравнительно внятные описания, в виде карт, нарисованных на кусочках коры, на песке или бумаге. Сохранились карты в форме наскальных рисунков в итальянской долине Камоника, относящиеся к бронзовому веку. До нас дошли древнеегипетские и вавилонские карты, относящиеся к 3-1 тысячелетию до н.э., например Вавилонская карта мира.

Древние греки считали Землю четырехугольником или диском. Но уже тогда, например, Анаксимандр, считал Землю цилиндром. Однако, уже в IV в. до н.э. стало утверждаться учение о шарообразности Земли. Появились первые понятия о климатических зонах, следовательно, и географической широте. Примерно в 250 г. до н.э. Эратосфен определил с помощью геометрических построений радиус Земли с ошибкой не больше 15%. Он же ввел линии широты и долготы на картах. Однако, на картах Эратосфена эти линии не были равноотстоящими и расстояние между ними варьировалось. Гиппарх развил учение о широте и долготы и разработал первые картографические проекции. В Римской империи древнегреческий математик и картограф

Клавдий Птолемей во II в. до н.э. (на основании сведений и методики Гиппарха) составил первый «атлас», обширный справочник по координатам различных точек и учебник по составлению карт. Его описания включали карту Ойкумены (всего известного грекам и римлянам мира) и 26 карт отдельных частей Европы, Африки, Ближнего Востока и Южной Азии. Карты Птолемея до нас не дошли, и среди историков существует точка зрения, согласно которой сам Птолемей не составлял карт, а это сделали по его материалам только византийцы в XIII-XIV вв. Труды Птолемея были вершиной картографического знания того времени. После этого сведения лишь обобщались, а в последующие эпохи картографическое знание пришло в упадок. Лишь в XV в. греческая рукопись Птолемея была переведена на латинский язык, раскрашена и издана под названием «Космография». А первый атлас выпущен в 1477 г. и переиздан более 30 раз с дополнениями.

В раннем Средневековье вопрос о форме Земли перестал быть важным для философии того времени, многие снова начали считать Землю плоской. Получили распространение так называемые **Т** и **О** карты, на которых поверхность Земли изображалась состоящей из дискообразной суши, окруженной океаном (буква О). Суша изображалась разделенной на три части Европу, Азию и Африку. Европу от Африки отделяло Средиземное море, Африку от Азии река Нил, а Европу от Азии река Дон (Tanais).

Традиции Птолемея во многом сохранялись арабскими учеными. Вообще, греческая культура дошла до европейцев в основном благодаря арабам и перенесению части знаний на восток, поскольку инквизиция этих мест не коснулась. Арабы усовершенствовали методы определения широты Птолемея, они научились использовать наблюдения звезд, а не только Солнца, что повысило точность. Весьма подробную карту составил в 1154 г.



арабский путешественник Аль-Идриси. Интересная особенность карт, составленных арабами – юг изображался сверху карты.

Революцию в европейской картографии устроило введение в пользование к. XIII-н.XIV вв. **магнитного компаса**. Появился новый тип карт – навигационные карты с компасными сетками – **портоланы** (портуланы). Подробное изображение береговой линии, бухт, заливов и проливов на них нередко совмещалось с простейшим делением на страны света Т и О карт. Портоланы использовались для плавания по Средиземному и Черному морям, у Атлантического побережья Европы и Африки, иногда в Каспийском море. Первый дошедший до нас портолан датируется 1296 г. Портоланы служили практическим целям, и мало учитывали форму Земли, однако часто содержали кроме навигационных карт еще обзорную карту мира, таблицы навигации и календари, справочные сведения по астрономии для ориентирования, и по астрологии.

В середине XIV в. началась **эпоха Великих географических открытий**, что обострило интерес к картографии. Важные достижения картографии доколумбовского периода – карта Мауро (1459 г., эта карта, в некотором смысле придерживалась концепции плоской Земли) и «Земное яблоко» - **первый глобус Земли**, составленный немецким географом Мартином Бехаймом в 1492 г.. После открытия Америки Колумбом в 1492 г. в картографии появился новый континент для исследования и изображения, очертания которого стали ясны уже к 1530-м годам.

На развитие картографического дела существенно повлияло изобретение книгопечатания и создание Герхардтом Меркатором (1512-1594 гг.) и Абрахамом Ортелиусом (1527-1598 гг.) первых **атласов Земного шара**. Фламандский гравер и картограф А. Ортелиус в 1570 г. в Амстердаме издал собрание под названием *Theatrum Orbis Terrarum* (с лат. «Зрелище шара земного»), которое

содержало 53 карты, на первой был показан весь мир, затем четыре карты частей света – Америки, Азии, Африки и Европы, а далее карты отдельных стран. Он указал имена всех авторов, снабдил атлас географическими описаниями, алфавитным списком стран и указателем географических названий.

Г. Меркатор разработал картографию как науку: он ввел теорию картографических проекций (теперь носящую его имя) и систему обозначений, создал карту мира, большие глобусы Земли и небесной сферы, написал научные труды о пользовании картами. Его называли «Король картографов». Его атлас был более современен – все карты искусно составлены по новейшим источникам, для многих рассчитаны проекции. В 1585 г. была опубликована первая, а в 1589 г. вторая часть, около 80 карт. Полностью атлас Меркатора был напечатан только после его смерти, труд завершил сын Румольд и издал в 1595 г. под названием «Атлас, или Космографические соображения о сотворении мира и вид сотворенного». Так впервые закрепилось название «Атлас», от имени легендарного мавританского царя Атласа, покровителя наук, философа и картографа, изготовившего первый небесный глобус.

Увеличению точности карт содействовали более точные способы определения широты и долготы, открытие Снеллиусом в 1615 г. способа **триангуляции** и усовершенствование инструментов – геодезических, астрономических и часов (хронометров).

Хотя некоторые довольно удачные попытки составления больших карт (Германии, Швейцарии и др. территорий Европы) были сделаны еще в конце XIV и в XVII вв., только в XVIII в. мы видим большой прорыв и расширение более точных картографических сведений по отношению к Восточной и Северной Азии, Австралии, Северной Америке. Важное техническое

достижение XVIII в. – разработка способов измерения высот над уровнем моря и способов их изображения на картах. Таким образом, появилась возможность снимать топографические карты. Первые топографические карты были сняты в XVIII в. во Франции.

Лишь в конце XIX столетия стали производиться точные инструментальные съемки на больших пространствах и издаваться настоящие топографические карты различных государств в крупных масштабах. Полностью задачу построения мелкомасштабной карты Мира удалось решить только к середине XX века.

**История картографии в России.** В России карты называли чертежами, а атласы – чертежными или размерными книгами. Пространство Московии было велико, составлялись отдельные чертежи и сводились воедино. Наиболее известен: «Большой Чертеж всему Московскому государству», начавший составляться еще в XVI в. по приказу Ивана Грозного, и значительно пополненный в XVII в. Но он имелся в одном экземпляре и сохранился лишь комментарий к нему, «Книга Большому Чертежу», составленный примерно в 1600 г., в нем были описаны дорожные карты, население, реки, географические названия. О старинных русских чертежах известно из карты Сибири, составленной в 1667 г. по приказанию воеводы П.И. Годунова (копия этой карты сохранилась в Стокгольмском государственном архиве), из Сибирского чертежа Ремезова 1701 г. и из нескольких чертежей отдельных местностей конца XVII в., сохранившихся в русских архивах. Что касается «Большого Чертежа», то он послужил для составления карты, над которой трудился царевич Федор Борисович Годунов и на основании которой были изданы в 1612-1614 гг. карты Массы и Герарда в Голландии. Эти карты были первыми сколько-нибудь удовлетворительными генеральными картами России, хотя попытки к составлению таковых делались на Западе и ранее:

например, карта Бернардо Агнезе 1525 г., сохранившаяся в венецианском архиве; карта Вида и особенно карта Герберштейна, который мог пользоваться отчасти и русским чертежом. Некоторые добавления к картографическим сведениям о России, особенно Сибири, были сделаны в XVIII в. Витзенем и Штраленбергом.

Но история правильной русской картографии начинается со времен Петра I. Интересуясь географией и понимая ее значимость для развития страны, Петр I посылал для съемок геодезистов Никиту Кожина и других, и морских офицеров по всем важным и стратегическим направлениям. Выписал из-за границы для издания карт граверов Шхонебека и Пикара. Картографические материалы в его время собирались в Сенат, секретарь которого Иван Кирилов был большой любитель географии; благодаря ему был издан в 1745 г. первый Русский географический атлас, состоявший из 19 карт.

Позже составление и издание карт перешло в Академию наук, при Екатерине II был издан более подробный атлас, в котором до 70 пунктов уже было определено астрономически. Множество картографических данных собрано путешественниками и благодаря начатому в это же время генеральному межеванию земель.

А при Павле I составление карт перешло в военное ведомство и при Александре I приурочено к Главному штабу, при котором в 1822 г. был учрежден корпус военных топографов. К эпохе Александра I относятся первые триангуляции, исполнявшиеся под руководством генерала Теннера, затем генерала Шуберта.

При Николае I, после основания **Пулковской обсерватории**, геодезия и картография в России сделали значительные успехи и заявили о себе такими крупными работами как измерение (под руководством Струве) дуги меридиана от Лапландии до устьев Дуная и составление (с 1846 г.) 3-хверстной топографической карты западных губерний. При Александре II была издана 10-верстная

карта Европейской России, также ряд карт по Азиатской России (Кавказу, Средней Азии), специальные карты.

**История топографических работ.** Детализированные трехмерные макеты и рисованные планы (только упоминаются) местностей широко применялись еще в Империи Инков в XV-XVI вв.

Впервые наземные съемочные работы для изготовления топографических карт начали выполняться в XVI в., хотя широкое распространение такого вида съемок на строго научной основе началось в XVIII в. В Америке первые подробные съемки были проведены в ходе войны 1812 г. Первые съемки с воздуха (аэрофототопографические) были выполнены в 1910-е годы в ходе Первой мировой войны. В России переход к топографическим съемкам и составлению карт в метрической системе начался с 1923-1927 гг. С конца 1960-х годов в мире начался этап космических съемок, без которых топография и картография уже не мыслимы.

## 2.5. Глобус и градусная сеть

**Глобус** – уменьшенная модель земного шара, демонстрирует шарообразность Земли и дает правильное представление и о положении на Земном шаре полюсов и экватора, материков и океанов, морей, островов и других крупных форм рельефа. Изображение на глобусе равномасштабно – изображение объектов земной поверхности дается на нем с одинаковым уменьшением. А также равноугольно – очертания фигур подобны таковым на поверхности Земли, и равновелико – площади объектов на глобусе пропорциональны действительным площадям на земном шаре.

Но у глобуса есть существенный недостаток, он изготавливается только в мелком масштабе, иначе его размеры были бы весьма велики и пользоваться таким глобусом было бы

неудобно. Как упоминалось, **первый глобус Земли** изготовил немецкий географ Мартин Бехайм в 1492 г. и теперь он хранится в музее в Нюрнберге. Уже тогда на глобус были нанесены меридианы и параллели, первая градусная сеть и экватор.

**Меридианы** – линии на глобусе и картах, соединяющие полюса Земли. Начальный (нулевой) меридиан проходит через Гринвичевскую обсерваторию около Лондона, от него на восток и на запад ведется отсчет до  $180^\circ$ , где на стыке 180 меридиана проходит граница Западного и Восточного полушарий. Иначе говоря, в каждом полушарии по 180 меридианов, равных  $1^\circ$  (так как окружность равна  $360^\circ$ ), например, нет 270 меридиана, то есть каждый меридиан составляет половину окружности земного шара, все имеют одинаковую длину, и на глобусе их можно провести множество. Иногда обозначают не все меридианы, а каждый десятый –  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ , или с другой необходимой периодичностью. Меридианы и параллели нанесенные на глобус составляют **градусную сеть**, по ней определяют точное положение объектов на Земле, для чего вводят понятия «широта» и «долгота» (рис. 23).

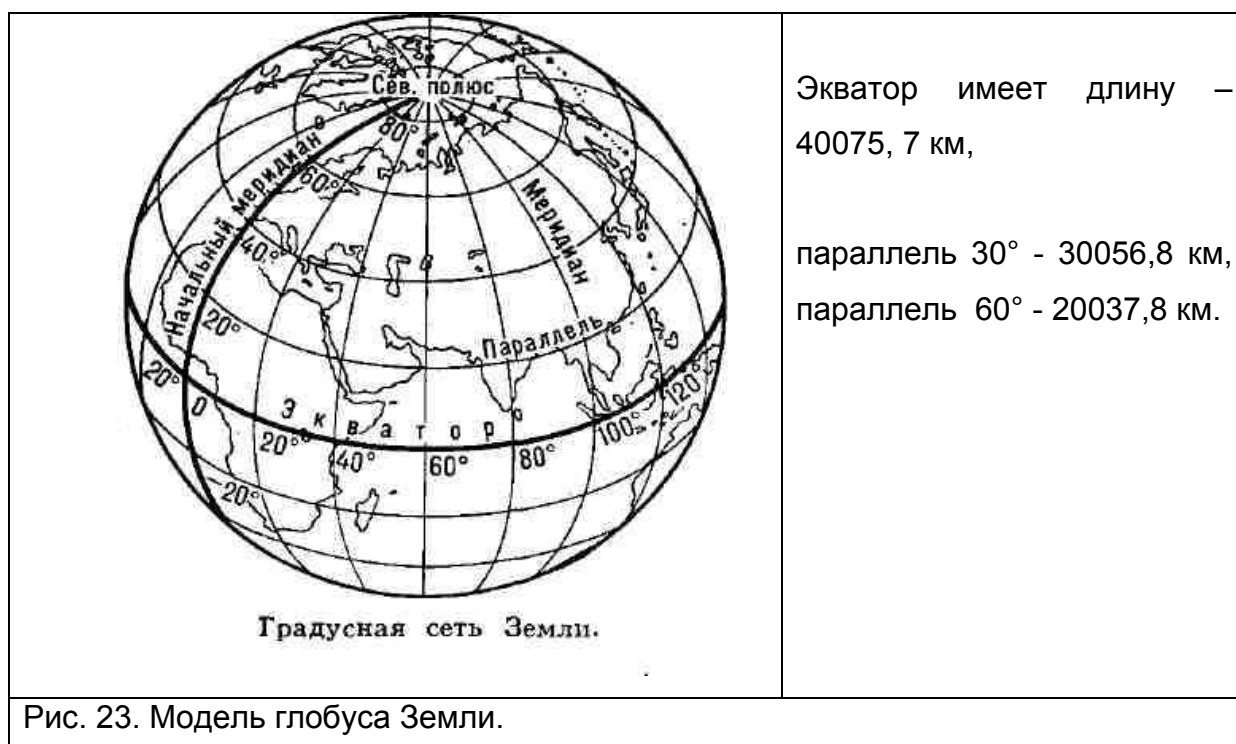


Рис. 23. Модель глобуса Земли.

**Параллели** – располагаются на глобусе параллельно экватору, но в отличие от меридианов имеют разную длину, которая постепенно уменьшается к полюсам. Меридианы и параллели выражаются в градусах. Принято всегда обозначать параллели  $30^\circ$  и  $60^\circ$ . По параллели около  $25^\circ$  северной и южной широты можно увидеть пунктирную линию – северный и южный тропик, а по параллелям  $70^\circ$  проходит Северный и Южный полярный тропик.

**Экватор** – линия пересечения земной поверхности с плоскостью, проходящей через центр Земли строго перпендикулярно ее оси и делящей земной шар на два полушария: Северное и Южное. Экватор – это параллель в  $0^\circ$ , самая длинная.

**Географическая долгота** – угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана, условно проведенного через данный пункт или объект. Поскольку счет ведется от начального (Гринвичевского) меридиана, то долгота может быть только от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , к востоку от Гринвича – восточная, к западу – западная.

**Географическая широта** – это угол между плоскостью экватора и отвесной линией к нему, проведенной от данного объекта. Отсчет ведется к северу и югу от экватора, от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  (точка географического полюса). Расстояние от экватора до полюса – это четверть окружности земного шара ( $90^\circ$ ), а длина дуги меридиана в  $1^\circ$  увеличивается от экватора к полюсам вследствие сжатия Земли (рис. 23). Длина дуги параллели в  $1^\circ$  у экватора составляет 110,6 км, а в районе Полярного круга ( $70^\circ$ ) – 111,7 км.

Особое значение знание этих отклонений имеет при перемещении, если предположить, что вы путешествуете на автомобиле вдоль меридиана, от экватора к полярному кругу, то запас топлива необходимо рассчитывать не только исходя из кривизны вашего маршрута, но и учитывая погрешность сжатия

земного шара и расстояния в километрах на каждой параллели. Это заложено во все навигационные системы.

**Географические координаты** заданной точки можно определить, вычислив ее широту и долготу. На карте или глобусе это делается путем проведения условных линий – параллельно параллелям на запад или восток (широта) и от заданной точки вертикально к экватору (долгота).

### **Соотношение длины 1 ° меридиана на разной широте**

| Широта | Длина 1° меридиана и соотношение разницы расстояний          |   |
|--------|--|---|
| 0°     | 110 км 579 м   | экватор   |
| 20°    | 110 км 739 м   |   |
| 30°    | 110 км 898 м   |   |
| 40°    | 111 км 085 м   | На 506 м больше, чем на экваторе  |
| 50°    | 111 км 278 м   |   |
| 60°    | 111 км 455 м   |   |
| 70°    | 111 км 594 м   | На 1 км 15 м больше, чем на экваторе, и на 509 м больше, чем на параллели 40° |
| 80°    | 111 км 677 м   | На 1 км 98 м, больше, чем на экваторе   |
| 90°    | Точка Северного и Южного полюса, где сходятся все меридианы. |   |

## **2.6. Ориентирование на местности**

Находясь в определенном пункте **широту в северном полушарии можно определить по высоте Полярной звезды**, которая всего на 55" не совпадает с полюсом мира. То есть на Северном полюсе она находится почти над головой, под углом 90°, а при удалении от полюса высота стояния Полярной звезды уменьшается, на экваторе ее не видно. Высоту Полярной звезды можно приблизительно определить при помощи транспортира с отвесом, величина этого угла будет соответствовать широте местности, где вы стоите.



Географическую **долготу можно узнать путем определения разницы во времени**. Поскольку, полный оборот Земля совершает в течении 24 ч, проходя за это время путь в  $360^\circ$  (окружность Земли), можно вычислить, что за 1 час земля поворачивается на  $15^\circ$ , а на  $1^\circ$  она поворачивается за 4 минуты. Зная время на нулевом меридиане и местное время, можно определить их разницу, а по ней и долготу. Если на нулевом меридиане 12 ч дня (Лондонское время), а у вас местное время 16 ч 30 мин, то разница 4 ч 30 мин., или – 270 мин. Разделим 270 мин. на 4 (поворот Земли на  $1^\circ$ ), получим  $67^\circ 30'$ . Это и будет долгота вашего пункта.

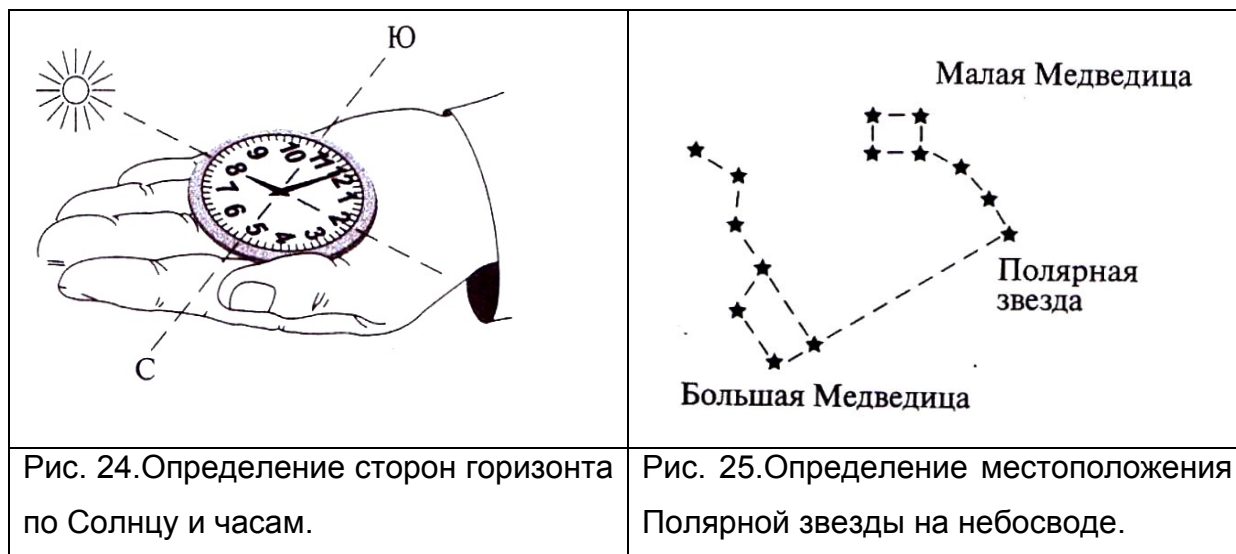
Ориентироваться можно относительно сторон горизонта. **Горизонт** – видимая для наблюдателя часть земной поверхности, а **линия горизонта** – линия, по которой небо соприкасается с границей земной поверхности, она кажется окружностью вокруг наблюдателя. В древние времена люди не знали что там, за горизонтом, и считали, что Земля плоская, а где-то там край земли.

Ориентирование на местности начинается с определения основных **сторон горизонта** – север-юг, запад-восток. Направление на Север – это основа ориентирования, поскольку если смотреть на Север, то справа расположен восток (там Солнце восходит), слева – запад (там Солнце заходит), а за спиной направление на юг.

Много и других способов определения сторон горизонта:

- **по Солнцу**. В полдень Солнце находится на юге, поэтому тень, отбрасываемая предметами – **полуденная линия** – и указывает направление местного меридиана. Если в это время встать спиной к Солнцу, то впереди будет направление на Север.
- **по ручным часам** с циферблатом. Вытянуть ладонь вперед. Часы кладут на ладонь так, чтобы часовая стрелка указывала направление на Солнце. Если угол между часовой стрелкой и

направление на цифру 1 разделить пополам, то эта биссектриса укажет направление на север-юг (рис. 24).



- **по звездам ночью.** Для этого необходимо отыскать на звездном небе Полярную звезду, которая всегда находится на севере. В зависимости от вашей широты нахождения она может быть выше или ниже над горизонтом. Сами созвездия Большой и Малой медведицы вращаются в течение года огибая окружность, но положение Полярной звезды на севере не меняется (рис. 25).
- **по кварталным столбам и просекам в лесу.** Квартальные просеки всегда проходят в направлении север-юг, запад-восток.
- **по биологическим объектам:** годовые кольца на спилах пней более вытянуты на юг и сжаты со стороны севера и северо-востока; кроны отдельно стоящих деревьев пышнее с южной стороны, а у муравейника более пологий склон с юга, он более оживлен, а северный круче, влажнее и менее оживлен. Однако такое ориентирование не всегда надежно. А вот часы сверять по животным и растениям можно с точностью до часа.
- **по компасу,** наиболее быстрый и надежный способ ориентирования. У компаса стрелка намагничена и выравнивается всегда вдоль силовых магнитных линий Земли. Поэтому направление на север географический и направление на

магнитный полюс Земли немного будут отличаться (рис. 26, рис. 27), это называют погрешность, она в разных широтах различна, для нее есть вычисленные таблицы. Поскольку магнитные полюса немного смещаются, эти таблицы постоянно корректируются. Компас может реагировать на иные магнитные поля – наличие полезных ископаемых (магнитные руды, железняки, даже нефть и др.), электроприборов, магнитов, предметов из железа, стали, чугуна, атмосферных аномалиях.

**Компас располагают на ровной поверхности так, чтобы стрелка с буквой «С» - север, совпадала со значением  $0^\circ$ ,** (которое совпадает с  $360^\circ$  окружности) (рис. 27). Даже если на циферблате не обозначены стороны горизонта, то надо запомнить, что угол  $90^\circ$  – восток, на  $180^\circ$  – юг, угол  $270^\circ$  – запад.

Для ночного ориентирования на северный конец стрелки и на циферблате на значение  $0^\circ$  наносят фосфор (чаще красный и белый), в темноте фосфор светится и надо сопоставить две светящиеся точки относительно центра компаса. Затем встают лицом на север и ориентируются пространственно по ощущениям – справа восток, слева запад, позади юг.

- **ориентирование и движение по азимуту.** Азимут – это угол между направлением на север и направлением на заданный объект, отсчет которого ведется по часовой стрелке (рис. 27, 28).

**Магнитный азимут** учитывает направление на магнитный полюс. В Западном полушарии магнитный полюс слева от географического севера, в Восточном полушарии – справа.

Различают обратный азимут, то есть отсчет вести надо в направлении против часовой стрелки. Такой азимут используют при задачах на спортивное ориентирование. У моряков отсчет

ведется с учетом четверти окружности I, II, III, IV, и угол отсчета не превышает  $90^\circ$ , такой острый угол называют **румб**.

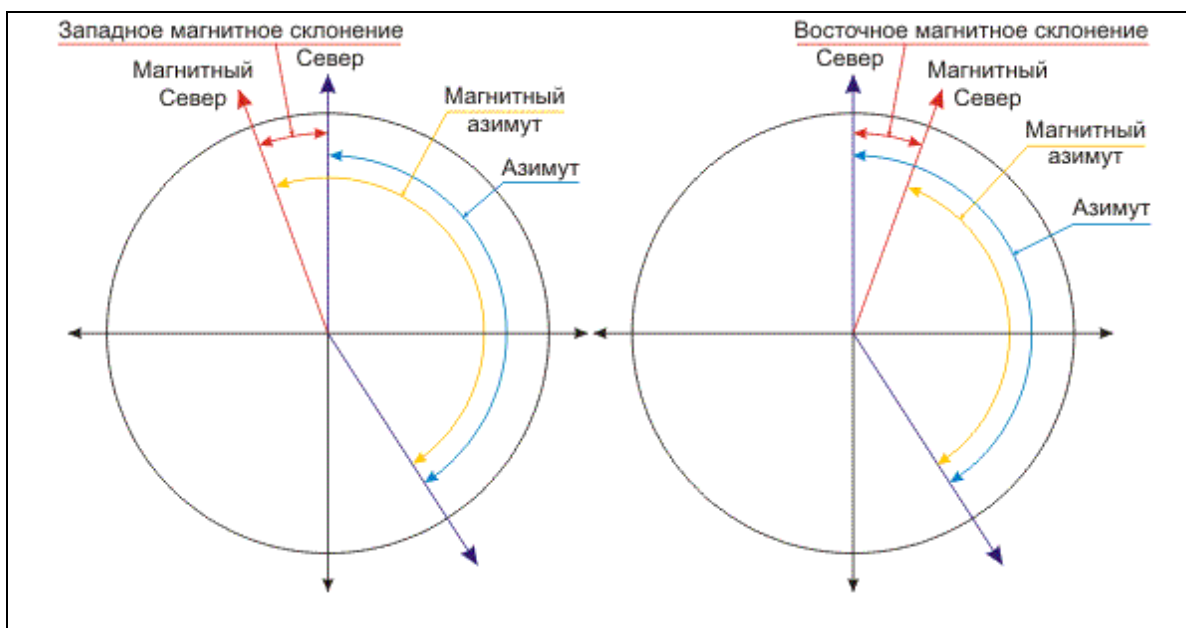


Рис. 26. Отклонения магнитного меридиана от географического в Западном и Восточном полушариях.

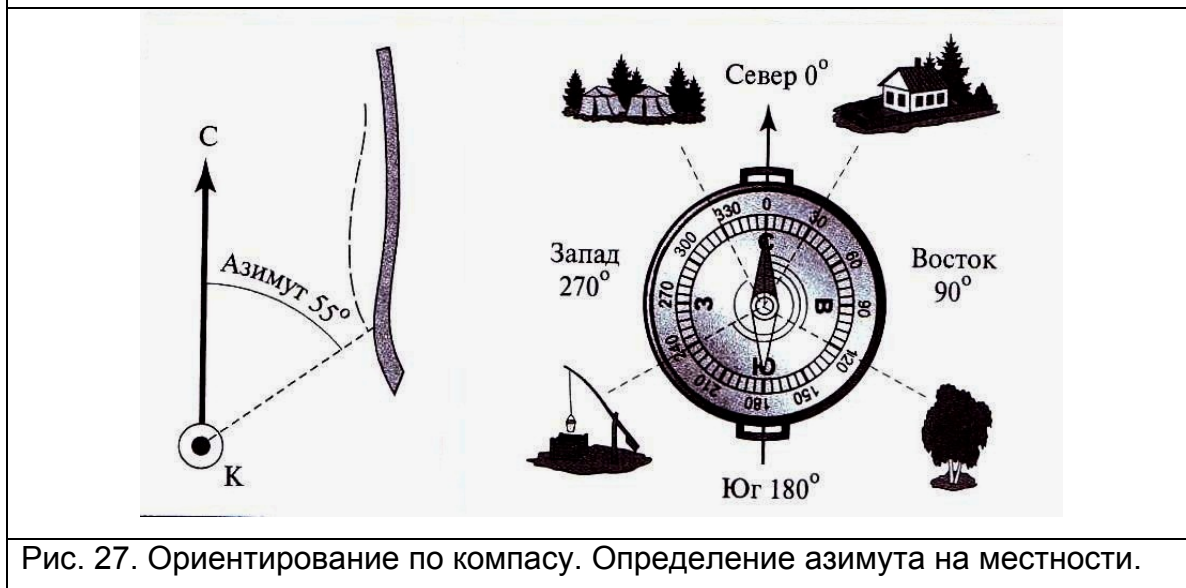


Рис. 27. Ориентирование по компасу. Определение азимута на местности.

- определение **расстояния до объекта с помощью дальномера**. Для этого надо знать высоту или длину предмета, расстояние до которого мы хотим узнать. Надо взять обычную линейку, расположить ее вертикально на вытянутой руке и посмотреть сколько делений закрывает этот объект (рис. 29).

Затем зная высоту предмета, длину вашей руки, и количество закрытых делений.

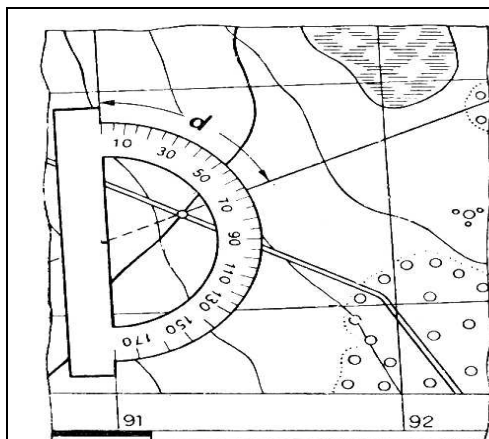
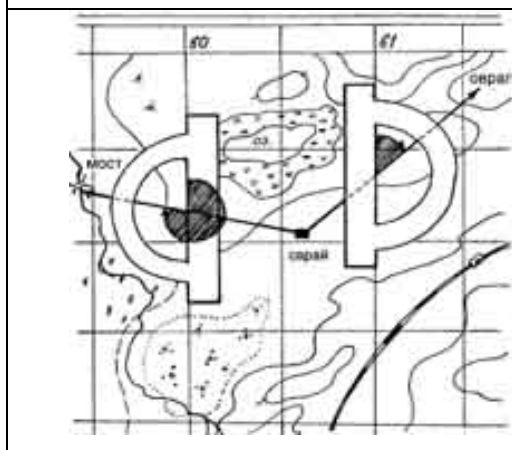


Рис. 28. Определение азимута на карте.

Азимут находят транспортиром, расположив его основание строго вдоль меридиана, а начало отсчета на север. В отличие от рисунка местности на карте есть меридианы, параллели, масштаб. На полях указана градусная сеть.

Если направления Север-Юг не указано, то считается, что Север всегда сверху карты.

Города подписаны всегда параллельно параллелям, то есть с Запада на Восток.



Можно ориентироваться примерно: высота одного этажа дома в среднем 3 м, то есть 9-этажный дом примерно 27 м высоты, ели и отдельно стоящие деревья могут быть до 40 м, и выше. Соответственно, чем дальше объект, тем он будет меньше. Для определения расстояния шагами надо знать длину своего шага, а она у всех различна и может изменяться от интенсивности ходьбы и утомления, качества поверхности, от роста человека.

Чтоб избежать эти погрешности используют **мерный циркуль** на 1 м – треугольник с перекладиной в середине, его часто используют для межевания земель. Для точного ориентирования и измерения расстояний на карте и используют масштаб.



Рис. 29. Определение расстояния с помощью простейшего дальномера.

## Резюме

В современном понимании форма Земли представляет собой геоид – неравномерную фигуру с поднятиями и впадинами, или – эллипсоид, фигуру, в которой отражено сжатие земной поверхности в соответствии с законами физики и движения. Для удобства отсчета ввели усредненную форму – границы которой отражают уровенную поверхность Земли, близкую к шару. Высоты над уровнем моря в России отсчитываются от Кронштадтского футштока, а расстояния от обсерватории в г. Пулково. В разных частях земного шара пользуются различными системами координат. Карты имеют погрешности в зависимости от способов их создания, проецирования. Триангуляция – основной метод отражения земного рельефа на плоской карте. Длина дуги  $1^\circ$  на экваторе и у полюсов отличается больше чем на 1 км, чем севернее, тем больше значение. Длина  $1^\circ$  на каждой параллели также различна, чем дальше от экватора, тем короче длина параллели, но градусов в ней все равно 360. Необходимо правильно выбирать тип и качество карты, учитывая, для чего вы будете ее использовать – спорт, путешествие на транспорте, изучение явлений, и др. Чтобы узнать, сколько километров в 1 см масштаба отбросьте 5 нулей справа. Местность без координатной сетки и условных знаков это рисунок.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Кто, и какими методами провели первые измерения Земли?
2. Какие достижения и изобретения средневековья ускорили развитие путешествия, открытие земель, торговли и знаний?
3. Что такое Т и О карты, карты портоланов, в чем их отличие?
4. Что такое геоид, квазигеоид, эллипсоид, для чего они нужны на практике. Каковы современные форма и размеры Земли?
5. Чем отличается эллипсоид Бесселя и эллипсоид Красовского? Для чего и в каких странах их используют?
6. Каково практическое использование различных систем координат. Назовите основные координатные системы?
7. Что включает в себя понятие уровенная поверхность Земли?
8. Для чего используют отметку – уровень Балтийского моря, почему именно этот уровень, и в каких странах он действует?
9. Охарактеризуйте понятие государственная геодезическая сеть? Какими методами она строится и для чего необходима?
10. Охарактеризуйте понятие система координат? Какие системы координат вам известны? Их практическое значение?
11. Что в России принято считать исходным пунктом всех геодезических и координатных сетей?
12. Назовите основные методы картографии и топографии?
13. Охарактеризуйте основные виды картографических проекций? В чем их погрешности и преимущества?
14. Классифицируйте карты и модели земной поверхности по масштабу, содержанию, назначению? Для чего это нужно?
15. Дайте понятия экватор, меридианы и параллели? Каким образом определить широту и долготу на карте, на местности?
16. Опишите способы ориентирования в пространстве? Какие из них наиболее применимы в вашем регионе, а какие не применимы вообще?

### **Глава 3. Литосфера**

#### **Цели и задачи:**

*Сформировать представление о внутреннем строении Земли, методах и целесообразности его изучения, достижениях современной науки. Раскрыть общие черты строения земной коры, ее структурных компонентов и их свойств. Установить взаимосвязь между глобальными внутренними процессами в Земле и их проявлением в формировании ее внешнего облика. Сформировать представление об основных компонентах абиотической среды и факторах ее образования. Изучить глобальные системы литосферы, установить их особенности, рассмотреть основные компоненты рельефа и экосистем, их свойства и формы проявления.*

#### **Рекомендации по самостоятельному изучению главы:**

*Поверхность литосферы, в частности земная кора, подлежат наиболее глубокому изучению, поскольку имеют глобальное значение, как в мировой экосистеме, так и для развития человеческой цивилизации. Подробно изучите основные географические понятия и компоненты среды. Они лягут в базовую основу формирования у учащихся понятий об окружающем мире и многих его явлениях. При изучении главы обязательно пользуйтесь разными картами и атласами, в том числе изучите школьные атласы для 2-6 класса. Многие понятия, заложенные в начальной школе, будут повторно изучаться в дальнейшем курсе физической географии, поэтому важно хорошо понимать суть происходящих процессов, чтобы сформировать у учеников расширенный кругозор и интерес к изучению и познанию окружающего мира. Литосфера - это самая видимая и осязаемая оболочка. На ее примерах можно построить любые*



интегрированные формы урока, организовать междисциплинарный подход в изучении многих предметов.

### 3.1. Общее строение литосферы

**Литосфера** (от греч. *λίθος*-камень и *σφαίρα*-шар, сфера) – твердая оболочка Земли. (Ранее для обозначения внешней оболочки литосферы применялся термин **сиаль**, происходящий от названия основных элементов горных пород Si (лат. *Silicium* – кремний) и Al (лат. *Aluminium* – алюминий) (рис. 30).

Литосфера состоит из **земной коры** и **верхней части мантии, до астеносферы**. В строении литосферы выделяют:

- подвижные области – складчатые пояса, и
- относительно стабильные – платформы.

Блоки литосферы – **литосферные плиты** – движутся по относительно пластичной астеносфере. Изучению и описанию этих движений посвящен раздел геологии – тектоника.



Рис. 30. Внутреннее строение Земли. Соотношение слоев

**I. Земная кора** – внешняя твердая оболочка Земли (геосфера). Ниже коры находится мантия, которая отличается составом и физическими свойствами – она более плотная, содержит в основном тугоплавкие элементы. Разделяет кору и мантию **граница Моховичича**, или сокращенно Мохо, на которой происходит резкое увеличение скоростей сейсмических волн. С внешней стороны большая часть коры покрыта гидросферой, а меньшая находится под воздействием атмосферы.

Кора есть на Марсе и Венере, Луне и многих спутниках планет-гигантов. На Меркурии, хотя он и принадлежит к планетам земной группы, кора земного типа отсутствует. В большинстве случаев она состоит из базальтов. Земля уникальна тем, что обладает корой двух типов: континентальной и океанической.

### Строение земной коры различных типов

| РАЗНОВИДНОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ                                    |                   |  |
|--|-------------------|--|
| МАТЕРИКОВАЯ  | характеристики    | ОКЕАНИЧЕСКАЯ   |
| 3 слоя:  | <b>слои коры:</b> | 2 слоя:  |
| осадочный  | мягкий            | осадочный  |
| гранитный  | средней твердости | -  |
| базальтовый  | твердый           | базальтовый  |
| <b>толщина:</b>  |                   |  |
| 30-40 км, до 70 км.  |                   | 3-7 км, в среднем 5 км.  |
| <b>основные методы изучения:</b>                             |                   |  |
| бурение, сейсмография  | внутренние        | фотосъемка   |
| фотосъемка,<br>космическая съемка,<br>топографические методы | внешние           | Эхолокация, 1500 м/с<br>скорость прохождения<br>звуковых волн через воду |

Масса земной коры оценивается в  $2,8 \cdot 10^{19}$  тонн (из них 21% – океаническая кора и 79% – континентальная). Кора составляет лишь 0,473% общей массы Земли.

**А) Океаническая кора** – тип земной коры, распространенный в океанах. От континентов кора океанов отличается меньшей мощностью и базальтовым составом. Согласно теории тектоники плит, она непрерывно образуется в срединно-океанических хребтах (СОХ), расходится от них и поглощается в мантию в зонах **субдукции** (погружения под край другой коры) (рис. 31).



Рис. 31. Океаническая кора и ее погружение под континентальную кору

В разных географических областях толщина океанической коры колеблется в пределах 5-7 км и практически не меняется со временем, поскольку в основном она определяется количеством расплава, выделившегося из материала мантии. До некоторой степени влияние оказывает толщина осадочного слоя на дне океанов. В рамках стратификации (геохронологические слои) Земли по механическим свойствам, океаническая кора относится к **океанической литосфере**. Толщина океанической литосферы, в отличие от коры, зависит в основном от ее возраста. В зонах срединно-океанических хребтов астеносфера подходит очень близко к поверхности, и литосферный слой практически полностью отсутствует. По мере удаления от зон СОХ толщина литосферы сначала растет пропорционально ее возрасту, затем скорость роста

снижается. В зонах субдукции толщина океанической литосферы достигает наибольших значений – 120-130 км.

Ежегодно в срединно-океанических хребтах формируется океанической коры  $3,4 \text{ км}^2$  объемом  $24 \text{ км}^3$  и массой  $7 \times 10^{10}$  тонн магматических пород. Средняя плотность океанической коры около  $3,3 \text{ г/см}^3$ . Масса оценивается в  $5,9 \times 10^{18}$  тонн (0,1% от общей массы Земли, или 21% от общей массы коры). Время обновления океанической коры менее 100 млн. лет; а самая древняя, находящаяся в ложе океана, сохранилась во впадине Пиджафета в Тихом океане и имеет юрский возраст (156 млн. лет).

Древние фрагменты океанической коры, сохранившиеся в складчатых сооружениях на континентах, называются **офиолитами**. В срединно-океанических хребтах происходит интенсивное гидротермальное изменение океанической коры, в результате которого из нее выносятся легкорастворимые элементы.

Океаническая кора состоит преимущественно из базальтов и, поглощаясь в зонах субдукции, превращается в **эклогиты**, которые имеют плотность больше, чем распространенные мантийные породы – **перидотиты**, и погружаются в глубину. Они задерживаются на границе между верхней и нижней мантией, на глубине порядка 660 км, а затем проникают и в нижнюю мантию. Согласно некоторым оценкам, эклогиты, прежде слагавшие океаническую кору, ныне составляют около 7% массы мантии.

Относительно небольшие фрагменты древней океанической коры могут исключаться из спрединго-субдукционного круговорота в закрытых бассейнах, замкнутых в результате коллизии континентов. Примером такого участка может быть северная часть впадины Каспийского моря, фундамент которой, по мнению некоторых исследователей, сложен океанической корой девонского возраста.

Океаническая кора может заползать поверх континентальной коры, в результате **обдукции**. Так формируются самые крупные офиолитовые комплексы, типа офиолитового комплекса Семаил.

Стандартная океаническая кора имеет строго закономерное строение и сверху вниз она сложена следующими комплексами:

- осадочные породы, представленные глубоководными океаническими осадками;
- базальтовые покровы, излившиеся под водой;
- дайковый комплекс, состоит из вложенных друг в друга базальтовых даек;
- слой основных расслоенных интрузий;
- мантия, представлена дунитами и перидотитами.

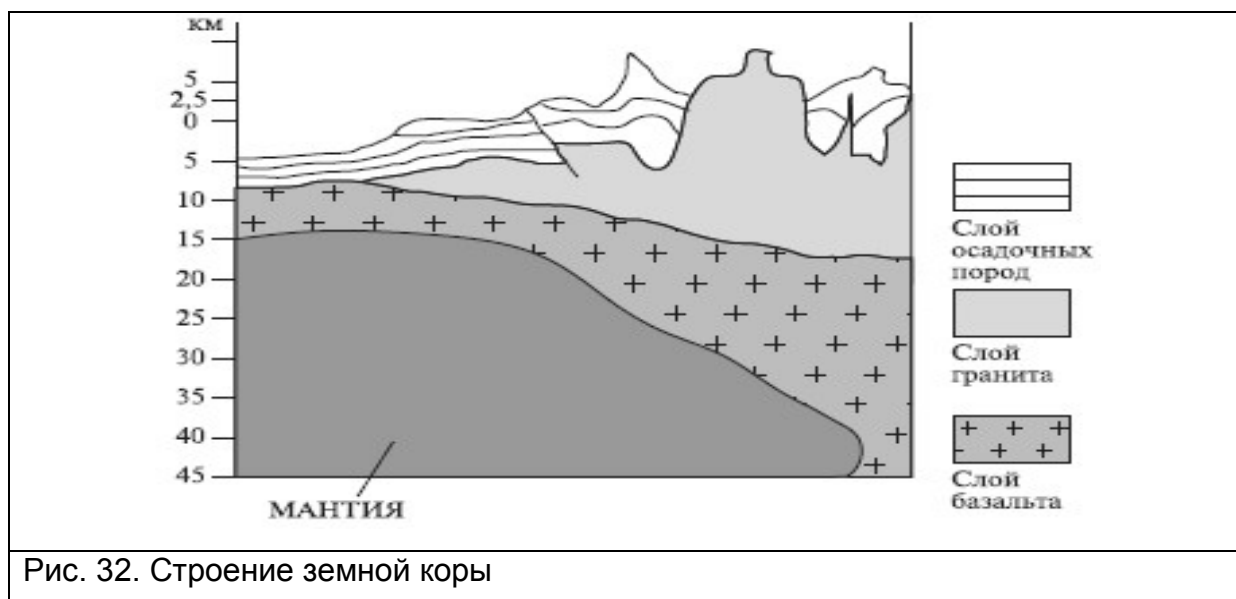
В подошве океанической коры обычно залегают дуниты и перидотиты. Эти породы могут образоваться как в результате кристаллизации расплавов, так и быть первичными мантийными породами. Слой расслоенных интрузий образуется в срединно-океаническом хребте, в магматических камерах, расположенных на глубине 2-4 км. Эти массивы вложены друг в друга.

**Б) Континентальная или материковая земная кора** - состоит из осадочного, гранитного и базальтового пластов. Средняя толщина 35-45 км, до 75 км под горными массивами.

**Континентальная кора** имеет трехслойное строение (рис. 32):

- верхний слой представлен прерывистым покровом осадочных пород, который развит широко, но редко имеет большую мощность. Большая часть коры сложена под **верхней корой** – слоем, состоящим главным образом из гранитов и гнейсов, обладающим низкой плотностью и древней историей, большинство из них образовались около 3 млрд. л.н.;

- граница между верхней и нижней корой (поверхность Конрада);
- ниже находится **нижняя кора**, состоящая из метаморфических пород – гранулитов и им подобных.



Земную кору составляет сравнительно небольшое число элементов. Около половины массы земной коры приходится на кислород, более 25% – на кремний (Si). Всего 18 элементов: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, Cl, P, S, N, Mn, F, Ba – составляют 99,8% массы земной коры. Рассмотрение геохимической таблицы (таблицы кларков) позволило ученым сделать выводы:

- содержание химических элементов в земной коре очень неодинаково. Так, кислород (O) в  $1,5 \cdot 10^{15}$  раз более распространен, чем полоний (Po). Относительное содержание больше у более легких элементов с малыми порядковыми номерами; распространенность убывает с увеличением порядкового номера;
- содержание элементов с четными номерами составляет 86%, а с нечетными – 14% массы земной коры;
- Кажущаяся «частота» или «редкость» элементов не соответствует их действительным содержаниям. Так, свинец (Pb)

принято считать распространенным металлом, так как он давно вошел в технику и быт; на самом же деле содержание этого элемента в земной коре в 6-10 раз меньше, чем, например, у ванадия (V), который обычно считают редким металлом.

Определение состава верхней континентальной коры стало одной из первых задач молодой науки геохимии еще в 19 в. Эта задача весьма сложна, поскольку земная кора состоит из множества пород разнообразного состава, в пределах одного геологического тела состав пород может сильно варьировать, разных районах распространены совершенно разные типы пород. В свете всего этого и возникла задача определения общего, среднего состава той части земной коры, что выходит на поверхность на континентах.

Первая оценка состава верхней земной коры и приблизительный подсчет распространенности 10 главнейших элементов в земной коре дан еще в 1889 г. Ф.У. Кларком, сотрудником геологической службы США, который обобщил результаты многолетних геохимических анализов и рассчитал средний состав пород. Полученный методом «случайных выборок» состав земной коры был близок к граниту. А содержание для большинства элементов установил в 1898 г. И. Фогт., уточнения делались в 1925-1930 гг. В.И. Вернадским, А.Е. Ферсманом в 1923-1932 гг. В 1931-1937 гг. В.М. Гольдшмидт провел попытку определить средний состав земной коры, основываясь на предположении, что породы, отлагающиеся в результате ледниковой эрозии, отражают состав средней континентальной коры. Он проанализировал состав ленточных глин, отлагавшихся в Балтийском море во время последнего оледенения. Их состав оказался удивительно близок к среднему составу, полученному Кларком. Совпадение оценок, полученных столь разными методами, стало подтверждением геохимических методов.

**Кларковое число** (или кларк элемента) – числа, выражающие среднее содержание химических элементов в земной коре, гидросфере, космических телах, геохимических и космохимических системах, по отношению к общей массе этой системы.

Широкое признание в области изучения состава Земной коры получили оценки А.П. Виноградова (в 1953 г. основал и возглавил первую в стране кафедру геохимии МГУ. Академик АН СССР), К.Г. Ведеполя, А.А. Ярошевского (академик РАЕН), Н.И. Сафронова (создатель геохимических методов поиска месторождений руд) и др.

Из ряда современных методов анализа химического состава грунта наиболее эффективен рентгенофлуоресцентный анализ с помощью сканирующих спектрометров. Он является неразрушающим методом, не расходует и не деформирует пробу; почти не требует подготовки пробы; не зависит от количества пробы, используется для контроля.

**Поверхность Конрада** (англ. *Conrade discontinuity*) – условная граница, разделяющая **гранитный** (верхний) и **базальтовый** (нижний) **слои земной коры**, выявляемая по увеличению скорости прохождения сейсмических волн. Названа в честь австрийского геофизика В. Конрада, который установил ее наличие в 1925 г. при изучении землетрясения в Альпах. **Скорость продольных сейсмических волн при прохождении через поверхность Конрада скачкообразно увеличивается с 6 до 6,5 км/сек.** В ряде мест поверхность отсутствует, и скорости сейсмических волн возрастают с глубиной постепенно. Иногда, наоборот, наблюдается несколько поверхностей скачкообразного возрастания скоростей. Поверхность Конрада встречается в различных районах континентальной коры на глубине **15-20 км**, однако отсутствует под океанической корой.

В середине XX в. было обнаружено, что верхний слой континентальной коры состоит из кислых пород, а нижний из более



богатых магнием основных пород. Таким образом, сейсмологи того времени считали, что поверхность Конрада должна соответствовать контакту между двумя химически различными слоями гранита и базальта. Однако, начиная с 1960-х годов, эта теория активно оспаривается в среде геологов, так как точное геологическое значение поверхности Конрада до сих пор не выяснено.

Для изучения строения земной коры применяются косвенные геохимические и геофизические методы, чаще связанные с изучением обнаженных естественным или искусственным способом горных пород (табл. далее), и глубинных процессов (сейсмическая разведка и др.). Но непосредственные данные можно получить в результате глубинного бурения. При проведении научного глубинного бурения часто ставится вопрос о природе границы между верхней (гранитной) и нижней (базальтовой) континентальной корой. Для изучения этого вопроса в СССР была пробурена Саатлинская скважина. В районе бурения наблюдалась гравитационная аномалия, которую связывали с выступом фундамента. Но бурение показало, что под скважиной находится интрузивный массив. При бурении Кольской сверхглубокой скважины граница Конрада также не была достигнута. В 2005 г. в науке обсуждалась возможность проникновения еще глубже, к границе Мохоровичича и в верхнюю мантию с помощью самопогружающихся вольфрамовых капсул, обогреваемых теплом распадающихся радионуклидов.

**II. Граница между корой и мантией. Астеносфера.** Границей между корой и мантией служит **поверхность Мохоровичича** (сокращенно **Мохо**) – нижняя граница земной коры, на которой происходит резкое увеличение скоростей продольных сейсмических волн с 6,7-7,6 до 7,9-8,2 км/сек и поперечных – с 3,6-4,2 до 4,4-4,7

км/сек. Плотность вещества также возрастает скачком, предположительно, с 2,9-3 до 3,1-3,5 т/м<sup>3</sup>. Установлена в 1909 г. хорватским геофизиком и сейсмологом Андреем Мохоровичичем. Было замечено, что сейсмограмма неглубоких землетрясений имеет два и более акустических сигнала: прямой и преломленный.

Поверхность Мохоровичича прослеживается по всему Земному шару на глубине от 5 до 70 км. Она может не совпадать с границей земной коры и мантии, вероятнее всего, являясь границей раздела слоев различного химического состава. Поверхность, как правило, повторяет рельеф местности. В общих чертах форма Мохо представляет собой зеркальное отражение рельефа внешней поверхности литосферы: под океанами она выше, под континентальными равнинами – ниже.

Ученые объясняли резкое увеличение скоростей сейсмических волн изменением состава пород – от относительно легких корковых кислых и основных к плотным мантийным ультраосновным породам. Это точка зрения сейчас является общепризнанной.

Для исследования литосферы в том месте, где граница Мохоровичича подходит близко к поверхности Земли, была пробурена Кольская сверхглубокая скважина (12262 м, Мурманская обл., до 2008 г. самая глубокая в Мире), но граница Мохо не достигнута. Две, еще более глубокие, скважины относятся к нефтяным: это скважина Maersk (12290 м, бассейн Аль-Шахин, Катар) и скважина Одопту-море по проекту Сахалин-1 (12345 м, январь 2011 г., Россия).

**Астеносфера** (от др.-греч. *Asthees*-слабый и др.-греч. *σφαῖρα*) верхний пластичный слой верхней мантии Земли называемый также **слой Гутенберга**, выделяется по геофизическим данным как **слой пониженной скорости поперечных сейсмических волн и повышенной электропроводности**. Выше ее залегает твердая

литосфера, ниже – мантия. Кровля астеносферы лежит под материками на глубине 80-100 км, под океанами 50-70 км (иногда менее), нижняя граница – на глубине 250-300 км, нерезкая.

**III. Мантия земли** – часть геосферы, расположенная непосредственно под корой и выше ядра, в диапазоне от 30 до 2900 км от земной коры. Мантия, **занимает 5/6 всего объема Земли, здесь находится большая часть вещества Земли.** Она подразделяется на **верхнюю** мантию и **нижнюю** мантию, границей между этими геосферами служит **слой Голицына**, располагающийся на глубине около 670 км. Средняя температура около  $t = 2000^{\circ}\text{C}$ .

**Мантия сложена главным образом ультраосновными породами: перовскитами, перидотитами, дунитами и в меньшей степени основными – эклогитами. Также в ней установлены редкие разновидности пород, не встречающиеся в земной коре. Это различные флогопитовые перидотиты, гроспидиты, карбонатиты.**

Содержание основных элементов в мантии Земли: **O-44,8%; Si - 21,5%; Mg-22,8%; Fe-5,8%; Al-2,2%; Ca-2,3%; Na-0,3%; K-0,03%; и др. Содержание оксидов: SiO<sub>2</sub> -46%; MgO-37,8%; FeO-7,5%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-4,2%; CaO-3,2%; Na<sub>2</sub>O-0,4%; K<sub>2</sub>O-0,04%.**

Отличие состава земной коры и мантии – следствие их происхождения: исходно однородная Земля в результате частичного плавления разделилась на легкоплавкую и легкую часть – кору и плотную и тугоплавкую мантию. Мантия недоступна непосредственному исследованию, поскольку она не выходит на земную поверхность и не достигнута бурением. Поэтому, большая часть информации получена геохимическими и геофизическими методами, а данные о геологическом строении очень ограничены.

Мантию изучают по следующим данным:

**Геофизические данные.** В первую очередь данные о скоростях сейсмических волн, электропроводности и силе тяжести.

**Мантийные расплавы** – перидотиты, базальты, коматииты, кимберлиты, карбонатиты и другие магматические горные породы, образуются в результате частичного плавления мантии.

**Фрагменты мантийных пород**, выносимые на поверхность мантийными расплавами – кимберлитами, щелочными базальтами и др. Это ксенолиты, ксенокристы и алмазы. Алмазы занимают среди источников информации о мантии особое место. Именно в алмазах установлены самые глубинные минералы, которые, возможно, происходят даже из нижней мантии. В таком случае эти алмазы представляют собой самые глубокие фрагменты земли, доступные непосредственному изучению.

**Мантийные породы** в составе земной коры в наибольшей степени соответствуют мантии, но и отличаются от нее. Самое главное различие – в самом факте их нахождения в составе земной коры, из чего следует, что они образовались в результате не совсем обычных процессов и, возможно, не отражают типичную мантию. Они встречаются в следующих геодинамических обстановках:

- Альпинотипные гипербазиты – части мантии, внедренные в земную кору в результате горообразования. Наиболее распространены в Альпах, от которых и произошло название.
- Офиолитовые гипербазиты – перидотиты в составе офиолитовых комплексов – частей древней океанической коры.
- Абиссальные перидотиты – выступы мантийных пород на дне океанов или рифтов.

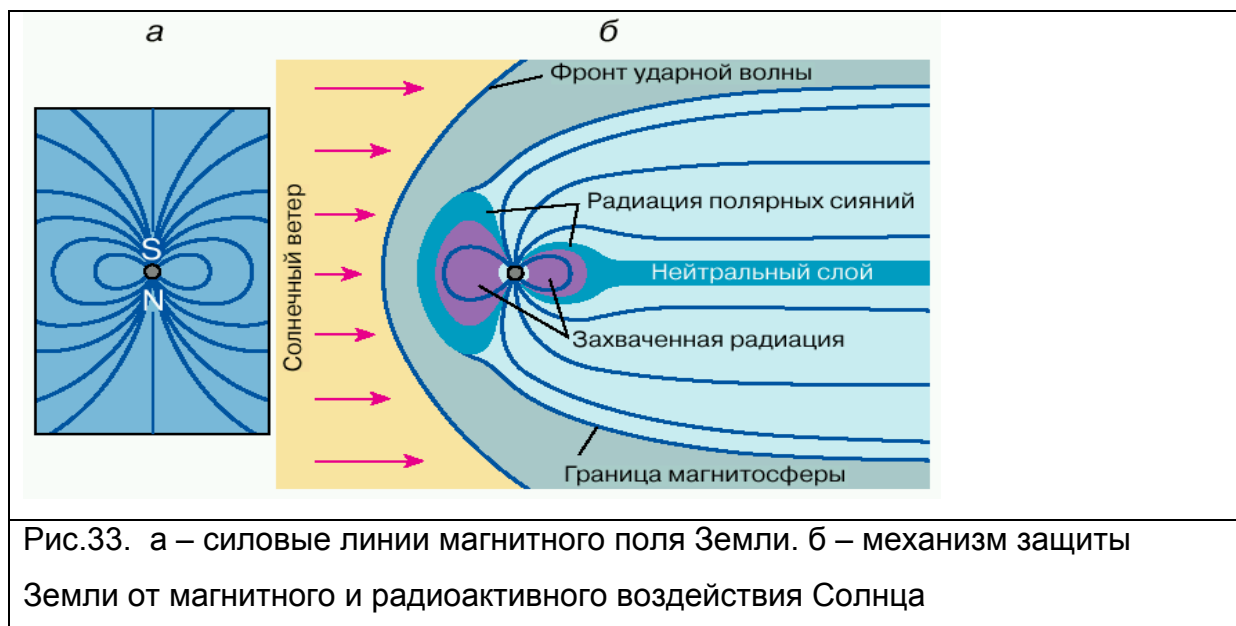
Основной недостаток получаемой информации – это невозможность установления геологических соотношений между различными типами пород. Это кусочки мозаики.

Процессы, идущие в мантии, оказывают самое непосредственное влияние на земную кору и поверхность земли, являются причиной движения континентов, вулканизма, землетрясений, горообразования и формирования рудных месторождений. Все больше свидетельств того, что на саму мантию активно влияет металлическое ядро Земли.

**IV. Ядро Земли.** Недостигаемая часть земных глубин, изучение которой проводится преимущественно косвенными и расчетными методами. В ядре различают: внешнее ядро и внутреннее ядро.

Примерно на глубине 2900 км от земной коры, после переходной зоны, начинается оболочка внешнего ядра (рис. 30), которое, по мнению современной науки, «жидкое», так как через него проходят поперечные волны. Внутреннее ядро твердое, расположено в центре Земли на расстоянии примерно 5000 км от поверхности. Общий радиус ядра около 3470 км. Вещество ядра, особенно внутреннего, сильно сжато давлением, и по плотности соответствует металлам, поэтому его часто называют металлическим. Общая температура ядра колеблется от 2000°С у внешних границ, до 5000°С в центре Земли.

Изучение ядра – широкое поле деятельности для различных наук, однако уже ясно, что в ядре возникают термоядерные реакции, вызывающие его разогрев, вращение внутреннего вещества, возникновение электрических явлений. Металлическое ядро генерирует магнитное поле Земли, что связано в большей степени с движением ядра, чем с его температурным режимом. Магнитное поле защищает нашу планету и все живое на ней от всех негативных гелиокосмических факторов (рис. 33).



Установлено, что северный и южный полюса магнитного поля Земли за последние 85 млн. лет менялись между собой около 177 раз. Это отразилось на составе глубинных пород и ископаемых остатках древнейшей окаменелой растительности.

### 3.2. Тектоника земной коры

**Тектоника плит** – современная геологическая теория о движении литосферы, согласно которой земная кора состоит из относительно целостных блоков – плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга.

При этом в зонах расширения (срединно-океанических хребтах и континентальных рифтах) в результате **спрединга (англ. seafloor spreading – растекание морского дна, раздвижение)** образуется новая океаническая кора, а старая поглощается в зонах **субдукции (подвижка под другие слои коры, другие плиты).**

Различают быстрое и медленное движение земной коры, имеющее характерные особенности.

## Типы движения земной коры

| ДВИЖЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ   |  |   |
|--|--|---|
| МЕДЛЕННОЕ  |  | БЫСТРОЕ   |
| характерно для тектонических плит  |  | землетрясения, оползни, обвалы  |
| вертикальное   | горизонтальное                               | в различных направлениях  |
| Скандинавия поднимается на 1 см/год; поднимаются молодые горные складчатости   | Венеция, Нидерланды опускаются на 1-3 см/год | Землетрясения: Очаг – место разрыва и сдвига горных пород в глубине земли, Эпицентр – находится на поверхности над очагом. Зона поражения – вокруг эпицентра, скорость распространения ударной волны зависит от ландшафта, плотности пород и силы толчков |
| Вулканы – наземные и подводные – могут вызывать как быстрое, так и медленное движение земной коры. Вулканизация тесно связана с землетрясениями и образованием разломов в земной коре. |  |   |

Существует три основных типа относительных перемещений плит:

- расхождение (дивергенция), выражено рифтингом и спредингом;
- схождение (конвергенция) выраженное субдукцией и коллизией;
- сдвиговые перемещения по трансформным геологическим разломам.

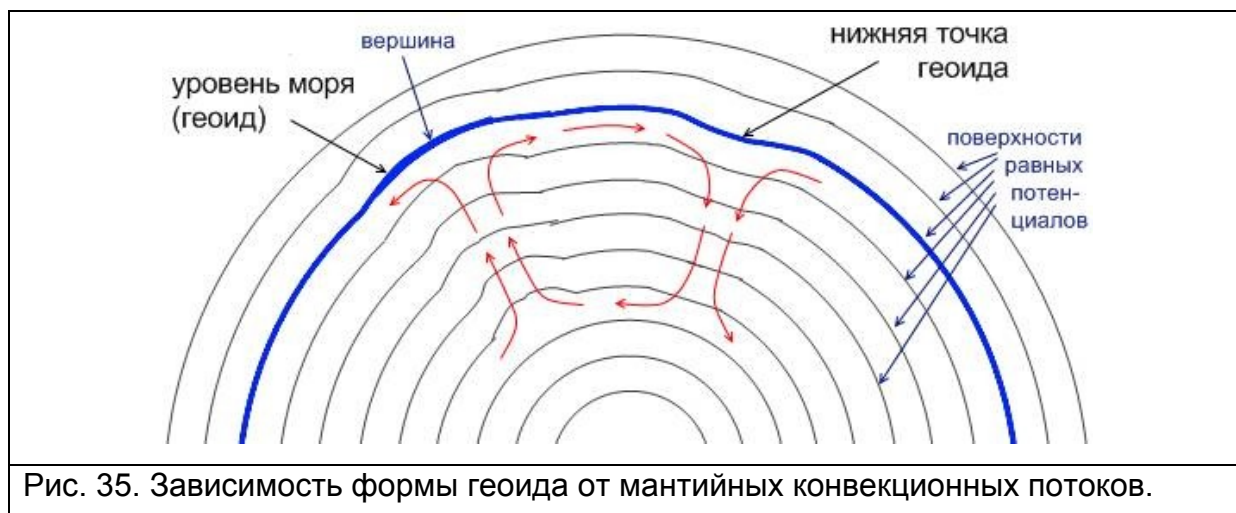
Литосферные плиты постоянно меняют свои очертания, они могут раскалываться в результате **рифтинга** и спаиваться, образуя единую плиту в результате **коллизии**. Литосферные плиты также могут тонуть в мантии планеты, достигая глубины ядра. Разделение земной коры на плиты не однозначно, и по мере накопления геологических знаний выделяются новые плиты, а некоторые границы плит признаются несуществующими (рис. 34).





Главная причина движения плит – **конвекция в астеносфере** – следствие переноса тепла из центральных зон Земли к поверхности вязкой магмой, что влияет на форму поверхности Земли (рис. 35). При этом часть тепловой энергии превращается в механическую работу по преодолению сил трения, а часть, пройдя через земную кору, излучается в окружающее пространство.

На границе мантии и литосферы температура достигает  $1500^{\circ}\text{C}$ . Особенно сильные очаги внутреннего давления возникают в местах верхней мантии, где концентрируются радиоактивные элементы, распад которых дополнительно разогревает слагающие породы до еще более высоких температур.



Движения земной коры под действием внутренних сил Земли называют **тектоническими движениями**. Их подразделяют на: колебательные, складкообразовательные и разрывные (см. далее).

На плиты действуют и другие, меньшие по величине, но также важные силы. **Это – силы Архимеда, обеспечивающие плавание более легкой коры на поверхности более тяжелой мантии.**

Приливные силы, обусловленные гравитационным воздействием Луны и Солнца (различием их гравитационного воздействия на разноудаленные от них точки Земли). Сейчас приливной «горб» на Земле, вызванный притяжением Луны в

среднем около 36 см. Раньше, Луна была ближе, и это имело большие масштабы, при этом деформация мантии приводит к ее нагреву. Например, вулканизм, наблюдаемый на Ио (спутник Юпитера), вызван именно этими силами – прилив на Ио до 120 м. А также силы, возникающие вследствие изменения атмосферного давления на различные участки земной поверхности – силы атмосферного давления достаточно часто изменяются на 3%, что эквивалентно сплошному слою воды толщиной 0,3 м (или гранита толщиной не менее 10 см). Причем это изменение может происходить в зоне шириной в сотни километров, тогда как изменение приливных сил происходит более плавно – на расстояниях в тысячи километров.

**Столкновение континентальных плит – коллизия – приводит к смятию коры и образованию горных цепей.** Примером коллизии является Альпийско-Гималайский горный пояс, образовавшийся в результате закрытия океана Тетис и столкновения с Евразийской плитой Индостана и Африки. В результате мощность коры значительно увеличивается, под Гималаями она составляет 70 км. Это неустойчивая структура, она интенсивно разрушается поверхностной и тектонической эрозией.

**Колебательные движения** земной коры происходят очень медленно, поэтому их называют вековыми или эпейрогеническими. В одних местах земная кора поднимается, в других – опускается. Нередко поднятие сменяется опусканием, и наоборот. **Например, на побережье Средиземного моря, близ Неаполя, находятся развалины храма Сераписа, колонны которого источены моллюсками на высоте 5,5 м над современным уровнем моря. Это доказывает, что храм. Построенный в IV в., побывал ниже уровня моря, а затем произошло поднятие суши. В настоящий момент эта территория вновь опускается. На побережьях морей выше их**

современного уровня часто можно увидеть ступени – террасы, созданные когда-то морским прибоем.

**Опускание земной коры ниже 0 м над уровнем моря сопровождается наступлением моря – трансгрессией, а поднятие участка и отступление моря – регрессией.** В настоящее время поднятия происходят в Исландии, Гренландии, на Скандинавском полуострове. Область Ботнического залива поднимается со скоростью 2 см в год, таким образом, за столетие примерно на 2 м. одновременно происходит опускание Голландии, Южной Англии, Северной Италии, Причерноморской низменности, Прикаспийской низменности. Образование морских заливов в устьевых участках рек – эстуариев (губ) и лиманов – один из признаков опускания морского побережья. При поднятии земной коры и отступлении моря образуются обширные **морские (первичные) равнины**: например, Западно-Сибирская, Северо-Сибирская, Амазонская.

**Складкообразовательные движения** земной коры. Когда пласты горных пород достаточно пластичны, под действием внутренних сил Земли, на больших глубинах, при высоких температурах и давлении, происходит смятие этих пород в складки. Когда давление направлено по вертикали – породы смещаются, когда по горизонтали – сжимаются в складки разной формы, и могут быть подняты на поверхность. Так возникают складчатые горы: Кавказские, Альпы, Гималаи, Анды, др. (рис. 36-А).

**Разрывные движения** земной коры. Геологический **разлом**, или разрыв – нарушение сплошности горных пород, без смещения (трещина) или со смещением пород по поверхности разрыва. Разломы доказывают относительное движение земных масс. Крупные разломы земной коры являются результатом сдвига тектонических плит на их стыках. В зонах активных разломов часто происходят землетрясения как результат выброса энергии во время

быстрого скольжения вдоль линии разлома. Так как чаще разломы состоят не из единственной трещины или разрыва, а из структурной зоны однотипных тектонических деформаций, в плоскости разлома (рис. 36-Б), то такие зоны называют **зонами разлома**.

Две стороны неvertикального разлома называют висячий бок, он расположен выше; подошва (или лежащий бок) – располагается ниже линии разлома. Геологические разломы делятся на три основные группы в зависимости от направления движения:

- разлом, в котором основное направление движения происходит в вертикальной плоскости, называется разломом **со смещением по падению** (сброс, взбросы и надвиги, грабен, горст);
- если в горизонтальной плоскости – то **сдвигом**.
- если смещение происходит в обеих плоскостях, то такое смещение называется **сбросо-сдвигом**.

Разломы со смещением по падению делятся на сбросы, взбросы и надвиги.

**Сброс** происходит при растяжении земной коры, когда один блок земной коры (висячий бок) опускается относительно другого (подошвы).

**Грабен** (нем. Graben-ров, канава), участок земной коры, опущенный относительно окружающих участков сброса и находящийся между ними. Длина грабенов достигает сотен километров при ширине в десятки и сотни километров. Они обычно образуются в зонах растяжения земной коры (рис. 36-В) (рифтовых зонах). Величайшая система грабенов в Восточной Африке находится вдоль озер Виктория, Ньяса, Танганьика. В России большой провал (грабен), образовавшийся по разломам, представляет собой котловина озера Байкал, также известная как Баргузинская впадина.

**Горст** (от нем. Horst), приподнятый, обычно вытянутый участок земной коры, ограничен круто наклоненными разломами. Примерами горста являются горы Гарц, Шварцвальд, Вогезы, Сьерра-Невада, Беласица и др.

Чередование горстов и грабенов создает **глыбовые (возрожденные) горы**. Примеры таких гор: Россия – Алтайские горы, Саяны, Верхоянский хребет, в Северной Америке Аппалачи и др. **Глыбовые горы отличаются от складчатых гор, как по внутреннему строению, так и по внешнему виду – морфологии. Склоны таких гор чаще отвесные, долины и водоразделы – широкие, плоские.** Пласты горных пород всегда смещены относительно друг друга. Опустившиеся участки глыбовых гор, грабены, иногда заполнены водой (чаще накопительного типа), тогда образуются глубокие озера: например, Байкал, Телецкое, а в Африке озера Таганьика и Ньяса.

Сбросы регионального значения с небольшим углом называют **срывом**, либо отслаиванием. **Взбросы** происходят в обратном направлении – в них висячий бок движется вверх относительно подошвы, при этом угол наклона трещины превышает  $45^\circ$ . При взбросах земная кора сжимается.

Еще один вид разлома со смещением по падению – это **надвиг**, в нем движение происходит аналогично взбросу, но угол наклона трещины не превышает  $45^\circ$ . Надвиги обычно формируют скаты, рифты и складки. В результате образуются тектонические покровы и клиппы. Плоскостью разлома называется плоскость, вдоль которой происходит разрыв.

Во время **сдвига** поверхность разлома расположена вертикально и подошва двигается влево либо вправо. Отдельным видом сдвига является **трансформный разлом**. Такие разломы возникают там, где плиты двигаются параллельным курсом, но с

разной скоростью, это грандиозные сдвиговые нарушения, широко распространенные в океанах и редкие на континентах. В океанах такие разломы идут перпендикулярно срединно-океаническим хребтам (СОХ) и разбивают их на сегменты шириной в среднем 400 км. Между сегментами хребта находится активная часть разлома, постоянно происходят землетрясения и горообразование, а вокруг разлома формируются многочисленные структуры – надвиги, складки и грабены и нередко обнажаются мантийные породы.

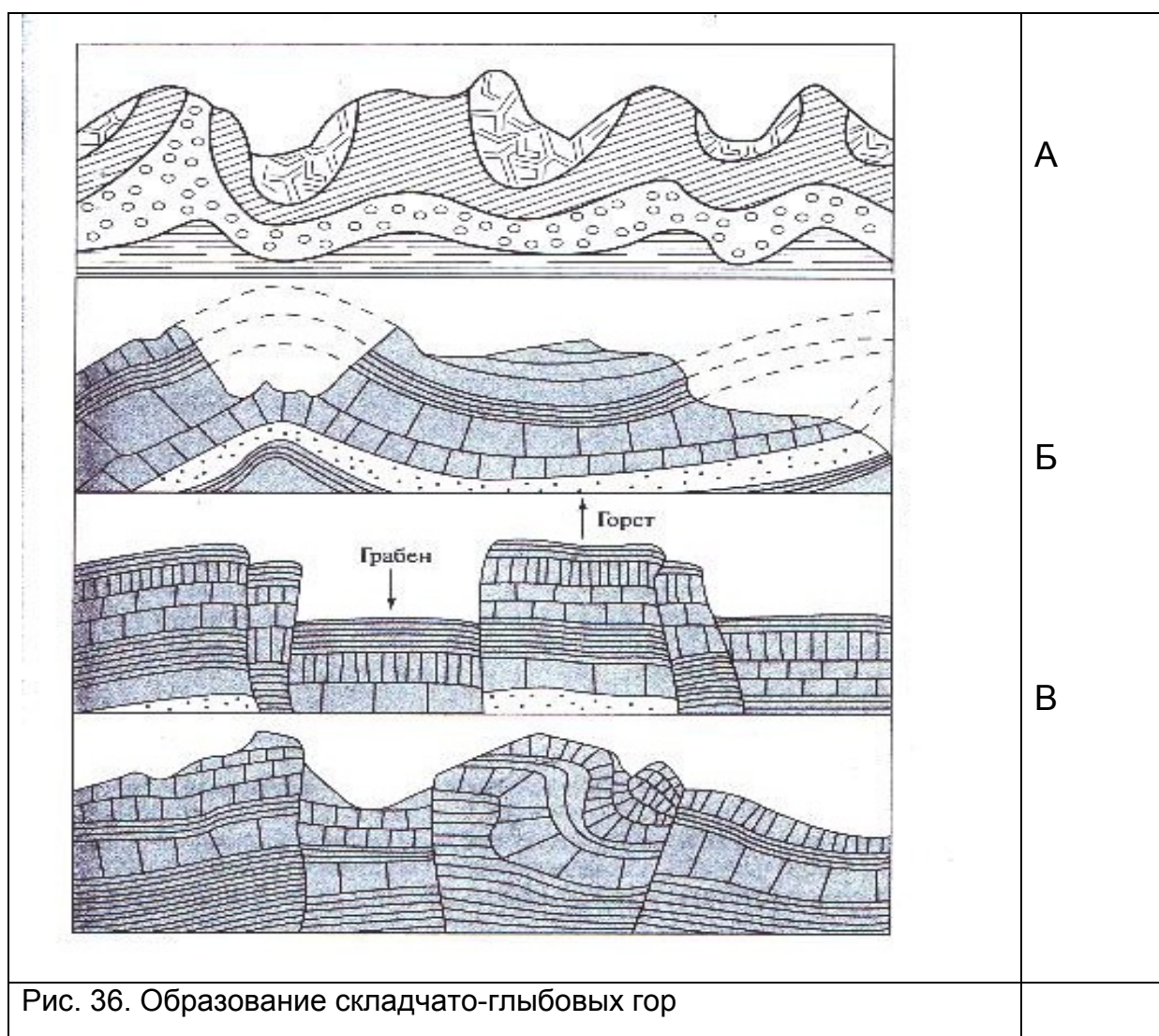


Рис. 36. Образование складчато-глыбовых гор

**Сдвиговые границы плит на континентах** встречаются относительно редко. Пожалуй, единственным ныне активным примером границы такого типа является 800-мильный крупнейший

разлом Сан-Андреас, отделяющий Северо-Американскую плиту от Тихоокеанской. Это один из самых сейсмоактивных районов планеты: в год плиты смещаются относительно друг друга на 0,6 см, землетрясения с магнитудой более 6 единиц происходят в среднем раз в 22 года. Город Сан-Франциско и большая часть района его бухты построены в непосредственной близости от этого разлома.

На дне океанов расположены многочисленные вулканические острова – некоторые из них это активные **горячие точки**, место, где к поверхности поднимается **плюм** – горячий мантийный поток, который проплавляет двигающуюся над ним океаническую кору. Образуются цепи островов с последовательно изменяющимся возрастом, например Гавайский подводный хребет. Он поднимается над поверхностью океана в виде Гавайских островов. Таких точек на Земле установлено множество и они очень сейсмически активны.

Разлом, проходящий через различные слои литосферы, будет иметь различные типы горных пород на линии разлома. Длительное смещение по падению приводит к наложению друг на друга пород с характеристиками разных уровней земной коры. Это особенно заметно в случаях срывов или крупных надвигов.

Разломы часто являются геохимическими барьерами - поэтому к ним приурочены скопления твердых полезных ископаемых. Также они часто непреодолимы (из-за смещения горных пород) для рассолов, нефти и газа, что способствует формированию их ловушек – месторождений.

Расположение глубинных разломов определяется с использованием дешифрирования космических снимков, геофизических методов – сейсмического зондирования, магнитной съемки, гравиметрической съемки. Также часто применяются и геохимические методы – радоновая и гелиевая съемка. Гелий, как продукт распада радиоактивных элементов, насыщающих верхний

слой коры, просачивается по трещинам, поднимается в атмосферу, а затем в космическое пространство. Это явление было впервые установлено российским геофизиком И.Н. Яницким в 1968 г. во время поисков урановых руд, и признано как научное открытие.

### 3.3. Горные породы и минералы

Складчатым скалам западной Австралии – 3 млрд. лет, а скалам северо-запада Канады – 4 млрд. лет – это самые древние горные породы на поверхности земли, поскольку около 4 млрд. лет назад начала формироваться земная кора.

Горные породы представляют собой образования, состоящие из одного или нескольких минералов. Например, мрамор, известняк, гипс – состоят из одного минерала, а гранит и базальт – из нескольких. Всего насчитывается более 1000 горных пород.

Самая легкая горная порода – **пемза**, образуется при извержении вулканов. Она пронизана порами от газа и насыщена пузырьками воздуха, поэтому не тонет в воде, легкая и прочная одновременно. Ее используют как наполнитель в строительстве, в Юго-восточной Азии почти повсеместно. В 1883 г., после разрушительного извержения вулкана Кракатау, пемза покрыла моря слоем до метра, что несколько лет мешало судоходству.

Горные породы по происхождению разделяют на три основные группы: **магматические, осадочные и метаморфические.**



## Классификация горных пород по происхождению

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>1. МАГМАТИЧЕСКИЕ</b> – образуются при остывании магмы, не имеют слоистости, не содержат остатков растений и животных, кристаллической структуры.</p>   |  |   |
| <b>Поверхностные</b>   | <b>Глубинные</b>   |   |
| <p>Изливающиеся (эффузивные), имеют мелкую кристаллическую структуру. Похожи на спекшуюся массу или стекловидные.</p>  | <p>Оставшаяся на глубине в слоях коры магма, которая медленно остывает и находится под большим давлением. Чаще имеют крупнокристаллическую структуру, например: габбро, гранит, диферит. Здесь встречается много кристаллов минералов.</p> |   |
| <p><b>2. ОСАДОЧНЫЕ</b> – покрывают около 80% всей поверхности Земли. Характерные черты: слоистость и пористость. Накапливаются слоями разной толщины (мощности), часто содержат окаменелости или отпечатки животных и растений. В зависимости от места образования различают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- континентальные (глины, лёсс и др.)</li> <li>- морские, на дне океанов (некоторые глины, пески, гравий и др.)</li> </ul>  |  |   |
| <b>Неорганические</b>  |  | <b>Органические (биогены)</b>   |
| <b>обломочные</b>  | <b>химические</b>  | <b>осадочные</b>  |
| <p>Песчаник, известняк – они часто цементируются.</p>  | <p>Гипс, поваренная соль – состоят из минеральных кристаллов.</p>  | <p>Продукт жизнедеятельности живых организмов: известняк раковин, каменный уголь из древних растений, горючие сланцы из водорослей.</p> |
| <p><b>3. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ</b> – образуются из осадочных и магматических при изменении условий среды – <b>давления, температуры, плотности, химических реакций</b>. Когда с поверхностных слоев осадочные породы перемещаются вглубь Земли, они превращаются, например: <b>известняк – в мрамор, песок – в кварц и плотный песчаник, глина – в глинистый сланец</b>. Гранит может стать слоистым и образует – <b>гнейс</b>. Под действием факторов возникают процессы перекристаллизации, и из песчаников образуется очень прочная порода – кварцит.</p> |  |   |

**Гранит** – наиболее распространенная горная порода, глубинного магматического происхождения, состоящая из трех минералов: кварца, полевого шпата и слюды. Цвет гранита чаще серый или розовый и зависит от цвета полевого шпата.

**Обсидиан**, или вулканическое стекло – излившаяся магматическая порода, прозрачно-дымчатого цвета, иногда с вкраплениями кристаллов пепла. Широко используется в промышленности и декоративных работах, украшениях.

**Глина** – измельченный продукт разрушения горных пород, осадочная порода, состоит из мельчайших частиц и обладает способностью впитывать воду. Глины пластичны, водоупорны, от белого до синего, даже черного цвета. **Лёсс** – мелкозернистая, неслоистая порода желтоватого цвета из смеси кварца, глинистых частиц, углекислой извести и гидратов окиси железа, легко пропускает воду.

**Биогенные горные породы:** образовались как осадочные из останков умерших животных и растений – известняки, доломиты, некоторые горючие **полезные ископаемые** (торф, каменный уголь, горючие сланцы и др.). Особенно широко распространен **известняк**, состоящий из углекислого кальция, различного цвета, чаще серый, с множеством вкраплений раковин и скелетов мелких животных. Известняки с примесью углекислого магния называют **доломитами**. Известняк широко применяется в строительстве еще с древних времен, из него изготавливают штукатурку, цемент. Также из мельчайших **раковин образован мел**, запасы которого огромны. В Белгородской области по берегам рек на поверхность выходят мощные слои мела, выделяющиеся своей белизной. **Трепел** – легкая, плотная, желтоватая или светло-серая порода, происходящая из раковин животных или водорослей, содержащих кремний. Также является строительным материалом.

**Гипс, каменная соль, калийная соль, бурый железняк** – осадочные, образовавшиеся путем осаждения из водных растворов.

По физико-химическим свойствам и растворимости:

**Пористые горные породы** – известняк и осадочные породы, их основное свойство – растворимость. Через них просачивается вода, образуются пещеры, подземные реки и озера, вода накапливается в разломах, заполняя их, и нередко дает начало ручьям и рекам. Капая с поверхности пещер, вода с растворенными минеральными веществами и известковыми породами образует сталактиты на сводах пещер, а под ними растут сталагмиты, вертикальные накипи различного вида и формы.

**Песчаник** – осадочная порода из спрессованных или сцементированных глиной кристаллов кварца. Песчаник также размывается водой, но гораздо медленнее.

**Глинистый сланец** – легкая порода, преимущественно это вековые отложения ила и органики. Его отличительная особенность уникальна – он практически не пропускает воду, в связи с чем, воды, лежащие выше глиняных пластов, называют поверхностными, а под ними – артезианскими, они отличаются особой чистотой и залегают на глубине 70-140 м.

**Шкала твердости горных пород.** Твердость породы зависит от ее минерального состава и определяется в баллах. Есть несколько шкал твердости используемых в геологии, но в практической жизни твердость определяют следующим образом:

- **Гипс** – самая мягкая порода и растирается между пальцами рук
- **Кальцит** – по прочности сравним с бронзой, его можно разбить инструментом или более плотной породой
- **Флюорит** – природный кристалл с прочностью железа, является красивым поделочным минералом

- **Кварц** – по прочности не уступает стали, легко и равномерно плавится и пластичен, из кварца делают стеклопродукцию, добавляют его и в другие композитные материалы для повышения прочности, при том, что он гораздо легче стали. Оконные стекла 3-6 мм толщиной, а стекло 10 см толщиной не разбить даже автомобилю. Иллюминаторы космических кораблей имеют слоистую структуру сложного состава, основой которого является кварц, их толщина доходит до 1 метра
- **Апатит** – кристаллическая порода, из которой также выплавляют стекло, прочность апатита немного выше стали

**Минералы** отличаются от горных пород тем, что это химические соединения, часто образующие кристаллы правильной формы и разнообразного вида природной огранки – призмы, кубы, шести и восьмиугольники, есть и более сложные. Большая часть минералов состоит из двух или нескольких химических элементов.

Например, галит (поваренная соль) состоит из натрия и хлора, NaCl, магнетит (магнитный железняк) Fe<sub>3</sub>O<sub>2</sub>. Другие – сера, золото, платина, алмаз и др. – образованы одним минералом, их называют **самородными**. В природе известно около 40 таких элементов, на долю которых приходится около 0,1% массы земной коры.

Минералы могут быть не только твердыми, но и жидкими – вода, ртуть, нефть, а также газообразными – сероводород, углекислый газ и др.

Форма кристалла для данного минерала всегда постоянна. Например, кристаллы кварца имеют форму призмы, галита – форму куба. Многие минералы обладают способностью расти, достигая порой гигантских размеров. На острове Мадагаскар найден

крупнейший кристалл берилла длиной 8 м, диаметром 3 м, массой почти 400 тонн. Крупные кристаллы у горного хрусталя, кварца.

Опыт: поваренную соль можно вторично кристаллизовать, растворив ее в большой концентрации в кипятке, а потом дать остыть и опустить в раствор веточку или шерстяную нить. По мере испарения будут расти прочные кристаллы кубической формы.

Всего насчитывается более 2500 минералов. Наиболее распространены 40-50, их называют **породообразующими** (полевым шпат, кварц, галит и др.).

В изучении минералов особое значение имеют их физико-химические свойства: блеск, цвет, цвет черты (следа), твердость, прозрачность, спайность, излом, удельный вес, магнетизм и др. Например, кварц: форма кристаллов призматическая, блеск стеклянный, спайности нет, твердость 7, удельный вес  $2,65 \text{ г/см}^3$ , излом раковистый, черты не имеет и др. Некоторые имеют вкус (галит – соленый.), запах, маслянистость, горючесть, свойство собирать или рассеивать световые лучи (используются в оптике).

По **10-ти балльной геологической шкале твердости** самый прочный минерал на Земле – **алмаз**, его твердость 10 баллов и считается эталонной. Родственниками по твердости являются – рубин, сапфир, изумруд, относящиеся к драгоценным камням. У стекла твердость средняя, около 4,7 балла, поэтому драгоценные камни его легко царапают, подделки на стекле следов не оставляют.

*Драгоценные камни редки*, так как образуются при особенных, совпадающих вместе факторах температуры, давления, плотности и химического состава горной породы. Возраст алмазов – миллионы лет и залегают они очень глубоко. В некоторых регионах Земли на поверхность алмазы попали в результате процессов горообразования и тектоники. Спутниками алмазов считается особая «голубая глина» - кимберлитовая руда, и наличие в породе

пиропов и гроссуляров – молодых гранатов красного и зеленого цвета, а так же кристаллов иных драгоценных минералов. Цветные алмазы встречаются гораздо реже.

**Рубин** – драгоценный камень с большим содержанием ионов металла алюминия (Al), что придает ему высокую прочность.

**Сапфир** – по составу близок к рубину, но по прочности ближе к алмазу, имеет особенно красивое преломление света.

**Изумруд** – прочный зеленый минерал с содержанием хрома (Cr).

**Циркон** – родственник алмаза, но в несколько раз дешевле.

*Некоторые металлы:*

**Платина** (Pt) – самый дорогой поделочный металл, лучший катализатор и ускоритель химических реакций.

**Золото** (Au) – более мягкий металл, чем железо, не ржавеющий и не тускнеющий. Но боится смеси с йодом и ртутью, превращаясь в соли. Золото и **серебро** (Ag) – обладают теплопроводностью выше стали, лучше проводят электричество, практически ничем не окисляются, поэтому используются для производства контактов и соединений высокотехнологичной аппаратуры, в том числе на космических аппаратах.

Золотые самородки – куски или сплавы породы с высоким содержанием металла, иногда полностью из него. Самый большой золотой самородок был найден в 1869 г., в Австралии, весил 70 кг, его называли «желанный незнакомец», стоил более 1 млн. долларов. Самородковое серебро встречается редко, его добывают из руды. Прослойку в породе, несущую чистое золото или серебро – называют жилой. Некоторые достигают 0,5-0,7 м и простираются на несколько десятков метров. В России золотой пояс расположен преимущественно на Камчатке и Чукотке, в Восточной Сибири, Уральских горах. В Алмазном фонде России в Кремле хранится

самая большая и уникальная коллекция золотых и серебряных самородков.

### 3.4. Почва и почвообразование

**Почва** – тонкий верхний слой земной коры, образовавшийся на поверхности горных пород в результате взаимодействия абиотических факторов литосферы, атмосферы, гидросферы и процессов жизнедеятельности разнообразных представителей биосферы. Почву рассматривают как самостоятельное природное тело, сложного минерально-органического состава, обладающее только ей присущим строением, составом и свойствами. Важнейшее ценное, уникальное и отличительное свойство почвы – **плодородие**, то есть способность обеспечивать растения необходимыми питательными веществами. Другие не менее важные свойства – это способность удерживать влагу и насыщаемость воздухом. В различных районах Земли толщина почвы колеблется от нескольких миллиметров и сантиметров до 2-3 метров. Почва образуется очень медленно, для полного обновления ее минеральной части на глубину 1 м необходимо 10000 лет.

**Гумус** (от лат. humus - земля, почва), или перегной, специфическое органическое вещество, накапливаемое в верхнем почвенном слое и определяющее ее плодородие.

Почва – важнейший компонент всех наземных биоценозов и биосферы Земли в целом, через почвенный покров Земли идут многочисленные экологические связи всех живущих на земле и в земле организмов (в том числе и человека) с литосферой, гидросферой и атмосферой. В почвенном слое и на его поверхности сосредоточена максимальная плотность живого вещества планеты.

Известный геолог, основатель русской школы почвоведения и географии почв В.В. Докучаев (1846-1903) считал, что, подобно

минералам, растениям и животным, почвы представляют собой особые естественно-исторические тела. Они формируются под влиянием нескольких факторов почвообразования, действующих одновременно. Докучаев выделял 10 почвенных типов, а в дополненных современных классификациях их более 100.

Горные породы, на которых образуются почвы, называются **материнскими** или почвообразующими, они служат источником минеральной части почвы и определяют ее химический, минеральный и механический состав. В зависимости от рельефа перераспределяются тепло и влага, а химический состав, режим грунтовых и почвенных вод воздействуют на многие почвенные процессы. От климата зависят тепловой и водный режимы почвообразования, скорость выветривания горных пород.

**Почвообразование.** Все горные породы с первых же моментов их образования под влиянием различных процессов начинали немедленно разрушаться. Совокупность этих процессов называется **выветриванием** или **гипергенезом**, а совокупность получившихся продуктов называется **корой выветривания**. В зависимости от характера и причин разрушения горных пород различают физическое, химическое и биологическое выветривание. Процессы выветривания распространяются на глубину, образуя **зону гипергенеза**, нижняя граница которой проводится по линии верхнего горизонта подземных (пластовых) вод. Ниже зоны гипергенеза выделяют новейшую и древнюю коры выветривания, сформированные в более древние геологические периоды.

Однако сами по себе процессы выветривания не могли привести к накоплению в горной породе элементов пищи растений, а, следовательно, и не могли превратить горную породу в почву. Поэтому началом процесса почвообразования нужно считать тот момент, когда на продуктах выветривания горных пород поселились



растительность и микроорганизмы. В этом отношении все существующие почвы на земном шаре представляют собой естественно-историческое тело, образование и развитие которого связано с развитием всей органической жизни на земной поверхности. Один раз зародившись, почвообразовательный процесс никогда не прекращался.

Важнейшими **факторами почвообразования**, являются: материнские (почвообразующие) породы, растительность, животный мир и микроорганизмы, климат, рельеф местности и возраст почв. К этим пяти основным факторам почвообразования (которые назвал еще Докучаев) сейчас добавляют действие вод (почвенных и грунтовых) и деятельность человека. Ведущее значение всегда имеет биологический фактор, остальные факторы представляют собой лишь фон, на котором происходит развитие почв в природе, однако они оказывают большое влияние на характер и направление почвообразовательного процесса.

Минералогический состав **твёрдой части почвы** во многом определяет ее плодородие. В состав минеральных веществ входят: Si, Al, Fe, K, Mg, Ca, C, N, P, S, значительно меньше микроэлементов: Cu, Mo, I, B, F, Pb и др. Большинство элементов находится в окисленной форме. Во многих почвах, особенно недостаточно увлажняемых, содержится карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  (определяет жесткость воды), в почвах засушливых областей –  $\text{CaSO}_4$  и другие более легко растворимые соли (хлориты); почвы, влажных тропических областей обогащены Fe и Al.

В почве есть две группы органических веществ. К первой группе относятся соединения, содержащиеся в большом количестве в растительных и животных остатках, а также соединения, являющиеся продуктами жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов. Это белки, углеводы, органические кислоты,

жиры, лигнин, смолы и др. Эти соединения составляют всего 10-15% от всей массы органического вещества почвы.

Вторая группа органических соединений почвы представлена сложным комплексом из гумусовых веществ, или гумуса, возникшего в результате сложных биохимических реакций из соединений первой группы. **Гумусовые вещества** составляет 85–90% органической части почвы, они представлены сложными высокомолекулярными соединениями кислотного характера: гуминовые кислоты и фульвакислоты. В элементном составе гумусовых веществ важную роль играют С, О, Н, N, Р. В гумусе содержатся основные элементы питания растений, которые под воздействием микроорганизмов становятся доступными для растений. Содержание гумуса в верхнем горизонте разных типов почв колеблется в широких пределах: от 1% в серо-бурых пустынных почвах до 12–15% в черноземах. Типы почв отличаются характером изменения количества гумуса с глубиной.

**Жидкая часть почвы** или почвенный раствор – это содержащаяся в почве вода с растворенными в ней газами, минеральными и органическими веществами, попавшими в нее при прохождении через атмосферу и просачивании через почвенную толщу. В ней происходит миграция химических элементов в процессе почвообразования, и растения снабжаются водой с растворенными элементами питания. Реакция почвенного раствора в почвах разных типов неодинакова: кислую реакцию ( $\text{pH} < 7$ ) имеют подзолистые, серые лесные, торфяные почвы, красноземы, желтоземы, щелочную ( $\text{pH} > 7$ ) – содовые солонцы, нейтральную или слабощелочную ( $\text{pH} = 7$ ) – обыкновенные черноземы, луговые и коричневые почвы. Слишком кислый или щелочной почвенный раствор отрицательно влияет на рост и развитие растений.

**Газообразная часть**, или почвенный воздух, заполняет поры почвы, не занятые водой. Суммарный объем почвенных пор (**порозность**) составляет от 25 до 60% объема почвы. В состав почвенного воздуха входят  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ , летучие органические соединения, пары воды, он отличается от атмосферного и определяется характером протекающих в почве химических, биохимических, биологических процессов. Состав почвенного воздуха в зависимости от внешних условий и времени года может существенно меняться. Например, количество углекислого газа ( $CO_2$ ) в почвенном воздухе значительно меняется в годовом и суточном циклах вследствие различной интенсивности выделения газа микроорганизмами и корнями растений. Если в почвенном воздухе резко уменьшается содержание кислорода, то развиваются анаэробные микробиологические процессы, приводящие к образованию метана, сероводорода, аммиака и некоторых других газов, некоторые из них ядовиты.

**Живая часть почвы** состоит из почвенных микроорганизмов и почвенных животных. Активная роль живых организмов в формировании почвы определяет принадлежность ее к **биокосным природным телам** – важнейшим компонентам биосферы.

В результате длительных процессов почвообразования происходит разделение почвенной толщи на **почвенные горизонты** – однородные слои, обладающие одинаковым цветом, строением, структурой и другими признаками (рис. 37).

**Типы почв.** Формирование почвы зависит от сочетания факторов почвообразования, которые различаются на обширных пространствах Земли. Например, там, где температура воздуха невысока, выпадает мало осадков и растительность скудная, почвенный слой тонкий и содержит мало гумуса. Зато в районах с достаточным количеством тепла и осадков, с богатой травянистой

растительностью образуются мощные плодородные почвы. В начале XX века В.В. Докучаев впервые сформулировал закон зональности почв: «почвы... должны располагаться по земной поверхности зонально, в строжайшей зависимости от климата, растительности и пр.». На земном шаре почвы закономерно изменяются на равнинах от экватора к полюсам, а в горах – от подножий к вершинам. Внутри одной природной зоны факторы почвообразования разнятся, поэтому вместе с основным типом почвы в ее пределах образуются и другие типы. В связи с этим почвенная карта мира отличается необыкновенной пестротой.



### Основные типы почв

**Арктические** почвы – самый тонкий слой почв, всего несколько миллиметров или сантиметров, часто разбросанных между скалистых пород, крайне медленно образующийся, поскольку в условиях постоянно низких температур, вымерзания воды и ветров встречаются лишь низшие формы растительности –

мхи, лишайники, и некоторые виды трав. Многие скалистые острова северного полушария являются домом и местом гнездования полярных морских птиц и поэтому они покрыты слоем азотистых соединений, продуктом птичьего помета. В южном полушарии такие почвы отсутствуют.

**Тундровые или тундрово-глеевые** почвы формируются в зоне тундры в условиях постоянного переувлажнения и низких температур, преимущественно на Крайнем Севере в зонах с вечной мерзлотой и в некоторых высокогорных районах. Они маломощны, крайне бедны гумусом. Из-за затрудненного доступа кислорода в этих почвах имеется голубовато-серый глеевый горизонт. Характерны для всей Северной территории России.

**Мерзотно-таежные**, в России распространены в Восточной Сибири и северной части Дальнего Востока. Есть в Канаде и на Аляске. Для них характерно наличие мощного слоя вечной мерзлоты с небольшим поверхностным слоем средней плодородности. В этих почвах часто встречаются признаки прошлых оледенений. В районах горных складчатостей они наиболее бедны – там распространены **горно-луговые почвы**, встречаются **высокогорные почвы**.

На полуострове Камчатка и некоторых островах распространены **вулканические** почвы, это единственное место на территории России, где они представлены. В большей степени они встречаются в горных районах Северной и Южной Америки, на островах Океании.

**Подзолистые** почвы характерны для зоны хвойных лесов, а **дерново-подзолистые** для зоны хвойно-широколиственных (смешанных) лесов. Там, где осадков выпадает больше, чем испаряется, в почвах формируется промывной режим, при котором продукты распада органических и минеральных веществ быстро выносятся в нижние почвенные горизонты. Образуется осветленный подзолистый горизонт, по цвету напоминающий золу. Подзолистые почвы содержат мало гумуса и требуют внесения удобрений. **Серые лесные** почвы формируются под смешанными, широколиственными лесами и лесостепями в условиях умеренного климата. Мягкая зима, теплое лето и умеренное увлажнение приводят к тому, что гумусовый горизонт может достигать 50 см. Все эти виды почв хорошо структурированы.

**Черноземы** являются самыми плодородными из всех почв Земли. Они образуются в зоне степей и лесостепей, где климат сухой и относительно

теплый. Черноземы имеют прочную структуру, мелкокомковатую или зернистую, и содержат самый мощный слой гумуса до 1 м и более, бурого-черного цвета, который формируется из большого количества отмирающей степной растительности и корней, поэтому они необычайно плодородны.

**Каштановые** почвы находятся южнее черноземов, они образуются в более сухих условиях. В России встречаются от зоны средней Волги до Амура вдоль южных и юго-восточных границ.

В других районах земного шара встречаются почвы:

**Сероземы** – почвы пустынь и полупустынь. Они образуются при высоких температурах и недостатке влаги. Гумус в них накапливается только за счет отмирания весенней травянистой растительности и составляет всего несколько сантиметров, он питателен, но эти почвы бедны азотом. Они могут быть плодородны только при хорошем орошении и рациональном использовании.

**Ферраллитные** почвы формируются под влажными экваториальными и тропическими лесами на сильно разрушенных горных породах древней суши – ферраллитной коре выветривания. Они хорошо структурированы, достаточно влагоемки. Из-за содержания в материнской породе большого количества окислов железа и алюминия почвы приобретают красные, желтые и бурые цвета и поэтому носят название **красноземов, желто-красных, красных, красновато-бурых, коричнево-красных почв**. Слой гумуса в этих почвах достаточно большой, но подвержен вымыванию и часто для повышения плодородия в эти почвы вносят удобрения.

На всех материках вдоль равнинной части крупнейших рек, встречаются **речные наносные** почвы. Во время разлива прибрежные территории этих рек часто затопляемы, после спада вод на почве остается ил, водоросли, органика, перемешанные с речным песком, поэтому вдоль берегов сформировались плодородные почвы, которые способствовали распространению первых поселений и развитию земледелия. Такие почвы распространены вдоль рек Нил, Тигр, Евфрат, Инд, Ганг, Хуанхэ, Янцзы, Дунай, Амазонка, Парана, Миссисипи, Маккензи, на территории России – Обь, Лена, Амур.

**Механический состав почв.** По соотношению песчаных и глинистых частиц судят о механическом составе почвы, о ее рыхлости. Если в почве больше песчаных частиц, то это **легкая**

**песчаная почва**, из достаточно крупных частиц, которые не очень плотно соприкасаются между собой, она маловлагоемка, хорошо влагопроницаема, но бедна гумусом. А при большом количестве мелких глинистых частиц плотно прижатых друг другу формируется **тяжелая глинистая почва**, с высокой влагоемкостью и она лучше обеспечена элементами питания. В **супесчаных** и **суглинистых** почвах соотношение песка и глины примерно одинаковое. Супесчаные – бесструктурные и бедные гумусом почвы, хорошо водо- и воздухопроницаемы, но требуют удобрения. Суглинистые – по физическим свойствам наиболее благоприятные для земледелия почвы, со средней влагопроницаемостью и влагоемкостью, хорошо обеспечены гумусом.

Способность почвы распадаться на комочки различных форм и размеров называют **структурой почвы**. Комковатые и зернистые почвы очень плодородны, а бесструктурные почвы, состоящие из мелких пылеватых частиц, не позволяют воздуху и влаге проникать к корням растений, поэтому они неплодородны.

На формирование почвы огромное влияние оказывает **антропогенный фактор**. Воздействие человеческого общества на почвенный покров представляет собой одну из сторон общего влияния человека на окружающую среду. Сейчас особенно острой является проблема разрушения почвенного покрова в результате неправильной сельскохозяйственной обработки почв и строительной деятельности человека, что влияет на некоторые факторы почвообразования, например на растительность (вырубка леса, замена его травянистыми фитоценозами и др.), и непосредственно на почвы путем ее механической обработки, орошения, внесения минеральных и органических удобрений и т.п. Вторая важнейшая проблема – загрязнение почвенного покрова,

вызываемое химизацией сельского хозяйства и индустриальными и бытовыми выбросами в окружающую среду.

**Методы изучения почв.** Сравнительно-географический метод основан на одновременном исследовании самих почв и факторов почвообразования в разных географических условиях с последующим их сопоставлением. Сейчас используются различные анализы, минералогический, термохимический, микробиологический и многие другие. В итоге устанавливается определенная связь в изменении тех или иных свойств почвы с изменением почвообразующих факторов. Зная закономерности распределения почвообразующих факторов, можно создать почвенную карту для обширной территории. Именно так В.В. Докучаевым в 1899 г. была выполнена первая мировая почвенная карта, известная под названием «Схемы почвенных зон Северного полушария».

Метод стационарных исследований заключается в систематическом наблюдении какого-либо почвенного процесса, которое обычно проводится на типичных почвах с определенным сочетанием почвообразующих факторов. Этот метод уточняет и детализирует метод сравнительно-географических исследований.

**Антропогенный рельеф.** В последние столетия человек становится мощной рельефообразующей силой. Он создает горы, котлованы, строит города, под тяжестью которых прогибается земная кора. Осушает или обводняет территории, вмешивается в жизнь берегов, одним словом, меняет первоначальный замысел природы и часто необдуманно. Поэтому результаты изменений приносят не только пользу, но и вред. Рельеф, созданный при участии человека, называется **антропогенным**. К нему относят: терриконы и шахты, котлованы и карьеры, рукотворные пустыни и засоление почв, эрозию почв и техническое повреждение.



### 3.5. Топливные ископаемые ресурсы литосферы

Залежи ископаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), к которым относят в первую очередь **нефть и природный газ**, впервые начали образовываться на Земле около 2,5-3 млрд. лет назад, по мере реформации морского (океанического) дна, насыщенного первичной органикой и древними микроорганизмами. И гораздо позднее, по мере развития и отмирания древесной растительности образовался **каменный уголь**.

1. **Нефть** – дает около 40% мировой энергии (МЭ), образована из морских органических осадочных пород, водорослей и животных, в результате процессов окисления микроорганизмами, способными жить без света и кислорода – анаэробами. И сейчас в нефти живут углеводородные бактерии, их относят к **классу археобактерии**, поскольку у них очень древнее происхождение. Эти бактерии способны окислять углеводородное сырье, разбивая сложные молекулы на более простые соединения, в результате их часто используют для рекультивации земель после загрязнения нефтепродуктами и борьбы с нефтяными и маслянно-жирными пленками на поверхности воды. **По добыче нефти Россия занимает 1 место в Мире – 515 млн. тонн, США – 327, Иран – 181, Мексика и Венесуэла – по 145, Нигерия, Кувейт и Абу-даби – по 103, Индонезия – 76, Ливия – 68 млн. тонн/год. Для сравнения: Индия, Бразилия, Египет, Оман – около 40 млн. тонн.**

**Горючие сланцы** представляют собой известняковую или глинистую горную породу, пропитанную органическими веществами, обычно входящими в состав нефти. Русский геолог И.М. Губкин назвал горючий сланец "недоразвитой нефтью": Порядка 90% добываемого сланца используется исключительно в качестве сырья для топлива. В Самарской области располагается семь месторождений горючего сланца - первое место в России. Разведанные запасы сланца на Средней Волге оцениваются в 600 млн. тонн, а объем еще не разведанных может составить, по некоторым оценкам, 11-12 млрд. тонн.

2. **Природный газ** – 23% мировой энергии и является неотъемлемым спутником процессов нефтеобразования в природе, однако его объемы существенно больше. **Россия по добыче газа, занимает 1 место в Мире –**

810 млрд. м<sup>3</sup>, США – 535, Индонезия – всего 80, а Алжир, Венесуэла, Мексика, Иран, Австралия – 30-50 млрд. м<sup>3</sup>.

Залежи нефти и газа (вместе 63% МЭ) залегают существенно ниже каменного угля, особенно в горной местности и расположены под песчаником, известняком и глиной, в складках и полостях. Эти залежи изменяют гравитационное и магнитное поле над своей поверхностью, что вызывает колебания приборов и является одним из самых современных способов обнаружения этих полезных ископаемых. В низинах и долинах нефть и газ могут иметь природные выходы на поверхность, как например, в Западной Сибири в районе Сургутской низменности ХМАО-Югра (Самотлорские месторождения), на Кавказе – Бакинская нефть, в Средней Азии. Так, в районе г. Ухта (Республика Коми) – нефть известна еще с 15 века, но тогда люди не знали, что с ней делать. В 1745-1767 гг. рудознатец Федор Прядунов вел ее добычу – нефть просачивалась из ключей и выделялась на поверхность воды или породы (горючие сланцы), он собрал около 3,5 тонн, нефть отправлялась в Москву, где перерабатывалась. (Скважину пробурили в 1868 г. и ухтинская нефть использовалась для дозаправки пароходов на Баренцевом море, отправляясь вниз по Печоре). Нефть бывает не только жидкая, на месторождении около Воркуты нефть добывали шахтным способом.

Нефть имеет множество оттенков – от прозрачно-белой, молочной, до зеленой, красной, бурой и черной. В качестве основной примеси может содержать серу и парафины. В среднем 1 литр бензина дает энергии столько, сколько человек расходует за 4 суток, а в двигателе –  $\frac{3}{4}$  энергии уходит и преобразуется в шум и тепло. В результате – надо беречь природные ископаемые и экономично расходовать данные нам природой ресурсы, иначе, по подсчетам ученых, при современном темпе производства запасов угля хватит на 500 лет, газа – на 100 лет, а чистой нефти – на 50 лет. Полезные ископаемые относятся к исчерпаемым природным ресурсам, а нефть, газ и уголь – к невозобновляемым, так как процессы их образования давно завершены и требуют не только миллионы лет, но и особых условий. Нефтью и особенно газом богата шельфовая зона около материков, особенно на Севере России, в Канаде и США.

3. **Каменный уголь – 27% мировой** энергии, образовался из древесины, листьев и коры, преимущественно в каменноугольный период. **Китай добывает – 1 млрд. 300 млн. тонн угля в год, 1 место в Мире, США – 934, Россия – 630**, Германия и Австралия – по 246, для сравнения Канада – всего 75 млн. тонн угля в год
4. **Атомная энергия – 7%** мировой энергии, как промышленный источник электроэнергии, появилась во **второй половине 20 века**, и использует химическую энергию ядерного синтеза. Намного эффективнее и производительнее угольного и углеводородного сырья, но и опаснее в десятки раз, что современное человечество уже испытало на себе не раз. Крупные аварии в США, России и теперь Японии заставили ряд стран отказаться от использования атомной энергии. Однако, как считают ученые – производственная управляемая атомная энергетика – самый безопасный и эффективный способ получения энергии. **Для примера, около спичечного коробка чистого обогащенного урана дает энергии больше, чем 180 железнодорожных вагонов каменного угля, однако и заражение и генетические последствия после аварий с выбросом радиоактивных изотопов гораздо страшнее, а длительность расщепления сотни лет.** И тем не менее, без атомной энергетика многие страны Африки, Азии не смогли бы преодолеть нищету и поднять свою экономику. **В США используется 98 гигаватт атомной энергии в год (1 место в Мире), Франция – 53, Россия с СНГ – 34, Япония (до Фукусимы) – 29, Германия – 25, Канада – 12, Великобритания – 11, для сравнения ЮАР – 2 гигаватта атомной энергии.** Оцените при этом уровень производства и жизни населения стран.
5. **ГЭС – 2,5% мировой энергии**, получаемых на гидроэлектростанциях за счет движения вод в специализированных турбинах, энергия воды преобразуется в электрическую энергию. **В США, 9% потребления – это энергия ГЭС, однако, это в 3 раза больше, чем во всей Африке.** Одними из самых экономичных стран в этом вопросе являются Норвегия, Парагвай, Бразилия, Замбия (всего около 20 стран), где 90% энергии – это энергия ГЭС. Россия обладает величайшими водными речными ресурсами и имеет крупнейшие по производительности ГЭС в Мире.
6. **Геотермальная энергия – относится к альтернативным источникам энергии и составляет всего 0,5%** мировой энергии, однако использование

подземного тепла и горячих вод термальных источников - самая уникальная и экологически безопасная технология производства энергии. Лидером является Исландия, а ее столица город Рейкьявик полностью обеспечена электроэнергией и теплом за счет геотермальных источников. На геотермальных электростанциях за **1 секунду горячий пар нагревает 250 литров воды до кипения.**

7. **Солнечная энергия – 0,5%,** и также относится к альтернативным источникам энергии, однако стала возможной для использования только в **20 веке,** после изобретения специальных фотоэлементов. В настоящее время **3 м<sup>2</sup> современных фотоуловителей солнечной энергии нагревают до кипения 600 литров воды,** и эту энергию можно накапливать в аккумуляторах и хранить. Университет в Вене на 60% обеспечивает свои ресурсы солнечной энергией, как и многие здания и фирмы в Европе, США, Австралии и частный сектор, так как это безопасная и экономичная энергия.

8. **Древесина –** наиболее интенсивно добывается в Африке и Южной Америке, Филиппинах, Индонезии и Южной Корее. Но в силу расположения в тропической и субтропической зонах в этих странах производительность и восстанавливаемость растительности происходит гораздо быстрее, чем например, на территории Сибирского региона России. В последние десятилетия вырубка лесов достигла такой интенсивности, что приносит колоссальный ущерб природным зонам, влияет на изменения климата, водный режим, урожайность сельхозугодий и эрозию почв. Ежегодно **площадь пустынь и полупустынь из-за хозяйственной деятельности человека увеличивается на 10%,** особенно в засушливых регионах. Вырубка лесов и саванн отнесена к одной из глобальных проблем человечества. Не стоит забывать, что пустыня Сахара, одно из творений человеческой цивилизации, образовавшееся на месте саванн около 8000 лет назад в результате выжигания растительности под пастбища и посев зерновых.

9. **Ветровая энергия –** самый малоиспользуемый из безопасных и альтернативных источников энергии, но широко распространен и имеет промышленное значение на востоке США (особенно Оклахома, Колорадо), в Северной Европе на Атлантическом побережье и высоких скалах побережья Швеции, Дании, Германии. В некоторых странах Африки и юго-восточной Азии, Австралии распространен в частных и фермерских хозяйствах.

В 1960-е годы Япония совершила переворот в экономике, названный «Японское экономическое чудо», такого интенсивного роста в экономике не было зафиксировано даже в странах очень богатых нефтью и природными ресурсами. При том, что угля эта страна добывает всего 6 млн. тонн/год, атомной энергии – 29 ГВт, геотермальной энергии – 1 ГВт, ей удалось выйти на лидирующие места в экономике по производству, материальному обеспечению населения, социальному развитию, медицине и научно-технологическому прогрессу, и, как следствие, на 1 место по продолжительности жизни. Обеспечить один из самых больших золотых запасов в Море.

Население США, например, составляет всего 5% населения Мира, однако оно использует 20% мировой энергии. В год один американец потребляет энергии в 2 раза больше, чем европеец и в 1000 раз больше, чем житель Непала. Неэкономность является одной из причин последнего экономического кризиса 2008-2010 гг., начавшегося в США и распространившегося на все страны.

### 3.6. Материки и их характеристика

**Континент** (от лат. continens, родительный падеж continentis) – крупный массив земной коры, значительная часть которого расположена выше уровня мирового океана (суша), а остальная периферийная часть находится ниже уровня океана. К континенту также относят острова, расположенные на подводной периферии. Помимо понятия континент также употребляется термин материк. Общая площадь суши всех континентов 148 647 000 км<sup>2</sup>, или 29,1% площади Земли 510 065 600 км<sup>2</sup>.

**Материк** – очень большой участок суши, окруженный водой и соединенный небольшим участком суши с другими материками.

Отличается от понятия континент тем, что последний со всех сторон омывается водой.

В то же время исторически сложилось так, что сушу на Земле разделяют также на **части света**. Это деление возникло в эпоху географических открытий, мореплаватели постепенно открывали все новые и новые земли, то есть, как тогда говорили, новые «части света». В отличие от деления на материки, два континента Северная Америка и Южная Америка образуют одну часть света – так называемый Новый Свет, а две части света Европа и Азия находятся на одном материке – Евразии, образуя вместе с Африкой, так называемый Старый Свет. Для Австралии иногда применяется наименование «Новейший Свет». В отличие от материка, часть света включает в себя также близкие к матерiku острова, причем близость имеется в виду по исторической традиции, а расстояние может быть и большим.

### Сравнение площади и населения

| Материк    | Площадь<br>(млн. км <sup>2</sup> ) | Доля<br>суши | Население     | Доля<br>насел. | Плотность<br>населения |
|------------|------------------------------------|--------------|---------------|----------------|------------------------|
| Евразия    | 54,0                               | 36.3 %       | 4 902 451 000 | 71%            | 90,8                   |
| Африка     | 30,37                              | 20.4 %       | 1 022 234 000 | 15%            | 33,7                   |
| С. Америка | 24,49                              | 16,5%        | 542 056 000   | 8%             | 22,1                   |
| Ю. Америка | 17,84                              | 12,0%        | 392 555 000   | 6%             | 22,0                   |
| Австралия  | 9,008                              | 5,9%         | 29 127 000    | 0,4%           | 3,2                    |
| Антарктида | 13,72                              | 9,2%         | 1000          | 0,00002 %      | 0,00007                |

**Евразия** – самый большой и единственный материк на Земле, омываемый четырьмя океанами: на юге – Индийским, на севере – Северным Ледовитым, на западе – Атлантическим, на востоке – Тихим. Континент расположен в Северном полушарии между примерно 9° з.д. и 169° з.д., при этом часть островов Евразии

находится в Южном полушарии. Большая часть континентальной Евразии лежит в Восточном полушарии, хотя крайние западная и восточная оконечности материка находятся в Западном полушарии. Евразия протянулась с запада на восток на 16 тыс. км, с севера на юг – на 8 тыс. км, при площади около 54 млн. км<sup>2</sup>. Это более трети площади всей суши планеты. Площадь островов Евразии приближается к 2,75 млн. км<sup>2</sup>.

Содержит две части света: Европу и Азию. Линию границы между Европой и Азией чаще всего проводят по восточным склонам Уральских гор, реке Урал, реке Эмба, северо-западному побережью Каспийского моря, реке Кума, Кумо-Манычской впадине, реке Маныч, восточному побережью Черного моря, южному побережью Черного моря, проливу Босфор, Мраморному морю, проливу Дарданеллы, Эгейскому и Средиземному морям, Гибралтарскому проливу. Это разделение сложилось исторически, однако описанная выше граница Европа – Азия не является бесспорной, это лишь один из нескольких вариантов.

В природном отношении резкой границы между Европой и Азией нет. Континент объединен непрерывностью суши, сложившейся тектонической консолидированностью и единством многочисленных климатических процессов.

**Северная Америка** – один из континентов планеты Земля, расположенный на севере Западного полушария Земли. Северная Америка омывается с запада Тихим океаном с Беринговым морем, заливами Аляска и Калифорнийским, с востока Атлантическим океаном с морями Лабрадор, Карибским, заливом Святого Лаврентия и Мексиканским, с севера – Северным Ледовитым океаном с морями Бофорта, Баффина, Гренландским и Гудзоновым заливом. С запада континент отделен от Евразии Беринговым проливом. На юге граница между Северной и Южной Америкой

проходит через Панамский перешеек. В состав Северной Америки включают многочисленные острова: Гренландия, Канадский арктический архипелаг, Алеутские острова, остров Ванкувер, архипелаг Александра и другие. Площадь Северной Америки 24,2 млн. км<sup>2</sup>, а без островов 20,4 млн. км<sup>2</sup>.

**Южная Америка** – южный континент в Америке, расположенный в основном в Западном и Южном полушариях планеты Земля, тем не менее, частично континент располагается и в Северном полушарии. Омывается на западе Тихим океаном, на востоке – Атлантическим, с севера ограничивается Северной Америкой, граница между Америками проходит по Панамскому перешейку и Карибскому морю.

В состав Южной Америки также входят различные острова, большинство из которых принадлежит странам континента. Карибские территории относятся к Северной Америке. Страны Южной Америки, которые граничат с Карибским морем – включая Колумбию, Венесуэлу, Гайану, Суринам и Французскую Гвиану – известны как Карибская Южная Америка.

Южная Америка – самый влажный материк Земли. Наиболее важными речными системами в Южной Америке являются Амазонка, Ориноко и Парана, общий бассейн которых составляет 9 583 000 км<sup>2</sup> (площадь Южной Америки 17 850 568 км<sup>2</sup>). Большинство озер Южной Америки находятся в Андах, крупнейшим из которых и высочайшим в мире судоходным озером является Титикака, на границе Боливии и Перу. Самым большим по площади является озеро Маракайбо в Венесуэле, оно одно из самых древних на земле.

В Южной Америке находится самый высокий водопад в мире – Анхель, на р. Чурун (1054 м). На материке располагается и самый мощный водопад – Игуасу, это комплекс из 270 водопадов, признанный в 2011 г. Чудом света.



**Африка** – второй по площади материк после Евразии, омываемый Средиземным морем с севера, Красным – с северо-востока, Атлантическим океаном с запада и Индийским океаном с востока и юга. Африкой называется также часть света, состоящая из материка Африка и прилегающих островов.

Африканский континент пересекает экватор и несколько климатических зон; это единственный континент, протянувшийся от северного субтропического климатического пояса до южного субтропического. Из-за недостатка постоянных осадков и орошения – равно как ледников или водоносного горизонта горных систем – естественного регулирования климата нигде, кроме побережий, практически не наблюдается.

**Австралия** (от лат. *Austrālis*-«южный») – континент, расположенный в Восточном и Южном полушариях Земли. Вся территория материка является основной частью государства Австралийский Союз. Материк входит в часть света Австралия и Океания. Северное и восточное побережья Австралии омывают моря Тихого океана: Арафурское, Коралловое, Тасманово, Тиморское моря; западное и южное – Индийский океан. Близ Австралии расположены крупные острова Новая Гвинея и Тасмания. Вдоль северо-восточного побережья Австралии более чем на 2000 км тянется самый большой в мире коралловый риф – Большой Барьерный риф.

**Антарктида** (греч.  $\square$ νταρκτικός- противоположность Арктике) – континент, расположенный на самом юге Земли, центр Антарктиды примерно совпадает с южным географическим полюсом. Антарктиду омывают воды Южного океана. Антарктидой называют также часть света, состоящую из материка Антарктиды и прилегающих островов.

В 1773 г. к береговым льдам материка пристал корабль английского капитана Дж. Кука, но сам материк был открыт

российской экспедицией Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева. Затем в 1911 г. норвежский исследователь Руаль Амундсен достиг Южного полюса. С 1959 г. Антарктида провозглашена нейтральной территорией. Разработка месторождений полезных ископаемых здесь запрещена до 2050 г.

Под вечными льдами толщиной до 4700 м в Антарктиде есть горы выше 3000 м, пустыни, низменности до -2555 м, реки, вулканы, вероятно минеральные источники, и другие формы рельефа. Самый активный вулкан – Эребус (3794 м). В Трансатлантических горах, в Долине Тейлора, находится самая безводная точка на Земле, поскольку при очень низких температурах воздух практически не содержит воды. Однако раньше в Антарктиде царили тепло и жизнь.

**Южный магнитный полюс** Земли располагается за пределами континента и немного за пределами Южного полярного круга, со стороны Индийского океана. (**Северный магнитный полюс** расположен также в океане, но внутри Северного полярного круга, в районе островов Королевы Елизаветы, со стороны Канады).

### 3.7. Виды наземного рельефа

**Полуостров** – часть суши, одной стороной примыкающая к материку или острову, а со всех остальных сторон окруженная водой. Небольшой полуостров часто называется мысом. В большинстве случаев полуостров составляет в геологическом отношении одно целое с материком. В отличие от острова, площадь полуострова – понятие условное. Аравийский полуостров — крупнейший в мире, с общей площадью около 3 млн. км<sup>2</sup>.

**Остров** – участок суши (обычно естественного происхождения), окруженный со всех сторон водой и постоянно возвышающийся над водой даже в период наибольшего прилива.

От материков острова отличаются меньшими размерами (самым большим по площади островом принято считать Гренландию, которая приблизительно в три раза меньше самого малого континента – Австралии). Встречаются одиночные острова и их группы – архипелаги.

Острова различаются по происхождению и их расположению относительно материков. При этом базовым является деление островов на расположенные: в морских водоемах и в пресных.

Исходя из географического расположения, острова в океанах и морях подразделяются на континентальные (материковые), переходной зоны и океанические.

По происхождению острова, расположенные в морских водоемах, подразделяются на:

- сложенные коренными породами;
- образованные аккумулятивной деятельностью вод (волн, прибоа);
- вулканические и грязевулканические; коралловые.

Среди островов рек и озер различают наносные и эрозионные. В отдельную группу выделяют «искусственные острова».

Континентальные острова располагаются в пределах подводной окраины материков и, как правило, сложены коренными породами или образованы аккумулятивной деятельностью волн и прибоа. Наиболее крупные – Гренландия, Новая Гвинея, Калимантан, Мадагаскар и др.

Острова переходной зоны, как правило, вулканического происхождения, однако встречаются и коралловые.

Океанические острова располагаются в пределах океанического ложа и на срединно-океанических хребтах. Они в основном вулканического или кораллового происхождения.

Острова, расположенные в пресных водоемах, подразделяются на наносные и эрозионные. Наносные образуются в результате аккумуляции осадков в русле или береговой зоне озера. Эрозионные острова возникают в результате обтекания рукавами рек останца, сложенного коренными породами или аллювием, а также по причине абразионного отчленения выступающего участка приозерной суши.

В зависимости от наличия населения выделяют обитаемые и необитаемые острова.

### **Некоторые крупнейшие острова (площадью более 30 000 км<sup>2</sup>)**

| Название острова    | Площадь, км <sup>2</sup> | Страна                           |
|---------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Гренландия          | 2 175 600                | Дания                            |
| Новая Гвинея        | 790 000                  | Индонезия и Папуа - Новая Гвинея |
| Калимантан (Борнео) | 737 500                  | Бруней, Индонезия, Малайзия      |
| Мадагаскар          | 587 041                  | Мадагаскар                       |
| Баффинова Земля     | 507 451                  | Канада                           |
| Суматра             | 425 000                  | Индонезия                        |
| Хонсю               | 227 414                  | Япония                           |
| Великобритания      | 219 000                  | Великобритания                   |
| Виктория            | 217 291                  | Канада                           |
| Элсмир              | 196 236                  | Канада                           |
| Сулавеси            | 174 600                  | Индонезия                        |
| Южный остров        | 150 737                  | Новая Зеландия                   |
| Ява                 | 126 700                  | Индонезия                        |
| Северный остров     | 114 050                  | Новая Зеландия                   |
| Ньюфаундленд        | 108 860                  | Канада                           |
| Куба                | 105 007                  | Куба                             |
| Лусон               | 104 688                  | Филиппины                        |
| Исландия            | 102 828                  | Исландия                         |
| Сахалин             | 76 400                   | Россия (22 место)                |
| Северный остров     | 48 904                   | Россия, Новая Земля (28)         |
| Южный остров        | 33 275                   | Россия, Новая Земля (41)         |

## Острова, разделенные между странами

### *Три государства:*

Калимантан – Бруней, Индонезия, Малайзия.

Кипр – Республика Кипр, самопровозглашенная Турецкая Республика Северного Кипра, также на острове расположены две британские базы – Акротири и Декелия.

### *Два государства:*

Большой Уссурийский – Россия, Китай.

Гаити – Гаити, Доминиканская Республика.

Ирландия – Великобритания, Ирландия.

Куба – Куба, на острове также расположена экстерриториальная база США Гуантанамо.

Мальта – Мальта, Мальтийский орден (форт Сант-Анджело).

Меркет – Финляндия, Швеция.

Новая Гвинея – Индонезия, Папуа-Новая Гвинея.

Огненная Земля – Аргентина, Чили.

Святого Мартина – Нидерланды, Франция.

Тимор – Восточный Тимор, Индонезия.

Узедом – Германия, Польша.

**Мыс** – участок суши, вдающийся в море, озеро, реку. Может быть сложен как коренными породами, так и наносами.

Своим существованием мысы, как правило, обязаны процессам эрозии. Предпосылкой для появления мыса служит наличие на береговой линии одновременно мягких и твердых пород. Мягкие породы, такие как песок, разрушаются под действием волн существенно быстрее, чем твердые. В результате образуется мыс.

Формирование мысов, как правило, происходит на пересеченных участках береговой линии, где мягкие и твердые породы располагаются поочередно рядами перпендикулярно фронту волн прибоя. Появление мыса приводит к тому, что большая часть энергии волны переносится на него. В результате энергия

волны не достигает береговой линии, а воздействует на мыс, что иногда вызывает изменение формы мыса, превращая его в пещеру или природную арку.

### **Крупнейшие и известные мысы**

|  |
|--|
| Мыс Матапан (Мыс Тенарон) – Греция (в древнегреческих легендах)  |
| Мыс Геллес – Турция (Галлипольский полуостров)   |
| Мыс Доброй Надежды или мыс Бурь – ЮАР  |
| Мыс Игольный (Агульяс) (Cape Agulhas) – ЮАР  |
| Мыс Кабу-Бранку – Бразилия (самый восточный мыс Бразилии)  |
| Мыс Гвардафуй – Сомали (восточный мыс Африканского континента)   |
| Мыс Рас-Хафун или Мыс Элефант (Слон) – Сомали (самая северная точка Сомали, граница Аденского залива, напоминает лежащего слона) |
| Мыс Горн – Чили  |
| Мыс Дежнева – Россия   |
| Мыс Принца Уэльского – США (Аляска)  |
| Мыс Финистерре – Испания   |
| Мыс Канаверал – США (Флорида)  |

Мыс Марроки (мыс Тарифа). Самая южная точка континентальной Европы. Расположен на окраине города Тарифа в испанской провинции Кадис. Технически находится в юго-западной части бывшего острова Лас-Паломас, соединенного с материком дамбой. Южная оконечность мыса находится почти на 36° с.ш. Мыс находится в самом узком месте Гибралтарского пролива.

Мыс Бурь или Мыс Доброй Надежды. Расположен в ЮАР на Капском полуострове южнее Кейптауна. В 1488 г. мыс Доброй Надежды был открыт португальским мореплавателем Б. Диашем и назван Мысом Бурь. Однако, португальский король Жуан II переименовал мыс, оправданно надеясь на то, что теперь откроется морской путь в Индию. Он является самой крайней юго-западной точкой Африки, что подтверждает и надпись с точными

координатами, установленная на площадке перед мысом. В 1497 г. Васко да Гама, обогнув Мыс Доброй Надежды, проложил морской путь до индийского побережья. Таким образом, «Добрая Надежда» короля Жуана оправдалась, и за мысом закрепилось его имя.

Мыс Кабу-Бранку (порт. Cabo Branco-«белый мыс») в 8 км к северо-востоку от города Жуан-Песоа в Бразилии. Был открыт испанским мореплавателем Д. Лепе в 1500 г. и назван в честь Святого Августина – Сан-Агустин. На утесах мыса расположен маяк, на котором есть знак самой восточной точки материка, однако крайней точкой является находящийся рядом мыс Сейшас.

Мыс Фроуорд (исп.: Cabo Froward) на берегу Магелланова пролива, на полуострове Брансуик, в 100 км к югу от Пунта-Аренаса, самая южная континентальная точка Южной Америки.

Мыс Горн (нидерл.: Каар Hoorn, исп.: Cabo de Hornos) крайняя южная точка архипелага Огненная Земля, расположен на острове Горн, омываемом водами пролива Дрейка. Примерно в 100 км к юго-западу от мыса Горн расположена группа небольших островов Диего-Рамирес, которые и являются южной точкой части света.

Мыс Байрон (англ. Cape Byron), восточная точка Австралийского континента ( $28^{\circ}37'58''$  ю.ш.  $153^{\circ}38'20''$  в.д.). В 1770 г. Мыс Байрон назван Д. Куком, в честь Джона Байрона совершившего кругосветное плавание на корабле «HMS Dolphin» в 1764-1766 гг.

Мыс Фроуорд (исп.: Cabo Froward) на берегу Магелланова пролива, на полуострове Брансуик, примерно в 100 км к югу от Пунта-Аренаса, южная континентальная точка Южной Америки.

**Коса** – низкая намывная полоса суши на берегу моря или озера, соединяющаяся одним концом с берегом. Сложена обычно сыпучим материалом, перемещаемым вдольбереговыми течениями: песком, галькой, гравием, ракушей. Коса образуется в результате

перемещения обломочного материала волнами и вдольбереговыми течениями и аккумуляции (отложения) этих наносов в результате огибания потоком наносов выступа берега. Если коса образуется при одновременном поступлении наносов с двух противоположных сторон и выдается в открытое море почти перпендикулярно берегу, она называется стрелка.

**Горы – очень крупные положительные формы рельефа.**

**Гора** – изолированное резкое поднятие среди относительно ровной местности с выраженными склонами и подножием или вершина в горной стране.

По характеру вершины выделяют пикообразные, куполообразные, платообразные и другие горы. Вершины подводных гор могут представлять собой острова. По происхождению говорят о тектоноденудационных горах и вулканических.

В горах, особенно высоких, встречается большое количество видов **микрорельефа** (мелких формы рельефа, не превышающих в поперечнике и в высоту нескольких метров), нехарактерных для равнинных участков земной поверхности. К элементам горного микрорельефа относят: вершины, подножия, склоны, перевалы, долины, гребни, ледники, морены и др. В высокогорье многие элементы микрорельефа (например, морены) имеют ледниковое происхождение и потому не встречаются в среднегорье и равнинной местности, где со времени существования ледников прошел слишком большой период времени. Одна из высочайших гор в мире по относительной высоте – Мауна-Кеа (4205 м) с сезонной снеговой шапкой.

В зависимости от относительной и абсолютной высоты горы принято делить на:



- высочайшие, свыше 5 км;
- высокие, относительной высотой 2 км и абсолютной – 3 км;
- средние, относительной высотой 0,5-2 км, абсолютной – 1-3 км;
- низкие, относительной высотой 200-500 м, абсолютной до 1000 м.

По возрасту горы подразделяются на:

- молодые, - средние и - старые.

### Высочайшие горы по континентам и частям света

| Континент   | Название горы | Абс. высота, м |
|---|---------------|----------------|
| Евразия (Азия)<br>(Эверест, она же Сагарматха (непал.)          | Джомолунгма   | <b>8848</b>    |
| Южная Америка   | Аконкагуа     | <b>6959</b>    |
| Северная Америка  | Мак-Кинли     | <b>6194</b>    |
| Африка  | Килиманджаро  | <b>5895</b>    |
| Евразия. (Европа. Существует спор, относится к Европе или Азии. | Эльбрус       | 5642           |
| Антарктида  | Массив Винсон | <b>4897</b>    |
| Евразия. (Европа. Существует спор, относится к Европе или Азии) | Монблан       | 4808           |
| Австралия   | Косцюшко      | <b>2228</b>    |

**Горы** – сильно расчлененные части суши, значительно, на 500 м и более, приподнятые над прилегающими равнинами. От равнин горы отделены либо напрямую подножием склона, либо предгорьями. Горы могут быть линейно вытянутыми или дугообразными с параллельным, решетчатым, радиальным, перистым, кулисным или ветвистым рисунком расчленения. Различают высокогорья, среднегорья и низкогорья.

Горные системы занимают 64% поверхности Азии, 36% – Северной Америки, 25% – Европы, 22% – Южной Америки, 17% – Австралии и 3% – Африки. В целом 24% земной поверхности приходится на горы. 10% всех людей живет на территории гор. Горы

формируются в тектонически активных областях. В горах берет свое начало большинство рек Земли. В межгорных впадинах и долинах встречаются горные озера. Горы обычно ограничены предгорьями, образующими их подножие. Они обладают разными типами водоразделов (гребни, вершины, поверхности выравнивания).

По происхождению горы делятся на:

- тектонические. В зависимости от характера деформаций земной коры среди них выделяются складчатые, глыбовые и складчато-глыбовые;
- эрозионные;
- вулканические.

В зависимости от площади, занимаемой горами, их строения и возраста, выделяют: изолированные поднятия небольшой протяженности, так называемые островные горы (например, Хибины); горные группы; горные хребты; горные массивы; горные системы; горные страны; горные пояса – крупнейшая категория горного рельефа.

**Горный хребет** – крупное линейно вытянутое поднятие рельефа с четко выраженными склонами, пересекающимися в верхней части горного хребта. Точки наибольших высот образуют **гребень** хребта, линию, вытянутую в продольном направлении, разделяющую хребет на два склона и служащую **водоразделом** (линией, разделяющей смежные речные бассейны). К продольным окончаниям хребта гребень, как правило, понижается. По гребню проводится так называемая **осевая линия**, которую показывают на орографических схемах.

Форма, протяженность и высота зависят от эпохи возникновения, истории развития, от составляющих его пород. Высота гребня над **подножием** – от нескольких сот метров до

нескольких километров; протяженность хребта – десятки и сотни километров, склоны обычно довольно крутые. По форме осевой линии преобладают прямолинейные и слабо изогнутые хребты. Крупные горные хребты часто имеют **отроги** – боковые ответвления, представляющие собой более мелкие хребты.

Места пересечения или стыка двух или нескольких горных хребтов именовются **горными узлами**; может представлять собой центр нескольких радиально расходящихся хребтов.

Расположенные линейно друг за другом горные хребты и массивы, разделенные понижениями, образуют **горную цепь**. Совокупность горных хребтов образует **горную систему**.

**Горная система** – горы (или их крупная часть), объединенные территориально, имеющие общую причину происхождения и обладающие морфологическим единством. Горная система состоит из совокупности горных хребтов, горных массивов, нагорий, межгорных впадин и долин. Отдельные крупные составляющие рельефа горной системы (хребты, впадины), представляют собой проявление единого механизма горообразования и связаны между собой. Понятие «Горная система» нередко совпадает с понятием «горная страна», но может быть ее частью или объединять в себе несколько горных стран.

**Горный массив** – участок горной системы, расположенный относительно изолированно и имеющий примерно одинаковые протяженность и ширину (массив Монблан в Альпах, Моголтау в Тянь-Шане). Горные массивы, как правило, слабо расчленены, имеют ярко выраженное морфологическое единство. От соседних хребтов горные системы отделены широкими и глубокими долинами. Горные массивы, сложенные породами, взаимодействующими с водой, называются карстовыми.

**Горный пояс** – самая крупная единица в классификации горного рельефа. Состоит из нескольких горных систем, вытянутых в единую полосу. В пределах горной системы, как правило, преобладает какой-то один тип гор – складчатых, глыбовых, вулканических и других. Горные системы преимущественно привязаны к определенным тектоническим элементам земной коры: молодым складчатым областям, где горные породы подвергаются сжатию и сминаются в складки; рифтовым зонам, где происходит растяжение коры; активизированным платформам, где происходит раздробление древних горных пород на блоки и их поднятие.

**Основные горные системы Земли:** Горный Алтай, Монгольский Алтай, Альпы, Анды (Андийские Кордильеры), Атлас, Большие Гималаи, Восточные Гималаи, Большой Кавказ, Малый Кавказ, Внутренний Тянь-Шань, Восточный и Западный Памир, Гиссаро-Алай, Гиндукуш, Каракорум, Куньлунь, Кордильеры, Саяны.

**Крупнейшие горы Европы:** Альпы, Апеннины, Пиренеи, Карпаты, Судеты, Уральские горы, Хибины, Кавказские горы, Крымские горы, Шварцвальд, Скандинавские, Кантабрийские горы, Родопы, Балканские горы, Грампианские горы, Пеннинские горы, Кембрийские горы, Рудные горы, Вогезы, Кастильские горы, Каталонские горы, Троодос.

**Среди горных систем в России можно выделить:** Большой Кавказ, Уральские горы, Алтай, Верхоянский хребет, Западный и Восточный Саяны, хребет Черского, Сихотэ-Алинь. В России 54 вершины, высота которых более 4000 м, из них 51 принадлежит Большому Кавказу, 2 Алтаю и 1 находится на Камчатке.

За покорение 10 высочайших вершин России Федерацией альпинизма России учрежден почетный знак и звание «**Снежный барс России**». Норматив для присвоения этого почетного звания предусматривает восхождение на все 8 пятитысячников России, расположенных на Кавказе, а также высшие точки других горных

районов: Белуху и Ключевскую сопку. Первым альпинистом, выполнившим норматив, стал Алексей Букинич из Сочи.

### Список горных вершин России свыше 5000 м

| <i>Вершина (Высота, м. Координаты. Горная система. Субъект РФ).</i> |   |  |
|---|---|--|
| <i>БКХ – Большой Кавказский хребет или Большой Кавказ (БК).</i>     |   |  |
| 1. Эльбрус  | (5642 м,  | 43°21'11" с.ш. 42°26'13" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария и Карачаево-Черкесия) – наивысшая в России; |
| 2. Дыхтау   | (5204 м,  | 43°03'09" с.ш. 43°07'53" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария);   |
| 3. Коштан-тау   | (5152 м,  | 43°03'00" с.ш. 43°12'43" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария);   |
| 4. Пик Пушкина  | (5100 м,  | 43°00'51" с.ш. 43°04'12" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария);   |
| 5. Джангитау  | (5085 м,  | 43°01'18" с.ш. 43°03'17" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария);   |
| 6. Шхара  | (5068 м,  | 42°59'58" с.ш. 43°06'42" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария (Россия), и Сванетия (Грузия);              |
| 7. Казбек   | (5034 м,  | 42°42'26" с.ш. 44°29'56" в.д.,<br>БК, Северная Осетия (Россия), Грузия);                             |
| 8. Мижирги  | (5025 м,  | 43°02'40" с.ш. 43°08'55" в.д.,<br>БК, Кабардино-Балкария);   |
| 9. Белуха   | (4506 м, 49°48'25" с.ш. 86°35'23" в.д., Алтайские горы, Алтай); вторая Таван-Богдо-Ула (4082 м, 49°08'45" с.ш. 87°49'09" в.д.); |  |
| 10. Ключевская Сопка  | (4850 м, 56°03'22" с.ш. 160°38'39" в.д. П-ов Камчатка).   |  |

**Ледник** – масса льда преимущественно атмосферного происхождения, испытывающая вязкопластическое течение под действием силы тяжести и принявшая форму потока, системы потоков, купола (щита) или плавучей плиты. Современные ледники покрывают площадь свыше 16 млн. км<sup>2</sup>, или около 11% суши. В них сосредоточено более 25 млн. км<sup>3</sup> льда, почти  $\frac{2}{3}$  объема пресных вод на планете.

Общим условием образования ледников является сочетание низких температур воздуха с большим количеством твердых атмосферных осадков, что имеет место в холодных странах высоких широт и в вершинных частях гор. Однако, чем больше суммы осадков, тем выше могут быть температуры воздуха. Так, годовые суммы твердых осадков меняются от 30-50 мм в Центральной Антарктиде, до 4500 мм на ледниках Патагонии, а средняя летняя температура от  $-40^{\circ}\text{C}$  в Центральной Антарктиде, до  $+15^{\circ}\text{C}$  у концов самых длинных ледников Средней Азии, Скандинавии, Новой Зеландии, Патагонии.

Преобразование снега в **фирн**, а затем в лед, может идти как при отрицательной температуре (путем рекристаллизации, вызываемой давлением вышележащей толщи и уменьшением пористости снега), так и при температуре таяния (посредством таяния снега с повторным замерзанием талой воды в толще).

На леднике выделяют в верхней части область питания (аккумуляции) и в нижней части область расхода (абляции), то есть области с положительным и отрицательным годовым балансом массы. Их разделяет граница питания, где накопление льда равно его убыли. В случае существенного усиления питания и превышения его над таянием, край ледника продвигается вперед – ледник наступает, при обратном соотношении ледник отступает.

Некоторые ледники испытывают быстрые подвижки (пульсации, серджи), которые возникают как результат процессов внутри самого ледника. В определенных условиях (низкая температура, низкая влажность воздуха, высокая солнечная радиация) на поверхности ледников могут образовываться **кающиеся снега** и льды, остроконечные образования, иногда достигающие длины нескольких метров, которые наклонены в направлении на полуденное положение солнца и напоминают

коленипреклоненные фигуры молящихся. Впервые это природное явление было описано Чарльзом Дарвином в 1835 г. во время его путешествия в Анды в Южной Америке.

Существуют многообразные классификации ледников. Большинство из них морфологические или морфолого-динамические, есть геофизическая классификация ледников.

Ледники бывают не только горные. Шельфовый ледник – плавающий ледник, имеющий форму плиты толщиной в сотни метров и большой горизонтальной протяженностью. Обычно имеет свободный край (барьер), от которого откалываются айсберги.

**Ущелье** – глубокая горная долина с отвесными непроходимыми склонами. Как правило, в ущельях сохраняется угроза схода лавин, ледников и селевых потоков. Ущелья образуются, когда река как бы промывает щель в горном массиве. В отличие от каньона в ущелье дно не полностью занято рекой (другую часть часто занимает лес), поэтому ущелья нередко выполняют функцию естественного прохода в горах.

**Долина речная** – отрицательная, линейно вытянутая форма рельефа с однообразным падением. Образуется обычно в результате эрозионной деятельности текучей воды. Речная вода, смывая берега и подошву, образует речную долину. Зачаточными формами речных долин являются промоины, балки, овраги, создаваемые непостоянными (периодическими) водотоками. Долины обычно образуют целые системы; одна долина открывается в другую, эта, в свою очередь, в третью и т. д., пока их сливающиеся водотоки одним общим руслом не впадут в какой-либо водоем. Гидрологами, геологами и геоморфологами выделяются следующие основные элементы долины:

- Склоны – участки поверхности, ограничивающие долину с боков;

- дно или ложе (иногда днище) – самая низкая и относительно ровная часть долины, заключенная между подошвами склонов;
- подошва склонов – линия сопряжения склонов с дном долины;
- бровка – место сопряжения склонов долины с поверхностью прилегающей местности;
- террасы – относительно горизонтальные площадки на различной высоте над современным дном долины.

У молодых долин дно бывает неразвито, а склоны подходят к самой реке, являясь одновременно берегами текущей в ней реки.

Склоны долины могут быть высокими или низкими, крутыми или пологими. По крутизне оба склона долины бывают одинаковыми либо различными (асимметричными). У асимметричных долин Северного полушария более крутым чаще бывает правый, а в Южном полушарии – левый склон.

Различаются горные и равнинные долины. Для первых характерна значительная глубина при относительно небольшой ширине и неравномерное падение продольного профиля. Вторые, широкие, имеют незначительную глубину и крутизну склонов, небольшие уклоны и т. п.

В своем верховье долина чаще всего начинается водосборной воронкой или ледниковым цирком. Реже встречаются долины с открытыми верховьями. **Устьевая (нижняя) часть долины** часто сопровождается дельтой или конусом выноса, либо представляет залив водоема, в который впадает река, в виде губы или **эстуария**.

Речные долины представляют собой очень сложную, разветвленную и в то же время связанную между собой единую систему ландшафтов. Они четко обособлены в физико-географическом отношении и резко контрастируют по своей морфологии с окружающими материковыми ландшафтами.



Постоянно меняющий направление, блуждающий речной поток приводит к большой изменчивости долинного ландшафта, к его непрерывной и глубокой перестройке. Речные долины постоянно омолаживаются, в них всегда можно наблюдать как самые начальные стадии формирования рельефа и развития биогеоценозов, так и более поздние. Специфичны для речных долин и не имеют аналогов среди зональных типов ландшафтов гидрологические особенности: весенне-летние половодья, дождевые и ветровые паводки. Единство речных долин проявляется в большой синхронности разливов на всем продольном профиле долины. Поймы равнинных рек служат хорошими сенокосными угодьями; в безопасных от эрозии местах распахиваются, террасы также используются под посев всевозможных сельскохозяйственных культур, часто служат местом расположения населенных пунктов (особенно в горных странах); склоны нередко покрыты лесом.

Долина, кроме флювиальной, то есть сформированной действием текущей воды, может быть тектонической, если ее появление связано с геологическим строением рельефа. К таковым относятся Алайская долина в Средней Азии и Калифорнийская долина в Северной Америке.

**Каньон** (исп. cañón «труба, ущелье») – глубокая речная долина с очень крутыми, нередко отвесными склонами и узким дном, обычно полностью занятым руслом реки.

Самым глубоким каньоном в мире считается каньон Котауаси (Перу), его глубина равна 3535 метров.

Сулакский каньон, образованный рекой Сулак между хребтами Гимринским и Салатау (Россия, Дагестан), достигает глубины около 1900 м и длины около 53 км и является одним из крупнейших каньонов в мире по глубине.

Крупнейший каньон по протяженности и один из крупнейших каньонов мира по глубине – Большой Каньон реки Колорадо в США (длина более 446 км, глубина до 1600 м).

Самый большой в Европе – это каньон реки Тары в Черногории (длина 82 км, глубина до 1300 м). Второй в мире каньон по длине и ширине – каньон реки Фиш-Ривер (Намибия, длина 161 км, ширина 27 км, глубина 550 м).

**Равнины** – участки поверхности суши, дна морей и океанов, для которых характерны: колебание высот до 200 м и незначительный уклон местности (до 5°). Равнины занимают 64% территории суши. Крупнейшая равнина мира: Амазонская низменность (свыше 5 млн. км<sup>2</sup>).

В зависимости от абсолютных высот различают: низменные (до 200 м); возвышенные (200-500 м); нагорные или высокие (более 500 м) равнины и плоскогорья.

По структурному признаку выделяют равнины платформенных и орогенных (горных) областей.

По преобладающим внешним процессам можно выделить: денудационные (образованы в результате разрушения возвышенных форм (гор) рельефа) и аккумулятивные равнины (образовались путем накопления осадочных отложений).

**Высокая равнина** – характеризующаяся уклонами менее 5° и различиями высот не более 200 м. Располагаются на абсолютных высотах от 500 м и выше. В Забайкалье высокая равнина выделяется как особый природный округ – Улдза-Торейская высокая равнина.

Степь и ее разновидности. На разных континентах степь имеет разные названия: в Северной Америке – **прерии**; в Южной Америке – **пампа** (пампасы), а в тропиках – **льянос**. Аналогом

южноамериканских льянос в Африке и в Австралии является **саванна**. В Новой Зеландии степь называется **туссоки**.

**Возвышенность** – участок поверхности, характеризующийся приподнятостью относительно окружающих пространств (например, Валдайская возвышенность, Среднерусская возвышенность и др.). Условно возвышенность определяют как участок с абсолютной высотой более 200 м и противопоставляют низменности. Обычно возвышенность не имеет четко выраженных склонов.

**Эоловый рельеф**. Переноса песчинки, ветры могут быть и зодчими, удаляющими с камня все лишнее, и строителями, создающими из песка, продукта разрушения камней, удивительные формы рельефа, называемые эоловыми городами, по имени древнегреческого бога Эола, повелителя ветров. Барханы и дюны относят к эоловым формам.

### 3.8. Особо опасные природные явления в литосфере

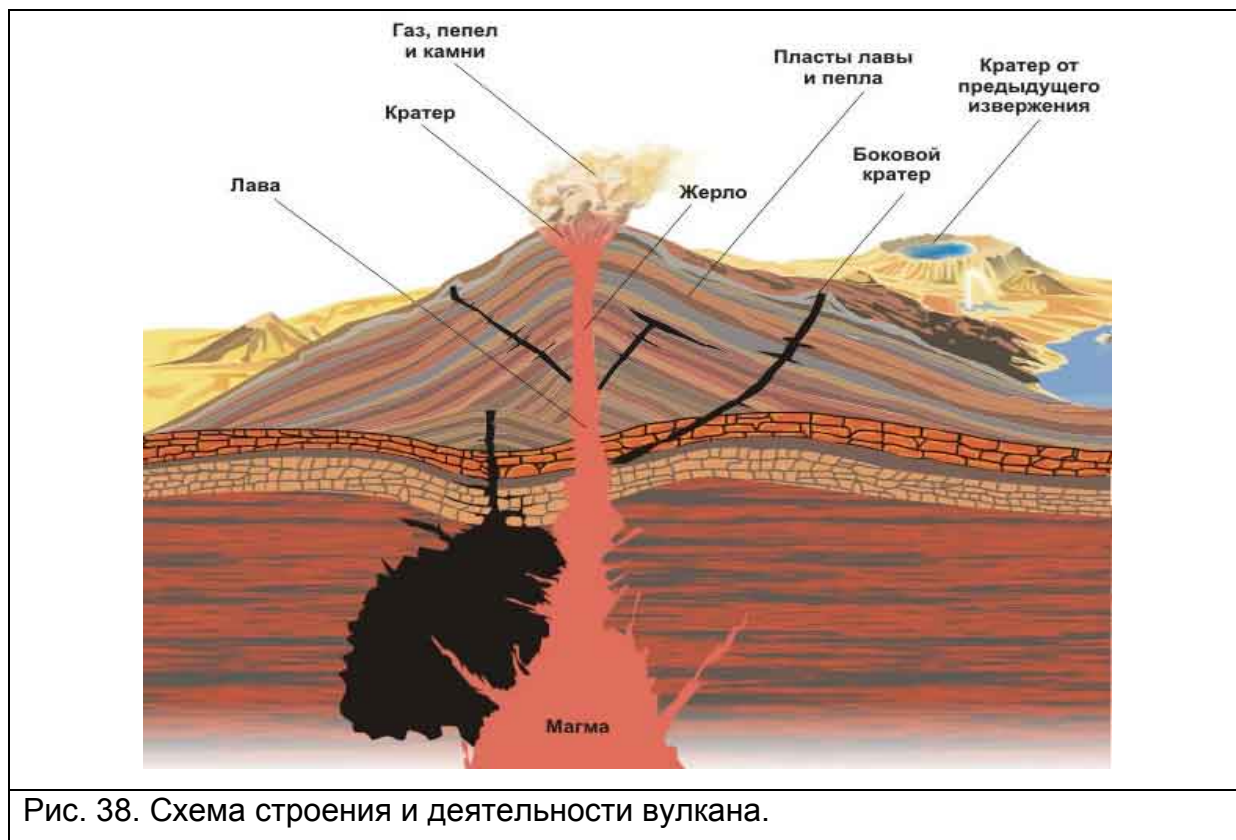
**Вулканизм** – совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности. **Вулкан** – конусообразные или куполовидные возвышения над каналами, трубками взрыва и трещинами в земной коре, по которым извергаются из недр газы, лава, пепел, обломки горных пород.

Обычно вулканы – это отдельные горы, сложенные из продуктов извержений. Но до первого извержения они, как правило, имеют остrokонечную вершину и не всегда можно предположить, что гора является вулканом, если она не проявляет активности. Такие вулканы называют молодыми или не зрелыми.

Общие признаки вулканизма, однако, есть, кроме эпизодической сейсмической активности, могут дымить горные породы или вершины, выбрасывать газ, при смешивании с водой он

образует серную кислоту, вызывает гибель животных и рыб. Вулканы бывают высокими горами, со снежными вершинами, иногда ледники резко таят, активизируются гейзеры и т.д. Вулканы – мощный рельефообразующий фактор, как и землетрясения.

Основные части вулканического аппарата (рис. 38): **магматический очаг** (в верхней мантии на глубине 50-70 км или в глубине земной коры); **жерло** – выводной канал, по которому магма поднимается к поверхности; **конус** – возвышенность на поверхности Земли из продуктов выброса вулкана; **кратер** – углубление на поверхности конуса вулкана. **Магма** (от греч. *магма* – густая мазь) – это расплавленная масса преимущественно силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли. Достигая земной поверхности, магма извергается в виде лавы. **Лава** отличается от магмы отсутствием газов, улетающих при извержении. Вулканы (по имени бога огня – Вулкана).



**Извержения вулканов** бывают: *длительными* и *кратковременными*. **Классификация вулканов:** Действующие; Уснувшие (относятся вулканы, об извержениях которых нет сведений, но они сохранили свою форму и под ними происходят локальные землетрясения). Потухшие (без какой-либо активности).

Продукты извержения (газообразные, жидкие, твердые). Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная ночной. Извержение вулкана Везувия полностью уничтожило города Помпею и Гераклион, а по мощности составляло 100 тыс. атомных взрывов, толщина слоя пепла, покрывшего города, 8-11 м. Но при извержении вулканов Сантарион и Тамбоа – вероятно, мощность была более 250 тыс. атомных взрывов, и вызвало почти полное уничтожение целых цивилизаций.

#### ***Поражающие факторы при извержении вулкана:***

- **Раскаленные лавовые потоки.** Скорость достигает 100 км/ч. Они проходят путь до десятков километров, покрывают площадь до сотен квадратных километров и сжигают все на своем пути.
- **Палящие лавины.** Состоят из глыб, песка, пепла и вулканических газов с температурой до 700°C. Спускаются по склону вулкана со скоростью до 150-200 км/ч и проходят путь до 10-20 км – пирокластические потоки.
- **Тучи пепла и газов.** Выбрасываются в тропосферу или стратосферу на высоту 1-5 до 15-20 км, а при мощных взрывах – до 50 км. Толщина слоя откладывающегося пепла вблизи вулкана может превосходить 10 м, а на расстоянии 100-200 км от источника – 1 м.
- **Взрывная волна и разброс обломков.** При взрывах вулканов объем выбросов измеряется кубическими километрами. При взрыве, направленном в сторону, ударная волна с температурой до нескольких сотен градусов разрушительна на расстоянии до 20 км, разбрасываемые вулканические бомбы имеют диаметр 5-7 м и отлетают на расстояние до 25 км.
- **Водные и грязекаменные потоки.** Двигутся со скоростью до 90-100 км/ч. Проходят путь до 300 км. Покрывают площади в сотни км<sup>2</sup>.
- **Резкие колебания климата** обусловлены изменением теплофизических

свойств атмосферы из-за ее загрязнения вулканическими газами и аэрозолями. При крупнейших извержениях вулканические выбросы распространяются над всей планетой.

**Землетрясения** – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. Именно в мантии происходят тектонические процессы, вызывающие землетрясения. Наука, изучающая землетрясения, называется **сейсмологией**. Колебания грунта, регистрируются специальными приборами – **сейсмографами**. Последовательно землетрясения происходят в виде серии толчков, которые включают (рис. 39):

- **форшоки** – толчки, предшествующие сильному землетрясению;
- **главный толчок**;
- **афтершоки** – толчки, постепенно убывающей силы, возникающие после сильного толчка.

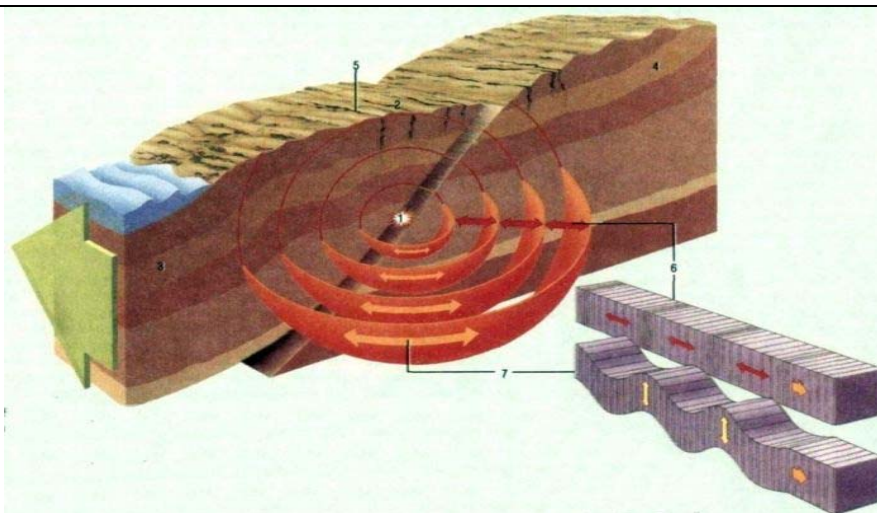


Рис. 39. Схема разлома в земной коре и образования землетрясения.

Число толчков и промежутки времени между ними могут быть различными. Главный толчок характеризуется наибольшей силой.

Его продолжительность обычно несколько секунд, но субъективно людьми толчок воспринимается как очень длительный.

- **очаг землетрясения** – это некоторый объем в толще Земли, в пределах которого происходит высвобождение энергии.
- **центр очага** – условная точка внутри Земли, именуемая гипоцентром, или фокусом.
- **эпицентр землетрясения** – условная точка на поверхности земли, расположенная над очагом землетрясения, где зародился первый импульс колебания и смещения (место, где сотрясение достигли наибольшей силы).
- **плейстосейстовая** область – вокруг эпицентра, где происходят наибольшие разрушения

Линии, соединяющие пункты с одинаковой интенсивностью колебаний, называются **изосейстами**.

Шкалу для измерения интенсивности землетрясений в 80-е гг. XIX в. создали Де Росси и Форель (от I до X), в 1920 г. итальянец Меркалли предложил другую шкалу с диапазоном от I до XII, в 1931г. эта шкала была усовершенствована Вудом и Ньюменом. В 1963 г. С. Медведев предложили новую шкалу. По международной шкале **MSK-64** сила землетрясений оценивается в 12 баллах. В 1935 г. профессор Калифорнийского технологического института Ч. Рихтер предложил оценивать энергию землетрясения **магнитудой** (от лат. Magnitudo-величина). **Магнитуда** – условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением. Значение магнитуды определяется из наблюдений на сейсмических станциях. **Магнитуда самых сильных землетрясений по шкале Рихтера не превышает 9.**

**Оползень** – скользящее смещение под действием силы тяжести на более низкий уровень масс грунта, частей горных пород,

формирующих склоны гор, холмов, речных и морских террас без потери контакта между движущимися и неподвижными грунтами. Начинается вследствие нарушения равновесия. Причины:

- **естественные:** увеличение крутизны склона, подмыв их оснований морскими и речными водами, сейсмические толчки, выветривание.
- **искусственные:** вырубка леса, вывоз грунта, строительство дорог, неразумное ведение сельского хозяйства на склонах.

**Лавины** – снежный обвал массы снега, скользящий с гор склона под влиянием какого-либо воздействия, увлекающий за собой новые массы снега.

**Лавинный очаг** - это участок склона и его подножья, в пределах которого движется лавина. Очаг состоит из трех зон: зарождения (лавиносбор), транзита (лоток), остановки лавины (конус выноса). Лавины образуются при снегонакоплении и на безлесных склонах крутизной от 15° до 50°. При крутизне более 50° снег осыпается. Сила удара лавины – от 5 до 50 тонн/м<sup>2</sup>. Удар в 3 тонн/м<sup>2</sup> разрушает деревянные строения, а в 10 тонн/м<sup>2</sup> – вырывает с корнем взрослые деревья. Скорость движения от 25 до 75 м/с.

## Резюме

Твердая поверхность – один из важнейших абиотических средообразующих компонентов окружающей среды в системе «суша – вода – воздух», крайне необходимый для проживания большинства ныне существующих высших живых форм, в том числе и человека. Это более сложная и менее стабильная, в плане эволюционного развития и адаптационного приспособления, среда обитания, с гораздо большими колебаниями окружающих условий, чем, например, водная оболочка. Тектоника плит сыграла в науках о



Земле роль, сравнимую с гелиоцентрической концепцией в астрономии, или открытием ДНК в генетике, на дала наукам о Земле предсказательную силу. Континенты перестанут дрейфовать только тогда, когда будет исчерпана вся тепловая энергия Земли. В результате этих внутренних сил и процессов на поверхности Земли сформировалось огромное количество форм макро- и микрорельефа. Рельеф сам по себе влияет на факторы гидросферы и атмосферы. В свою очередь его образование зависит от воздействия внешних сил, все тех же сред – жидкой, воздушной. Кроме того существенным явился биологический компонент природообразующей среды – от микроорганизмов (редуценты), растений (продуценты), до высших форм (консументы). Но наиболее глобальную роль оказывают антропогенные факторы.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Охарактеризуйте состав, общее строение и функции литосферы?
2. Раскройте особенности строения и свойств земной коры?
3. В чем сходства и отличия континентальной и океанической коры?
4. Какие методы изучения внутреннего строения Земли вы знаете?
5. Что такое граница Мохоровича (Мохо), поверхность Конрада?
6. Где расположены слой Гутенберга, слой Голицина, их роль?
7. Какими методами изучают мантию и ядро Земли? Роль земного ядра и мантии? Каково значение магнитного поля Земли?
8. Охарактеризуйте понятие тектонические плиты и их движение?
9. Что означают зоны спрединга и субдукции?
10. Что означают процессы рифтинга и коллизии?
11. Кто основатель теории дрейфа континентов, в чем ее суть?
12. Какие глобальные виды движений земной коры вы знаете?
13. Опишите процессы трансгрессии и регрессии?

14. Охарактеризуйте процессы, проходящие в геологических разломах? Что такое сброс, сдвиг, грабен, горст, взброс, надвиг?
15. Чем отличаются горные породы, минералы, и металлы?
16. Опишите классификацию горных пород по происхождению?
17. Классифицируйте горные породы по физико-химическим свойствам? Что такое шкала твердости горных пород?
18. Дайте физико-географическую характеристику континентов?
19. Опишите основные формы прибрежного рельефа?
20. Опишите компоненты крупнейших форм наземного рельефа?
21. Разновидности микрорельефа? Факторы их образования?
22. Опишите опасные факторы литосферы?

## **Глава 4. Гидросфера**

### ***Цели и задачи:***

*Сформировать представление о строении водной оболочки Земли, значении и методах ее изучения, достижениях современной науки. Изучить разновидности, состав и свойства вод. Установить взаимосвязь между процессами, происходящими в Мировом океане и процессами в атмосфере (климат, погода, атмосферное давление и другие явления природы), и глобальными процессами в литосфере. Сформировать представление об основных компонентах гидрологической среды и факторах ее образования.*

### ***Рекомендации по самостоятельному изучению главы:***

*Необходимо хорошо изучить уникальные свойства воды и уметь объяснять такие явления, как три состояния воды (жидкое, твердое, газообразное), что такое плавление льда, кристаллизация и замерзание воды, образование снежинок, кипение и испарение, почему большинство плотностей среды*

*сравнивают с плотностью воды, в том числе на других планетах. Для этого необходимо самостоятельно повторить некоторые разделы физики и химии. Прочтите таблицы по формированию древних суперокеанов и суперконтинентов, определите роль воды в формировании суши и ее площади. Рассмотрите в геохронологических таблицах как колебания воды влияли на доисторический климат, развитие флоры и фауны. Подробно изучите компоненты водной среды, гидрологические факторы формирования климата и погоды. Обязательно рассмотрите пути путешественников, нанесите их на контурные карты по памяти. Дополнительно прочтите материал на темы – ресурсы Мирового океана, охрана водных ресурсов, водные ресурсы вашего региона и их рациональное использование, подберите материал для демонстрации.*

#### **4.1. Общая характеристика гидросферы. Мировой океан**

**Гидросфера** (др.-греч. ὕδωρ-вода и σφαῖρα-шар) – водная оболочка Земли, **занимает  $\frac{3}{4}$  поверхности планеты**, ее основой является вода, которая может находиться в трех физических состояниях: жидкая, твердая и газообразная. Наиболее значимыми свойствами воды являются: **текучесть, теплоемкость, высокая электропроводность, энергоемкость, вязкость, проводимость света до 200 м, а ультрафиолетового излучения до 800 м; насыщаемость (минеральными, органическими веществами и газами, в числе которых кислород и углекислый газ имеют наибольшее биохимическое значение), вода плотнее воздуха в 1000 раз (что является эталоном), а также такие свойства как плавучесть льда и плавление, испаряемость и др.**

Гидросфера имеет прерывистую водную структуру, на 94% состоит из вод **Мирового океана**, площадь которого примерно 361,26 млн. км<sup>2</sup>, а **объем воды около 1 млрд. 340 млн. км<sup>3</sup>**. Всего общий **объем воды на планете оценивается в 1 млрд. 532 млн. км<sup>3</sup>**. Масса гидросферы  $1,46 \cdot 10^{21}$  кг, что в **275 раз больше массы атмосферы**, но лишь **1/4000 от массы всей планеты**. Площадь поверхности Мирового океана **составляет 71% поверхности Земли**, порядка 361 млн. км<sup>2</sup>. **Свыше 96% объема гидросферы составляют моря и океаны**, порядка **2% – подземные воды**, около **2% – льды и снега**, и только **0,02% – поверхностные воды суши: подземные, озерные и речные пресные**. Часть воды находящаяся в твердом состоянии в виде ледников, снежного покрова и в вечной мерзлоте, представляет собой **криосферу**. Средняя глубина гидросферы, по глубине Мирового океана – около **3800 м**, максимальная (Марианская впадина) – **10994 м (по более ранним измерениям 11022 до 11 200 м)**, в водах растворены соли (в среднем 3,5%), а также ряд газов. **Верхний слой океана содержит 140 трлн. тонн углекислого газа**, а растворенного кислорода – **8 трлн. тонн**.

В общем виде принято деление гидросферы на **Мировой океан, континентальные воды и подземные воды**. Большая часть воды сосредоточена в океане, значительно меньше – в континентальной речной сети и подземных водах. Также большие запасы воды имеются в атмосфере, в виде облаков и водяного пара. Поверхностные воды, занимая сравнительно малую долю в общей массе гидросферы, тем не менее играют важнейшую роль в жизни наземной биосферы, являясь основным источником водоснабжения, орошения и обводнения. Эта часть гидросферы находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и земной корой. Взаимодействие этих вод и взаимные переходы из одних видов вод в другие составляют **круговорот воды** на земном шаре.

Также все воды гидросферы можно разделить на воды Мирового океана (см. выше) и материковые (внутренние) воды, которые в свою очередь имеют свою общую классификацию.

В гидросфере впервые зародилась жизнь на Земле. Лишь в начале палеозойской эры началось постепенное переселение животных и растительных организмов на сушу. Поэтому, в составе океанической коры большой по толщине осадочный слой. В настоящее время область биосферы в гидросфере представлена во всей ее толще, однако наибольшая плотность живого вещества приходится на поверхностные прогреваемые и освещаемые лучами солнца слои, а также прибрежные зоны, то есть первые 200 м.

### Материковые воды

| ПРЕСНЫЕ                                      |   |  | СОЛЕННЫЕ  |
|--|---|--|---|
| Поверхностные                                | Артезианские  | Подземные  | Замкнутые моря,   |
| Реки, озера,<br>Воды болот и др.<br>водоемов | ниже глиняных<br>слоев почвы на<br>глубине 70-140<br>м. | Грунтовые<br>воды,<br>подземные<br>пещерные реки | Соленые озера (озеро<br>Балхаш имеет 50%<br>пресных и 50% соленых<br>вод) |

Континенты и архипелаги разделяют Мировой океан на части (океаны). Большие регионы океанов с характерными территориальными границами и особенностями называют: моря, заливы, проливы и т. п.

В 1937 г. по данным Международной гидрографической организации из состава Атлантического, Индийского и Тихого океанов был выделен Южный океан (или Южный Ледовитый). Этому было свое обоснование: впервые термин «Южный океан» многократно появлялся еще в XVIII в., когда началось систематическое исследование региона. Кроме того, в южной своей

части границы между Тихим, Атлантическим и Индийским океанами весьма условны, в то же время воды, прилегающие к Антарктиде, имеют свою специфику, а также объединены Антарктическим циркумполярным течением. Однако в 1953 г. от выделения Южного океана отказались.

После многолетних и глубоких исследований было установлено, что воды вокруг Антарктиды действительно имеют ряд специфических и уникальных особенностей по целому перечню критериев: флора и фауна, течения и температура, соленость и минерализация и др. И в 2000 г. Международная гидрографическая организация приняла деление вновь на **5 океанов**, но это решение пока не ратифицировано всеми странами. В действующем определении океанов от 1953 г. Южного океана пока нет, но многие учебные программы зарубежных стран уже внесли изменения в учебную литературу.

**Океаны** (др.-греч.  $\omega\kappa\epsilon\alpha\nu\acute{o}\varsigma$ , от имени древнегреческого божества Океана) – крупнейшие водные объекты, составляющая часть Мирового океана. Океаны расположены среди материков, обладают системой циркуляции вод и другими специфическими особенностями, находятся в непрерывном взаимодействии с атмосферой и земной корой. Рельеф дна океанов Земли в целом сложен и разнообразен. Наука, изучающая океаны, называется океанологией; а их фауну и флору изучает раздел биологии, называемый биология океана.

#### **Общие сведения об океанах по данным Международной гидрографической организации с 2002 г.**

| Океан  | Площадь, млн. км <sup>2</sup> | Объем, млн. км <sup>3</sup> | Береговая линия, км | Наибольшая и средняя глубина, м., ее нахождение |
|--------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|---|
| Тихий, | 165,2<br>(169,2)              | (710)                       | 135 633             | 10 994/11 022 (ср.4 282)<br>Марианский желоб    |

|                       |                 |         |         |  |
|-----------------------|-----------------|---------|---------|--|
| Атланти-<br>ческий    | 76,7<br>(91,6)  | (329,7) | 111 866 | 8 605/ 8 742 (ср.3 600)<br>желоб Пуэрто-Рико   |
| Индийский             | 68,5<br>(73,6)  | (292,1) | 66 526  | 7 258/ 7 725 (ср. 3 890)<br>Зондский желоб     |
| Северный<br>Ледовитый | 14,0<br>(14,75) | (18,1)  | 45 389  | 4665/ 5 527 (ср. 1 225)<br>в Гренландском море |
| Южный,<br>до 60° ю.ш. | 20,3            |         | 17 968  | 8 428/ 7 235, Южно-<br>Сандвический желоб      |

(В скобках по 1953 г., без Южного океана, действует по наст. время во многих странах).

На сегодняшний день в научных кругах существует версия, что океан появился 3,5 млрд. лет назад как следствие дегазации магмы и последующей конденсации паров атмосферы. Большинство океанских бассейнов современности возникло в последние 250 млн. лет в результате раскола древнего суперконтинента и расхождения в стороны (так называемого спрединга) литосферных плит. Исключением является Тихий океан, который представляет из себя уменьшающийся остаток древнего океана Панталассы.

В Древнем Риме словом Oceanus обозначались воды, омывавшие известный мир с запада, то есть открытый Атлантический океан. При этом выражения Oceanus Germanicus («Германский Океан») или Oceanus Septentrionalis («Северный Океан») обозначали Северное море, а Oceanus Britannicus («Британский Океан») – пролив Ла-Манш.

**Методы изучения.** Систематическое изучение дна мирового океана началось с появлением **эхолота**. Скорость звука в воде – около 1500 м/с, зная время прохождения звуковой волны до дна и обратно можно точно определять глубину и рельеф дна водоемов.

**Рельеф океанического дна.** Большая часть дна океанов представляет собой ровные поверхности – **абиссальные равнины**.

Их средняя глубина 5 км. В центральных частях всех океанов расположены **срединно-океанические хребты** – линейные поднятия на 1-2 км, связанные в единую сеть. Хребты разделены трансформными **разломами** на сегменты, проявляющиеся в рельефе низкими возвышенностями, перпендикулярными хребтам (рис. 40, рис. 41, рис.42).

На абиссальных равнинах расположено множество одиночных гор, часть из которых выступает над поверхностью воды в виде островов, большинство потухшие или действующие **подводные вулканы**. Под тяжестью горы океаническая кора прогибается, и гора медленно погружается в воду. На ней образуется коралловый риф, который надстраивает вершину и формируется кольцевидный коралловый остров – **атолл**. (См. земная кора).



Рис. 40. Срединно-Атлантический хребет с трансформными разломами, разделяющими его на сегменты. Тектонические плиты раздвигаются на 1,9-2,4 см/год и океан становится шире. На Севере о. Исландия (крупный вулкан Гекла, гейзеры), здесь хребет выходит на поверхность. В зону Срединно-Атлантического хребта попадают также Азорские о-ва, а в южном полушарии – о. Вознесения, о. Святой Елены, о-ва Тристан-да-Кунья.

Если окраина континента пассивная, то между ним и океаном расположен **шельф** – подводная часть континента, и континентальный склон, плавно переходящий в абиссальную равнину. Перед зонами **субдукции** (рис. 41, рис. 42), там, где океаническая кора погружается под континенты, расположены глубоководные желоба – самые глубокие части океанов.



По батиметрическому положению (строение вглубь) и характеру рельефа на дне океана выделяются несколько ступеней:

- Шельф – глубина до 200-500 м;
- Континентальный склон – глубина до 3500 м;
- Океанское ложе – глубина до 6000 м;
- Глубоководные желоба – глубина ниже 6000 м.

**Водные массы** – это зоны в определенных частях океана с характерными им свойствами, температурой, течением, соленостью, плотностью, прозрачностью, растворенностью в них кислорода и углекислого газа, количеством жизни.



Рис. 41. Современное положение платформ, зон спрединга, субдукции и горизонтального смещения плит.

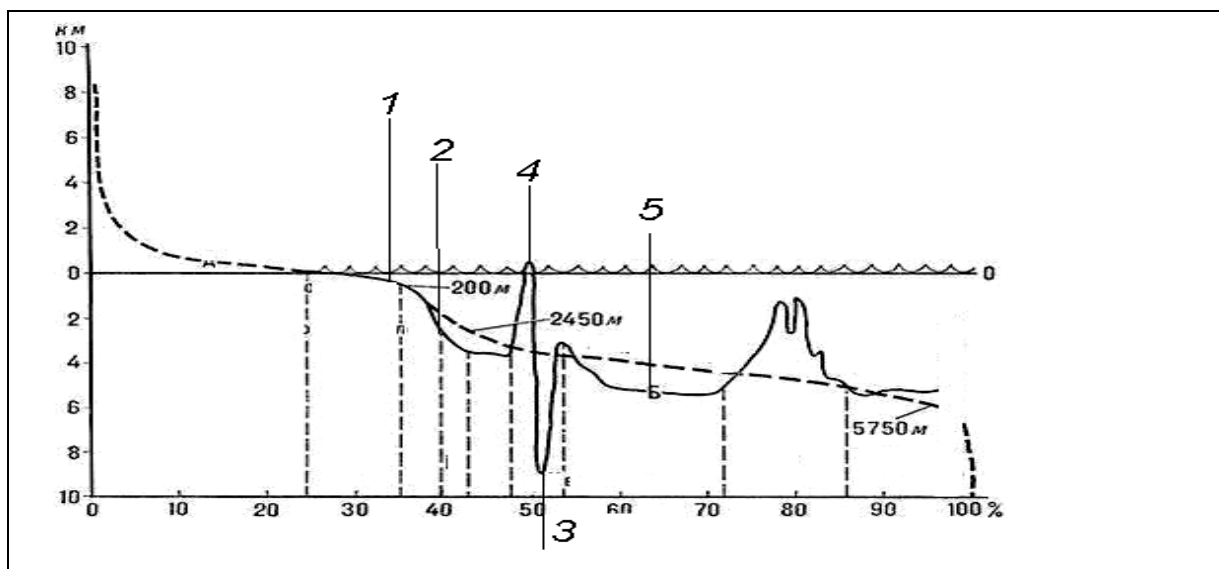


Рис. 42. Рельеф океанического дна. *Подводные окраины материков:* 1 - шельфовая зона и материковая отмель, 2 - материковый склон; *Переходная зона:* 3 - желоб, 4 - островная дуга; *Ложе океана:* 5 - котловина, на ней срединно-океаническое поднятие, возможны вулканические острова, рядом может располагаться разлом.

#### Все водные массы можно разделить на:

- **Поверхностные** – до 200-250 м глубины, они изменчивы, подвижны, соприкасаются с атмосферой. Поверхностные водные массы классифицируют по: месту формирования – экваториальные, тропические, умеренные и полярные. А также подразделяют на: прибрежные и внутриокеанические.
- **Глубоководные** – от 250 до 10994 (11200 м), до дна самой глубокой впадины Марианского желоба. Они мало изучены.

**Течения.** На поверхностных водных массах различают круговые движения – **течения**, которые зависят от множества факторов: **движения воздушных масс, постоянных ветров, силы вращения Земли вокруг своей оси, рельефа дна, очертания материков, наличия островов и др.**

Особенностью является то, что общая схема течений в поверхностных массах совпадает со схемой постоянных ветров – **дрейфовые (поверхностные) течения**. Однако глубоководные

течения могут существенно отличаться по своим направлениям и скорости от поверхностных течений. Фиксируются и специфические глубоководные перемещения водных масс, связанные с геотектоническими и другими явлениями.

По преобладающему направлению течения делятся на **меридиональные**, несущие свои воды на север или на юг, и **зональные**, распространяющиеся широтно. Течения, температура воды в которых выше средней температуры для тех же широт, называют **теплыми**, ниже – **холодными**, а течения, имеющие ту же температуру, что и окружающие его воды, – **нейтральными**.

На направление течений в Мировом океане оказывает влияние отклоняющая сила, вызванная вращением Земли – **сила Кориолиса**. В Северном полушарии она отклоняет течения вправо, а в Южном влево.

Скорость поверхностных течений в среднем не превышает 10 м/с, от 3 до 9-10 км/час. Ширина несколько сотен километров, а в глубину они распространяются не более чем на 300 м. общая же протяженность таких океанических «рек» может достигать нескольких тысяч километров.

Например, Гольфстрим, начинаясь в Мексиканском заливе, имеет протяженность более 10 тыс. км, достигая острова Новая Земля. Это течение переносит воды в 20 раз больше, чем все реки земного шара, а имея температуру 20-26°C, существенно обогревает климат и воды побережья Европы и Баренцева моря. Другой пример – полуостров Лабрадор находится на широте Франции, однако холодное Лабрадорское течение понижает температуру на полуострове, формируя холодный климат.

Среди таких же дрейфовых течений Мирового океана выделяют **северные и южные пассатные течения**, имеющие общее направление **с востока на запад**, вызванные постоянными ветрами –

пассатами, дующими к экватору со скоростью 30-40 км/час. Огибая континенты, они могут двигаться на юг или север.

**Апвеллинг** (англ. *upwelling*) или подъем – это процесс, при котором глубинные воды океана поднимаются к поверхности. Наиболее часто наблюдается у западных границ материков, где перемещает более холодные, богатые биогенами воды с глубин океана к поверхности, замещая более теплые, бедные биогенами поверхностные воды. Также подъем может встречаться практически в любом районе мирового океана. Различают как минимум четыре типа апвеллинга: прибрежный; крупномасштабный ветровой в открытом океане; связанный с вихрями; связанный с топографией.

**Компенсационные течения** – возникают, когда ветры с материка отгоняют поверхностные воды, а на их место поднимается холодная вода их глубин, например Канарское течение у берегов Западной Сахары, Калифорнийское у Северной Америки и Перуанское течение у берегов Чили.

**Стоковые течения** – образуются из-за нагона воды поверхностными течениями, выносом речных вод или сильного испарения воды. В результате начинается выравнивание уровня океана за счет стока прилегающих вод. Так, благодаря стоку из Мексиканского залива появился Гольфстрим.

**Плотностные течения** образуются, когда два морских бассейна, вода в которых имеет разную плотность, соединяются проливом. Например, более соленая и плотная вода Средиземного моря вытекает в Атлантический океан по дну Гибралтарского пролива, а навстречу этому потоку по поверхности вод идет стоковое течение из океана в Средиземное море.

**Смешанные течения** – к ним относят приливы и отливы.

**Прилив и отлив** – периодические вертикальные колебания уровня океана или моря, возникающие в результате изменения

положений Луны и Солнца относительно Земли в сочетании с эффектами вращения Земли и особенностями данного рельефа, и проявляющееся в горизонтальном смещении водных масс. Приливы и отливы вызывают изменения в высоте уровня моря, формируют периодические приливные течения, делающие предсказание приливов важным для прибрежной навигации.

Интенсивность приливов-отливов сильно влияет степень связи водоемов с мировым океаном. Чем более замкнут водоем, тем меньше степень проявления приливо-отливных явлений. Например, на побережье Финского залива они заметны только на мелководье, их называли псевдоотлив на берегу «Маркизовой лужи» Финского залива. А периодически происходившие ранее наводнения в Петербурге объяснялись длинной волной, связанной с колебаниями атмосферного давления и нагонными западными ветрами.

С другой стороны, если в месте образования прилива достаточно большой амплитуды имеется сужающийся залив или устье реки, это может привести к образованию мощной приливной волны, которая поднимается вверх по течению реки, иногда на сотни километров. Из таких волн наиболее известны:

- река Фучуньцзян (Ханчжоу, Китай) – самый высокий в мире бор, высота до 9 м, скорость до 40 км/ч.,
- река Амазонка – высота до 4 м, скорость до 25 км/ч.,
- залив Кука, один из рукавов (Аляска) – до 2 м, скорость 20 км/ч,
- река Птикодьяк (залив Фанди, Канада) – высота достигала 2 м, ныне сильно ослаблен дамбой.

Хотя для земного шара сила тяготения Солнца почти в 200 раз больше, чем сила тяготения Луны, приливные силы, порождаемые Луной, почти вдвое больше порождаемых Солнцем. При увеличении расстояния до источника гравитационного поля градиент

уменьшается быстрее, чем величина самого поля. Поскольку Солнце почти в 400 раз дальше от Земли, чем Луна, то и приливные силы, вызываемые солнечным притяжением, слабее.

Также одной из причин возникновения приливов и отливов является суточное (собственное) вращение Земли. Воды мирового океана имеют форму эллипсоида большая ось которого не совпадает с осью вращения Земли. Огромные массы вод участвуют во вращении Земли вокруг своей оси. При этом по океану, по взаимно противоположным сторонам земного шара, бегут две волны, приводящие в каждой точке океанского побережья к периодическим, два раза в сутки, повторяющимся отливом, чередующимся с приливами.

Таким образом, ключевыми моментами в объяснении приливо-отливных явлений являются:

- суточное вращение Земного шара;
- деформация покрывающей земную поверхность водной оболочки, превращающей ее в эллипсоид (приливные силы);
- несовпадение его большой оси с осью вращения Земли.

Отсутствие одного из этих факторов исключает возможность появления приливов и отливов. Также объяснение этого явления только действием приливных сил неполно. Например, в случае совпадения упомянутых выше осей приливо-отливные явления не будут наблюдаться как периодическое явление, сколь бы велики ни были приливные силы.

Поскольку положение Луны и Солнца по отношению к Земле периодически меняется, меняется и интенсивность приливо-отливных явлений. Максимальный уровень поверхности воды во время прилива называется **полной водой**, а минимальный во время отлива – **малой водой**. В океане, где дно ровное, а суша

далеко, полная вода проявляется как два «вздутия» водной поверхности до 1,5 м высотой: одно из них находится со стороны Луны, а другое – в противоположном конце земного шара. Также могут присутствовать еще два меньших по размеру вздутия со стороны, направленной к Солнцу, и противоположной ему. Так как Луна и Солнце перемещаются относительно Земли, вместе с ними перемещаются и **водные горбы, образуя приливные волны** и течения. **В открытом море приливные течения имеют вращательный характер, а вблизи берегов и в узких заливах и проливах – возвратно-поступательный.**

Если бы вся Земля была покрыта водой, мы бы наблюдали два регулярных прилива и отлива ежедневно. Но так как беспрепятственному распространению приливных волн мешают участки суши: острова и континенты, а также из-за действия силы Кориолиса на движущуюся воду, вместо двух приливных волн наблюдается множество маленьких волн, которые медленно (в большинстве случаев с периодом 12 ч 25 мин) обегают вокруг точки, называемойся **амфидромической**, в которой амплитуда прилива равна нулю. Доминирующая компонента прилива (лунный прилив M2) образует на поверхности Мирового океана около десятка амфидромических точек с движением волны по часовой стрелке и примерно столько же – против часовой. Все это делает невозможным предсказание времени прилива только на основе положений Луны и Солнца относительно Земли. Вместо этого используют «ежегодник приливов» – справочное пособие для вычисления времени наступления приливов и их высоты в различных пунктах земного шара. Также используются таблицы приливов, с данными о моментах и высотах малых и полных вод, вычисленными на год вперед для основных приливных портов.

Высота прилива – разница между высшим уровнем воды при приливе (полная вода) и низшим ее уровнем при отливе (малая вода). Эта величина непостоянная, однако средний ее показатель приводится при характеристике каждого участка побережья.

В зависимости от взаимного расположения Луны и Солнца малая и большая приливные волны могут усиливать друг друга. Для таких приливов исторически сложились специальные названия:

- Квадратурный прилив – наименьший, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют под прямым углом друг к другу (такое положение светил называется квадратурой).
- Сизигийный прилив – наибольший, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют вдоль одного направления (такое положение светил называется сизигией).

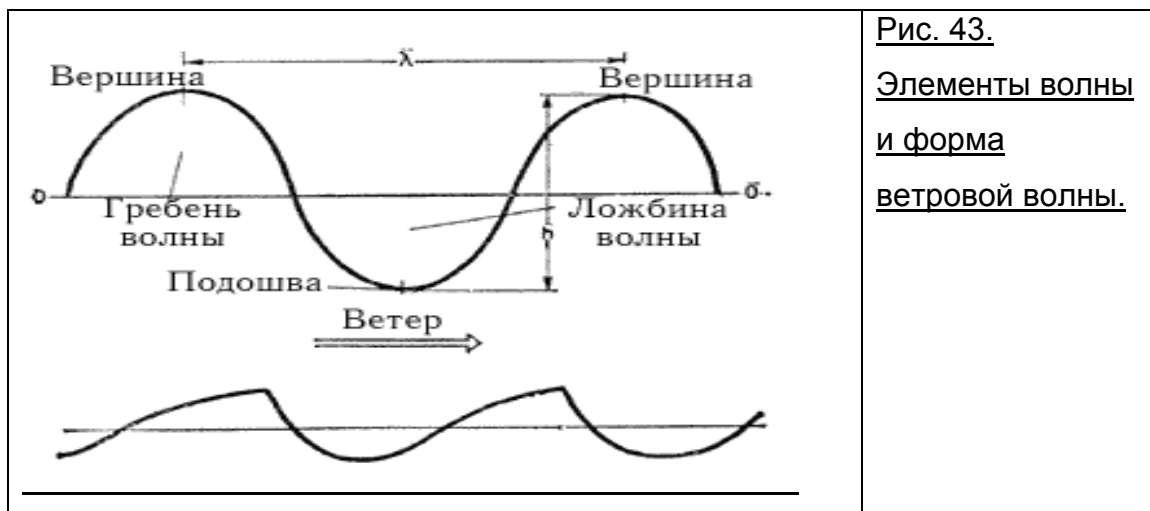
Чем меньше или больше прилив, тем меньше или, соответственно, больше отлив. Самые высокие приливы в мире можно наблюдать в бухте Фанди (15,6-18 м), которая находится на восточном побережье Канады между Нью-Брансуиком и Новой Шотландией. На Европейском континенте самые высокие приливы (до 13,5 м) наблюдаются в Бретани у города Сен-Мало. Здесь приливная волна фокусируется береговой чертой полуостровов Корнуолл (Англия) и Котантен (Франция).

**Волны.** Морские волны вызываются колебательными движениями частичек воды под действием какой-либо внешней силы – ветра, прилива, подводного землетрясения (цунами), изменения атмосферного давления (барические волны, или сейши), движения судна. Волна имеет следующие элементы (рис. 43):

- гребень – часть волны, расположенная выше спокойного уровня;
- вершина – наивысшая точка гребня;



- ложбина – часть волны, расположенная ниже спокойного уровня;
- подошва – наивысшая точка ложбины волны.



Волну характеризуют элементы, имеющие численное выражение: высота, длина, крутизна, период, скорость распространения, направление распространения.

Ветер изменяет форму волны, которая отличается тем, что подветренная ее сторона значительно круче наветренной (рис. 43). Под действием ветра начинается поверхностное движение воды под ветер, гребень волны опережает нижележащие частицы воды и рассыпается, образуя пенные барашки.

Крутизна волны зависит от глубины места: чем меньше глубина, тем круче волны, тем быстрее они разрушаются, образуя прибои (у берега) и буруны (на мелководье или на рифах), предупреждая тем самым об опасности.

Высота волны зависит от силы ветра: океанская штормовая волна достигает 8 м, а ураганная – 15-20 м при длине до 400 м (на внутренних морях – 5 м при длине 20-40 м). Однако в силу вязкости воды высота волны имеет предел, после которого она не увеличивается, какой бы силы ни дул ветер. Волнение успокаивается, если на поверхности воды находятся водоросли, битый лед или при сильном дожде.

Волнение, которое по инерции возникает после прекращения ветра, называется **зыбью**. Волны правильной симметричной формы, с большой длиной и малой крутизной. Зыбь в штилевую погоду называется мертвой зыбью. Она может служить признаком надвигающегося шторма, сильного ветра, проходящего стороной.

При встрече волн разных направлений (например, зыби и волны от ветра другого направления) или отражении волн от стен гидротехнических сооружений (волноломов, пирсов и т.д.) возникает **толчея** – беспорядочные стоячие волны.

Волна **Цунами** – гравитационные волны большой длины, возникающие при тектонических сдвигах, при этом перемещается весь слой воды, толкаемый ударной волной. Скорость их огромна, а высота зависит от глубины места ее зарождения, дальности прохождения, мощности. Высота у берега зависит от глубины и длины прибрежной шельфовой зоны и может достигать от 15 см до 30 м. Цунами может быть в любую погоду при полном спокойствии, эти волны невидны до последнего момента, однако характерные признаки есть – отступление воды от берега, морские птицы взлетают с поверхности, горизонт поднимается и темнеет (рис. 44).

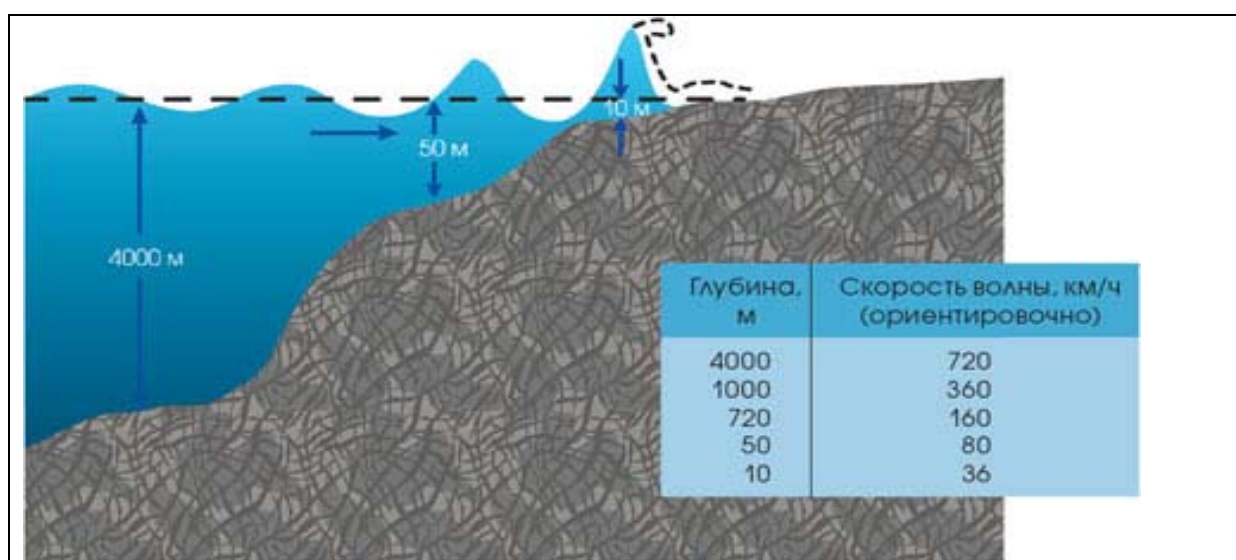


Рис. 44. Схема распространения цунами.

## 4.2. Океаны Земли и их особенности

**Тихий океан** – именно его называют «самый самый», и не зря он носит звание Великий океан. Это самый большой океан Земли по площади – с морями 179,7 млн. км<sup>2</sup>, что занимает 1/3 поверхности всей Земли и 1/2 площади Мирового океана (49,5%); он содержит 53% объема воды Мирового океана (723,7 млн. км<sup>3</sup>), простирается на 15,8 тысяч км с севера на юг и на 19,5 тысяч км с востока на запад. Самый глубокий – средняя глубина 3984-4282 м, здесь находится и наибольшая глубина Мирового океана – до 10994 (11022/11200) м Марианский желоб.

В Тихом океане насчитывается более 10000 островов и архипелагов – 1 место в Мире, ему принадлежат второй и третий по величине острова – Новая Гвинея и Калимантан. Он соединяет и разделяет 5 континентов, расположен по обе стороны от экватора и от 180 меридиана, которыми делится почти ровно на четыре части, в связи с чем имеет практически овальную форму и максимально широк в экваториальной зоне, поэтому и самый теплый среди всех океанов. По 180-му меридиану проходит линия перемены даты.

Тихий океан уникален по количеству видов флоры и фауны: более 1300 видов фитопланктона и водорослей, что составляет почти 50% всей биомассы Мирового океана, а животный мир в 3-4 раза богаче, чем в других океанах, более 2000 видов рыб и более 6000 видов моллюсков.

Срединно-океанические хребты занимают до 11% площади дна, однако шельфовая зона Тихого океана самая маленькая и составляет всего 10% от его площади. Тихий океан – самый древний и имеет особую тектонику – он практически полностью расположен на одной литосферной плите (Тихоокеанская плита), в связи с чем вокруг океана пролегают глубоководные желоба, сейсмоактивные зоны и многочисленные вулканы, объединяемые

общим названием – «Тихоокеанское огненное кольцо». Дно океана имеет более 10000 подводных гор, большей частью вулканического происхождения. Воды этого океана не лежат в полярных широтах. Над поверхностью океана формируются несколько зон высокого и низкого давления, определяющие уникальную направленность ветрового режима.

Впервые увидел Тихий океан в 1513 г. испанец В. Больбоа, который пересек Панамский перешеек по суше. Позже свои путешествия совершили Ф. Магеллан и Д. Кук. Считается, название «Тихий океан» этому географическому объекту присвоил именно Ф. Магеллан, так как он пересек его в зоне экватора практически без штормов и ветров.

Однако, как оказалось, это не соответствует действительности, поскольку в умеренных широтах Тихого океана преобладают штормовые режимы с высотой волны не редко до 30 м, здесь зарождаются сильнейшие ураганы и тайфуны, а из-за регулярно повышенной сейсмической активности возникают многочисленные цунами с различной высотой волны и мощностью, особенно в южном полушарии.

В субтропической и тропической зоне океана преобладают ветра – **пассаты**, тогда как в экваториальной зоне – штиль практически весь год. На северо-западе преобладают муссоны, особенно в зимний период, с Азии приходит холодный и сухой воздух, в результате прибрежные моря в Североазиатской части покрываются льдом. Западную, тропическую часть Тихого океана, считают местом рождения тайфунов. Над Тихим океаном выпадает огромное количество осадков – до 2000 мм/год. А температура вод, в связи с большой протяженностью океана с севера на юг, колеблется от 0°С до 30°С. Соленость вод – 33-35‰ (промилле).

Крупнейшие Тихоокеанские течения: теплые – Куроисио, Восточно-Австралийское течение, Северо-Тихоокеанское и Аляскинское; холодные – Калифорнийское, Перуанское; нейтральные – Северное и Южное пассатное течения в субтропической зоне, и Экваториальное противотечение (межпассатное) – направлено к Американскому континенту. Основное перемещение природных вод протекает с юга на север (тогда как в Атлантическом океане с севера на юг).

В шельфовой зоне материков и островов Тихоокеанского бассейна добывают нефть и природный газ, соль, известны залежи каменного угля и железных руд. Предполагается, что шельфы и дно Тихого океана богаты залежами алюминиевых, титановых, медных, марганцевых руд, возможно, молибденовых руд, селитры, серы и алмазов. Повсеместно ведется рыболовство, добыча креветок, крабов, кальмаров.

Изучение и освоение Тихого океана началось задолго до появления письменной истории человечества. Для плавания по океану использовались джонки, катамараны и плоты. Экспедиция 1947 г. на плоту из бальсовых бревен «Кон-Тики» под руководством норвежца Тура Хейердала доказала возможность пересечения Тихого океана в западном направлении из центральной части Южной Америки к островам Полинезии. Китайские джонки совершали походы вдоль берегов Тихого океана в Индийский океан (например, семь путешествий Чжэн Хэ в 1405-1433 гг.).

В современной истории крупнейшие и значимые экспедиции по исследованию Тихого океана были осуществлены лишь в 19 веке. Первое русское кругосветное путешествие осуществили на корабле «Надежда», И.Ф. Крузерштерн и Ю.Ф. Лясинский (1803-1806 гг.), вместе с которыми принял участие в экспедиции и Ф.Ф. Беллинсгаузен. Позднее (1819-1821 гг.) М.П. Лазарев и Ф.Ф.

Беллинсгаузен на кораблях «Мирный» и «Восток» не только пересекли Тихий океан, но доплыли до Антарктиды в январе 1820 г., сомнений в том, что подо льдами большой высоты находится материк уже не оставалось, но подойти ближе и высадиться на него им не удалось. Был открыт остров Петра I, названный ими в честь идейного основателя русского флота, земля Александра I, исследовали множество островов и побережий. В конце 19 века комплексное исследование провела английская экспедиция на судне «Челленджер» (*с англ.-бросающий вызов*) и русском судне «Витязь» под руководством С.О. Макарова (1873-1876 гг.).

В настоящее время побережье и острова Тихого океана освоены и заселены крайне неравномерно. Наиболее крупными центрами промышленного освоения являются побережье США (от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско), Японии и Южной Кореи.

**Атлантический океан** – второй по размерам океан Земли и один из самых молодых. Название произошло от имени титана Атласа (Атланта) в греческой мифологии или от легендарного острова Атлантида, впервые как океан упоминалось в 1507 г.

Площадь морей, заливов и проливов Атлантического океана составляет 14,69 млн. км<sup>2</sup> (16% от общей площади), объем 29,47 млн. км<sup>3</sup> (8,9%). Площадь океана 91,6 млн. км<sup>2</sup>, из которых ¼ приходится на внутриконтинентальные моря. Площадь прибрежных морей не превышает 1%. Объем вод составляет 329,7 млн. км<sup>3</sup>, что равно 25% объема Мирового океана. Средняя глубина 3600-3736 м, наибольшая 8742 м (желоб Пуэрто-Рико). Среднегодовая соленость около – 35-37‰.

Весь океан с севера на юг пересечен гигантским по протяженности срединно-океаническим хребтом, который на Севере выходит на поверхность островом Исландия. В районе 40-х широт северного полушария лежит Азорское вулканическое плато. Около

берегов Европы и Северной Америки Атлантический океан имеет более обширные береговые шельфовые зоны, чем Тихий океан, богатые нефтью и газом, на островах имеются залежи никелевых и алюминиевых руд. Атлантический океан простирается во всех климатических зонах, но в отличие от Тихого океана по размерам он шире в тропических и умеренных широтах.

В умеренных широтах преобладают западные ветра, пассаты, шторма зимой, а на юге штормит весь сезон. В субтропической зоне ветра умеренно слабые, часто штиль, штормит редко, именно здесь расположена большая часть знаменитых курортных зон, а бассейн Средиземного моря называют колыбелью цивилизации.

Воды Атлантического океана отличаются большим количеством течений, у которых наблюдается сезонное изменение скорости, и они существенно перемешиваются крупными подводными течениями. Доходящие до средних и северных широт теплые воды Гольфстрима и Северо-Атлантического течения из-за разницы температур воды и воздуха формируют особенно сильные туманы. К теплым относятся небольшие Антильское и Гвианское течение и крупное Бразильское течение вдоль Южноамериканского континента, в вдоль Африки – Гвинейское и Ангольское течения. А холодные северные течения – Восточно-Гренландское и Лабрадорское выносят льды и айсберги вплоть до 50-х широт (о. Ньюфаундленд). У южной оконечности Южной Америки протекает холодное Фолклендское течение и течение Западных ветров. Вдоль Африканского материка протекают холодные Канарское и Бенгальское течения, к нейтральным относят Северное и Южное пассатное. На севере и юге Атлантики можно выделить обширные районы опускания холодных вод у берегов Гренландии и у южного побережья Южной Америки.

Открыт Атлантический океан был во II в. до н.э., впервые его пересекли викинги, которые через Гибралтарский пролив проследовали на север вдоль Европы, затем на юг вдоль Африки.

В настоящее время это самый насыщенный водный хозяйственный путь, имеющий огромное значение для развития экономики стран Северной и Южной Америки, Африки, Евразии, как развитых, так и развивающихся. Активная промысловая зона, однако, достаточно загрязнена в центральной части, особенно после крупнейшей аварии на морской буровой платформе в Мексиканском заливе, 80 км от побережья (апрель 2010 г.). Это самый стратегический океан по использованию военных баз и флота. Один из самых загадочных и упоминаемых наиболее часто в мифах и легендах с древних времен у народов нескольких континентов. Здесь расположен ряд аномальных надводных и подводных зон, одна из которых Бермудский треугольник.

Но впервые большое количество сведений об океане было получено только в 20 веке, во время экспедиции 1957-1958 гг., в период Международного геофизического года.

Атлантический океан имеет сильно изрезанную береговую линию с выраженным членением на региональные акватории: моря и заливы. У него достаточно сложные границы, особенно на севере. Граница с Северным Ледовитым океаном проходит по восточному входу Гудзонова пролива, через Пролив Дэвиса и по побережью острова Гренландия до мыса Брустер, через Датский пролив до мыса Рейдинупюр на острове Исландия, по его побережью до мыса Герпир, затем к Фарерским островам, далее к Шетландским островам и по 61° с.ш. до побережья Скандинавского полуострова. Граница с Индийским океаном проходит по меридиану мыса Игольный (20° в.д. до побережья Антарктиды (Земля Королевы Мод). Границу с Тихим океаном проводят от мыса Горн по



меридиану 68°04' з.д. или по кратчайшему расстоянию от Южной Америки до Антарктического полуострова через пролив Дрейка, от острова Осте до мыса Штернек.

**Индийский океан** – третий по размеру океан Земли, покрывающий около 20 % ее водной поверхности. И наиболее используемый древними цивилизациями Востока и Азии, открыт индийскими, египетскими, филиппинскими мореплавателями около 3000 лет до н.э. первое полное описание было составлено арабами.

Расположен океан преимущественно к югу от тропика Рака между Евразией на севере, Африкой на западе, Австралией на востоке и Антарктидой на юге. Ширина Индийского океана составляет приблизительно 10 000 км между южными точками Австралии и Африки.

Его площадь составляет 76,17 млн. км<sup>2</sup>, объем – 282,65 млн. км<sup>3</sup>. На севере омывает Азию, на западе – Аравийский полуостров и Африку, на востоке – Индокитай, Зондские острова и Австралию; на юге граничит с Южным океаном примерно на 60° ю.ш. Самая северная точка Индийского океана находится примерно на 30° северной широты в Персидском заливе. Граница с Атлантическим океаном проходит по 20° меридиану в.д.; с Тихим – по 147° меридиану в.д. Южная часть граничит с Южным океаном.

Особенностями Индийского океана является разделение его дна четырьмя срединно-океаническими хребтами с наличием крупных разломов.

В северной части океана, которая сама по себе полностью лежит в субэкваториальной зоне, преобладают сезонные **муссоны**, они, в свою очередь, меняют в некоторых регионах направление течений и способствуют перемешиванию вод. Выделяют крупные течения: теплое Муссонное и холодное Сомалийское течения, нейтральное Южное пассатное. Однако южная часть Индийского

океана расположена в 40-х широтах южного полушария и климат там достаточно суров. В связи с чем, именно в океане наблюдается самый большой контраст температурного режима воды – от +30°C до -30°C. В тоже время, воды Красного моря имеют самую высокую соленость – 42‰, в Бенгальском заливе соленость выше среднего, 34‰, так как сюда выносит свои пресные воды одна из крупнейших рек Ганг, средняя соленость – 37‰.

Важнейшими полезными ископаемыми Индийского океана являются нефть и природный газ (шельфы Персидского и Суэцкого заливов, полуострова Индостан и др.). На побережьях Индии, Мозамбика, Танзании, ЮАР, островов Мадагаскар и Шри-Ланка эксплуатируются ильменит, монацит, рутил, титанит и цирконий. У берегов Индии и Австралии имеются залежи барита и фосфорита, а в шельфовых зонах Индонезии, Таиланда и Малайзии в промышленных масштабах эксплуатируются месторождения касситерита и ильменита. Воды океана наиболее интенсивно загрязнены, особенно нефтепродуктами, поскольку именно здесь проходит крупнейший в Мире нефтетанкерный путь от стран Ближневосточного и Африканского региона во все части света.

Первое серьезное изучение Индийского океана провел во время своей экспедиции Васко да Гама 1447-1499 гг. В 19 в. Дж. Гук занимался изучением глубин океана, а в конце 19 в. прошла экспедиция на судне «Челленджер». Наибольшие современные сведения об Индийском океане были получены во время российской экспедиции на судне «Обь» уже в середине 20 века.

Флора и фауна Индийского океана необычайно разнообразны. Тропическая область выделяется богатством зоопланктона и планктона, который отличает большое число светящихся ночью организмов: перидиней, некоторых видов медуз, гребневиков,

оболочников. Обильно встречаются ярко окрашенные, в том числе ядовитые животные.

Наиболее многочисленными рыбами Индийского океана являются корифены, тунцы, разнообразные акулы. Значение Индийского океана для мирового рыболовного промысла невелико: уловы здесь составляют лишь 5% от общего объема. Главные промысловые рыбы здешних вод – тунец, сардина, камса, несколько видов акул, барракуды и скаты; ловят здесь также креветок, омаров и лангустов. Еще недавно интенсивный в южных районах океана китобойный промысел быстро свертывается, из-за почти полного истребления некоторых видов китов. На северо-западном берегу Австралии, в Шри-Ланка и на Бахрейнских островах добываются жемчуг и перламутр.

Из пресмыкающихся имеются несколько видов гигантских морских черепах, морские змеи, из млекопитающих — китообразные (беззубые и синие киты, кашалоты, дельфины), тюлени, морские слоны. Большинство китообразных обитают в умеренных и приполярных областях, где благодаря интенсивному перемешиванию вод возникают благоприятные условия для развития планктонных организмов. Птицы представлены альбатросами и фрегатами, а также несколькими видами пингвинов, населяющими побережья Южной Африки, Антарктиды и острова, лежащие в умеренном поясе океана.

Растительный мир Индийского океана представлен бурими (саргассовые, турбинарии) и зелеными водорослями (каулерпа). Пышно развиваются также известковые водоросли литотамния и халимеда, В процессе деятельности рифообразующих организмов создаются коралловые платформы, достигающие иногда ширины в несколько километров. Типичным для прибрежной зоны Индийского океана является фитоценоз, образуемый мангровыми зарослями.

Зообентос богат разнообразными моллюсками, известковыми и кремневыми губками, иглокожими (морские ежи, морские звезды, офиуры, голотурии), многочисленными ракообразными, гидроидами, мшанками. В тропической зоне широко распространены коралловые полипы. Прибрежное дно Индийского океана необычайно красиво.

**Северный Ледовитый** – наименьший по площади океан Земли, расположен между Евразией и Северной Америкой. Площадь 14,75 млн. км<sup>2</sup>, то есть чуть больше 4% от всей площади Мирового океана, объем воды 18,07 млн. км<sup>3</sup>. Это самый мелководный из всех океанов, его средняя глубина составляет 1225 м (наибольшая 5527 м в Гренландском море), около 40% его площади имеет глубины меньше 200 м. Большую часть рельефа дна занимает шельф – более 45% и подводные окраины материков до 70% площади дна.

По количеству островов Северный Ледовитый океан занимает второе место после Тихого океана. В океане находится самый большой на Земле остров Гренландия (2175,6 тыс. км<sup>2</sup>) и второй по размеру архипелаг: Канадский Арктический архипелаг (1372,6 тыс. км<sup>2</sup>). Крупнейшие острова и архипелаги: Новая Земля, Шпицберген, Новосибирские острова, Северная Земля, Земля Франца-Иосифа, др.

Северный Ледовитый океан всегда имел для России огромное значение. Он и его моря омывают всю северную территорию нашей страны с западных до восточных границ, он более всего оказывает влияние на формирование климата практически над всей территорией России, особенно на Севере и в умеренных широтах. Это главный Северный морской путь страны, обеспечивающий доставку грузов в самые труднодоступные регионы Восточной Сибири, Чукотки и Дальнего Востока. Через территориальные воды России многие страны и их научные экспедиции имеют выход в районы Северного полярного круга.

Северный Ледовитый океан с прилегающими территориями суши – это громадный нефтегазоносный супербассейн, содержащий богатейшие запасы нефти и газа. В российском секторе это Западно-Сибирская область (шельф Карского моря) и Печорский бассейн (шельф Баренцева моря). Имеются большие месторождения на шельфах Америки и Канады, Норвежского моря и северо-восточной Гренландии. Российский сектор арктического побережья богат каменными и бурыми углями: на Таймыре и Анабаро-Хатангском побережье, Олонецком прибрежном месторождении, в районе бухты Тикси, на многих островах. Общие запасы угля на арктическом побережье Сибири превышают 300 млрд. т, более 90% из них составляют каменные угли различных типов. Богатые запасы угля есть на арктическом побережье США и Канады, в Гренландии угля и графита. Российские берега Северного Ледовитого океана богаты рудными ископаемыми: прибрежно-морские россыпи ильменита на Таймырском побережье, добыча олова на побережье Чаунской губы, добыча золота на Чукотском побережье. Месторождения золота, бериллия, олова и вольфрама имеются на Аляске, добыча свинцово-цинковых руд на Канадском архипелаге, добыча серебро-свинцовых руд на Баффиновой Земле, разработка железной руды на полуострове Мелвилл, месторождения полиметаллов на западном побережье Гренландии с содержанием серебра, свинца и цинка.

Уникальность климата Северного Ледовитого океана, прежде всего, определяется, его полярным географическим положением. Существование огромных масс льда усиливает суровость климата, обусловленную, недостаточным количеством тепла, получаемого от Солнца полярными регионами. В течение полярной ночи не происходит поступления солнечной радиации, в результате в течение 50-150 суток происходит непрерывное выхолаживание

подстилающей поверхности. Летом же вследствие длительности полярного дня количество тепла, поступающего за счет солнечной радиации, довольно велико. Холодные сухие массы арктического воздуха в зимнее время (более 6,5 месяцев) проникают вглубь окружающих океан материков вплоть до субтропического климатического пояса и вызывают резкое понижение температуры воздуха, с перепадом 10-15 и даже на Севере до 25 градусов.

На подходах к океану воды теплого Северо-Атлантического течения отдают в атмосферу более 70% тепла, такая огромная теплоотдача является мощным возбудителем атмосферных процессов, особенно способствует образованию сильных ветров. Из-за сильного и круглогодичного ветрового режима на большей части побережья Северного Ледовитого океана, особенно Российского побережья, образуются большие сгонно-нагонные колебания уровня воды, которые значительно больше, чем приливы и отливы. Наибольшие сгоны и нагоны характеризуют моря Лаптевых и Восточно-Сибирское, более 2 м, в Обской губе и Енисейском заливе до 2 м, в Карском море – 1 м. В море Лаптевых, например, в районе Ванькинской губы, экстремальная высота нагона может достигать 5-6 м, а в Чукотском море еще больше. Нагоны серьезно влияют на жизнедеятельность в устьях и нижнем течении крупнейших рек России – Лены, Енисея, Оби – резко повышая в них уровень вод и вызывая затопления территории. А в весенний период нагоны способствуют закупориванию устья рек ледяными глыбами, при резком понижении температуры колотые льдины вновь смерзаются с образованием ледяных торосов и вызывают резкий подъем уровня вод вплоть до верховья рек, что нередко приводит к катастрофическим последствиям для населенных пунктов.

Суровые климатические условия оказывают влияние на бедность органического мира Северного Ледовитого океана. Исключения составляют лишь Северо-Европейский бассейн, Баренцево и Белое моря с их чрезвычайно богатым животным и растительным миром. Флора океана представлена несколькими видами водорослей. Фитопланктон и зоопланктон по 200 видов и менее. Фауна, однако, насчитывается более 150 видов рыб, среди них большое число промысловых (сельдь, тресковые, лососевые, скорпеновые, камбаловые и другие). Здесь постоянно обитают и размножаются около 30 видов птиц, живущих преимущественно колониями (белая чайка, люрик, некоторые кулики, гаги, кайры, чистики, белые гуси, черные казарки, пуночки). Все население гигантских «птичьих базаров» питается исключительно за счет пищевых ресурсов океана. Млекопитающие представлены тюленями, моржами, белухами, китами (главным образом полосатиками и грендландскими китами), нарвалами. На островах встречаются лемминги, по ледяным мостам заходят песцы и северные олени. Представителем фауны океана следует считать также белого медведя, жизнь которого в основном связана с дрейфующими, паковыми льдами или береговым припаем. Большинство зверей и птиц круглый год, или только зимой, имеют белую и очень светлую окраску.

Фауна северных морей выделяется целым рядом специфических особенностей. Одна из них – гигантизм. В Северном Ледовитом океане обитают самые крупные мидии, самая большая медуза цианея (до 2 м в поперечнике при длине щупалец до 20 м), самая крупная офиура «голова Горгоны». В Карском море известны гигантский одиночный коралл и морской паук, достигающий в размахе ног 30 см, многие млекопитающие очень крупных размеров. Другая особенность организмов Северного Ледовитого океана – их

долголетие. Например, мидии в Баренцевом море живут до 25 лет (в Черном море не более 6 лет), треска живет до 20 лет, палтус до 30-40 лет. Это связано с тем, что в холодных арктических водах развитие жизненных процессов протекает медленно.

Природа Северного Ледовитого океана – одна из самых уязвимых экосистем планеты. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) основными экологическими проблемами Арктики называет: таяние льдов и изменение арктического климата, загрязнение вод северных морей нефтепродуктами и химическими отходами, сокращение популяции арктических животных и изменение их среды обитания.

По данным Национального центра исследования снега и льда (NSIDC) при Университете Колорадо (США) в 2007 г. был зафиксирован минимум площади льда в океане 4,24 млн. км<sup>2</sup>, а в 2011 г. второй минимум – 4,33 млн. км<sup>2</sup> (что на 2,43 млн. км<sup>2</sup> ниже среднего за период с 1979 по 2000 гг.). В это время полностью открывается Северо-западный проход, традиционно считавшийся непроходимым. При таких темпах к 2100 г. Арктика полностью утратит летний лед, а возможно и раньше. Будет затруднено выживание моржей и белых медведей, использующих льды как платформу для охоты и место для отдыха. Уменьшится отражательная способность океана с открытой водой, что приведет к поглощению 90% солнечной энергии, это усилит потепление, начнут таять ледники окружающей суши, и эта вода, попав в океан, приведет к повышению уровня моря.

Кроме того, что на Северном флоте ежегодно сбрасывается около 10 млн. м<sup>3</sup> неочищенных вод, нефтепродукты, фенолы, соединения тяжелых металлов, азот, существует угроза радиоактивного заражения. В Карском море затоплены контейнеры с ядерными отходами и атомные реакторы с подводных лодок. В



Кольском заливе находится 200 брошенных и затопленных судов, которые являются источниками загрязнения. По берегам Северного Ледовитого океана валяется около 12 млн. бочек заполненных топливом, маслом и химическим сырьем.

С 1954 по 1990 г. в СССР на полигоне на Новой Земле проводились **ядерные испытания**, произведено 135 ядерных взрывов: 87 в атмосфере, 3 подводных и 42 подземных взрыва. На Новой Земле в 1961 г. была взорвана мощнейшая в истории человечества водородная бомба – 58-мегатонная Царь-бомба.

Самое первое письменное упоминание о посещении океана относится к IV в. до н.э. В 986 году викинги основали поселения в Гренландии, в XI в. они достигли Шпицбергена и Новой Земли, а в XIII в. Канадской Арктики. Голландский мореплаватель и исследователь Виллем Баренц в 1594-1596 гг. совершил три арктические экспедиции, целью которых был поиск северного морского пути в Ост-Индию, и трагически погиб у Новой Земли. В XI в. русские рыбаки и земледельцы вышли к берегам Белого моря, а в XV-XVI в. торговцы пушниной проникли в Зауралье и завладели землями, уже освоенными и заселенными охотниками, рыбаками и оленеводами. В 1641-1647 гг. казак С.И. Дежнёв исследовал побережье Северной Азии от устья реки Колымы до самой восточной точки материка (теперь мыс Дежнёва). В 1648 г. Дежнёв обнаружил пролив между Азией и Америкой, позднее названный Беринговым проливом (пролив был открыт повторно в 1728 г. В. Берингом). Эти открытия послужили поводом для организации Великой Северной экспедиции, которая в 1733-1743 гг. должна была найти кратчайший путь из Белого в Берингово море. Во время этой экспедиции в 1742 г. С.И. Челюскин открыл северную точку Азии.

Перед Первой мировой войной начались рейсы, совершаемые торговыми судами из Атлантического океана до реки Енисей, однако

регулярное освоение Северного морского пути началось в 1920-е годы. В 1932 году ледокол «Александр Сибиряков» за одну навигацию смог пройти маршрут от Архангельска до Берингова пролива, а в 1934 году ледокол «Федор Литке» прошел этот путь в обратном направлении с востока на запад. В 1937-1938 гг. под руководством И.Д. Папанина была организована полярная научно-исследовательская станция «Северный полюс 1» на дрейфующей льдине вблизи полюса. Во время 9-месячного дрейфа проводились метеорологические, геофизические и гидробиологические измерения и наблюдения, делались промеры морских глубин.

Первыми людьми, бесспорно достигнувшими Северного полюса по поверхности льдов без моторного транспорта, считаются члены британской трансарктической экспедиции под руководством У. Герберта – 6 апреля 1969 г. А в 1977 г. советский атомоход «Арктика» первым в надводном плавании достиг Северной вершины планеты. Летом 1990 г. новый атомный ледокол «Россия» достиг Северного полюса уже с туристами. В 2007 г. с научно-исследовательского судна «Академик Фёдоров» в точке Северного полюса были совершены погружения в двух уникальных Российских научных глубоководных аппаратах «Мир».

**Южный океан** – условное название вод трех океанов (Тихого, Атлантического и Индийского), окружающих Антарктиду и выделяемых иногда как «пятый океан», не имеющий, однако, четко очерченной островами и континентами северной границы. Условная площадь Южного океана 20,327 млн. км<sup>2</sup>, если принять северной границей океана 60° ю.ш. Наибольшая глубина (Южно-Сандвичев желоб) 8428 м.

Южный океан впервые был выделен в 1650 г. голландским географом Б. Варениусом, и включал в себя как неоткрытый в то

время европейцами «южный материк», так и все области выше южного полярного круга.

Морские температуры изменяются от  $-2$  до  $10^{\circ}\text{C}$ . Циклоническое движение штормов в восточном направлении вокруг континента часто становится интенсивным из-за температурного контраста между льдом и открытым океаном. У океанской области от  $40^{\circ}$  ю.ш. к Южному полярному кругу наблюдаются самые сильные ветры на Земле. Зимой океан замерзает до  $65^{\circ}$  ю.ш. в Тихоокеанском секторе и  $55^{\circ}$  ю.ш. в Атлантическом, понижая поверхностные температуры значительно ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ; в некоторых прибрежных пунктах постоянные сильные ветры оставляют береговую линию свободной ото льда в течение зимы.

Айсберги могут встречаться в любое время года по всему Южному океану, некоторые из них способны достигать нескольких сотен метров; меньшие от 0,5 до 1 м. Встречающиеся айсберги имеют возраст 6-15 лет, что предполагает одновременное существование в водах океана более 200 тыс. айсбергов длиной от 500 м до 180 км и шириной до нескольких десятков километров. Морьякам широты от  $40$  до  $70^{\circ}$  ю.ш. известны как «Ревущие сороковые», «Неистовые пятидесятые» и «Пронзительные шестидесятые» из-за скверной погоды, штормовых ветров и больших волн, образующихся из-за движения масс воздуха, которые, обтекая земной шар, не встречают себе препятствий в виде каких-либо заметных массивов суши.

Благодаря приполярному расположению Южного океана здесь имеет место резкая сезонная динамика важнейшего условия фотосинтеза – солнечной радиации. В таких условиях в течение года наблюдается большая амплитуда количественных изменений фитопланктона и смещение зоны цветения с севера, где весна начинается раньше, на юг, где она запаздывает. В поверхностных

водах ярко выражена биологическая широтная зональность. У обитателей дна подобной зональности нет, так как в их развитии важную роль играет рельеф дна и барьеры, препятствующие обмену флоры и фауны. Среди разновидностей фитопланктона Южного океана преобладают диатомовые водоросли (около 180 видов), синезеленых мало.

Если белые медведи обитают только на льдах Арктики, то пингвины, это представители наземной фауны Антарктики. Среди них Галапагосский – самый маленький, всего 40 см, и Золотоволосый, Королевский пингвин и пингвин Адели до 60-80 см, и крупный Императорский пингвин до 120 см и 45 кг. Несколько видов некрупных ластоногих – тюлень Крабоед, тюлень Росса, тюлень Уедлдела, крупный хищник Морской леопард, кроме того, один из крупнейших ластоногих видов – Южный морской слон, он достигает 5,5 м в длину и 2,5 т веса. На берегах Антарктиды и обитают крупнейшие морские птицы – Гигантский буревестник, Альбатрос, Большой поморник. В водах дрейфуют Синий кит, Кашалот и третий по величине среди усатых китов – Сейвал.

### **4.3. Моря как часть Мирового океана**

**Море** – часть Мирового океана, обособленная сушей или возвышениями подводного рельефа. Отличается от Мирового океана также гидрологическим, метеорологическим и климатическим режимом, что связано с их окраинным положением относительно океанов и замедлению водообмена из-за ограниченности связи с открытой частью. Моря также отделяют друг от друга в соответствии с их флорой и фауной (например, Эгейское море находится в Средиземном море). Для фауны морей характерно наличие эндемиков.

**Классификации морей.** С геологической точки зрения современные моря – молодые образования. В очертаниях, близких к современным, они все определились в палеоген-неогеновое время, и окончательно оформились в антропогене. Наиболее глубокие моря (например, Средиземное море) образованы в местах крупных разломов земной коры, а мелкие моря возникли при затоплении окраинных частей материков водами Мирового океана и располагаются обычно на материковой отмели.

**Классификация морей по океанам.** Всего в мире насчитывают **63 моря** (не считая Каспийское, Аральское, а также Мертвое и Галилейское моря) – из них 25 в Тихом, 16 в Атлантическом, 11 в Индийском и 11 в Северном Ледовитом океане. К морям по традиции из-за больших размеров относят Каспийское и Аральское моря-озера, являющиеся остатками древнего океана Тетис. Кроме того, исторически сложились названия Мертвое и Галилейское моря.

По степени обособленности от океана и особенностям гидрологического режима моря подразделяются на 3 группы: **внутренние моря** (средиземные моря и полузамкнутые моря), **окраинные моря и межостровные моря**. По географическому положению средиземные моря иногда делят на **межматериковые** и **внутриматериковые** моря.

|  |
|--|
| <p><b>Тихий океан:</b> Аки, Бали, Банда, Берингово море, Висаян, Японское, Внутреннее Японское, Восточно-Китайское, Желтое, Камотес, Коро, Коралловое, Новогвинейское, Минданао, Молуккское, Охотское, Саву, Самар, Серам, Сibuян, Соломоново, Сулавеси, Сулу, Тасманово, Тувалу, Фиджи, <u>Филиппинское</u> (самое большое по площади и глубине море Земли), Флорес, Хальмахера, Южно-Китайское, Яванское моря.</p> |
|--|

|  |
|--|
| <p><b>Атлантический океан:</b> Азовское, Черное, Балтийское, Гебридское, Ирландское, Карибское, Кельтское, Ирмингера, Лабрадор, Мраморное,</p> |
|--|

Саргассово, Северное, Ваттовое, Средиземное, Адриатическое, Альборан, Балеарское, Ионическое, Кипрское, Киликийское, Левантинское, Лигурийское, Тирренское, Эгейское, Икарийское, Критское, Миртойское, Фракийское моря.

**Индийский океан:** Андаманское, Аравийское, Арафурское, Красное, Лаккадивское, Тиморское моря.

**Северный Ледовитый океан:** граница Белого и Баренцева моря, Баренцево, Печорское, Баффина, Белое, Бофорта, Ванделя, Восточно-Сибирское, Гренландское, Море Принца Густава-Адольфа, Море Кронпринца Густава, Карское, Лаптевых, Чукотское, Линкольна, Норвежское.

**Южный океан:** моря Амундсена, Росса, Уэдделла, Скоша, Лазарева, Дейвиса, Беллинсгаузена, Моусона, Рисер-Ларсена, Содружества, Космонавтов, Сомова, Дюрвиля.

Заливы, по гидрологическим, гидрохимическим и др. характеристикам относящиеся к морям: Бенгальский залив (Индийский океан); Гудзонов залив (Северный Ледовитый океан); Мексиканский залив (Атлантический океан); Персидский залив (Индийский океан); Бискайский залив (Атлантический океан).

**Внутренние моря** – моря, большей частью закрытые от сообщения с океаном, которым присущ ограниченный (по сравнению с окраинными морями) водообмен с Мировым океаном. В таких морях глубина пролива, соединяющего их с океаном, небольшая, что мешает появлению глубоководных течений, которые приводили бы к смешению глубинных вод. Примерами таких морей является Средиземное и Балтийское моря.

В зависимости от количества континентов, чьи берега моря омывают, внутренние моря делятся на межконтинентальные (Средиземное и Красное моря) и внутриконтинентальные (Желтое и Черное моря).

В зависимости от наличия связи с другими морями или Мировым океаном внутренние моря разделяют на изолированные (замкнутые) (Мертвое, Аральское моря) и полуизолированные

(полузамкнутые) (Балтийское, Азовское моря). Изолированные моря являются озерами.

**Окраинные моря** – характеризуются свободным сообщением с океаном и, в ряде случаев, отделенные от них цепью островов или полуостровами. Хотя окраинные моря лежат на шельфе, на характер донных отложений, климатический и гидрологический режимы, фауну и флору этих морей сильное влияние оказывает не только материк, но и океан. Окраинным морям присущи океанские течения, которые возникают благодаря океаническим ветрам. К морям такого типа относятся, например, Берингово, Охотское, Японское, Восточно-Китайское, Южно-Китайское, Карибское моря.

**Межконтинентальные моря** (иногда называемые средиземными морями) – окружены со всех сторон сушей и соединяются с океаном одним или несколькими проливами. К таким морям относятся Средиземное, Красное, Карибское.

**Межостровные моря** – окруженные более или менее плотным кольцом островов, поднятия рельефа между которыми препятствуют свободному водообмену этих морей с открытой частью океана. Большинство межостровных морей находятся среди островов Малайского архипелага. Крупнейшие из них: Яванское, Банда, Сулавеси.

Существует также классификация морей в зависимости от температуры их поверхностных вод (тропические моря, моря умеренной зоны, полярные моря), она практически не используется.

По степени солености различают:

**Сильносоленые моря** – имеющие большую, чем в океане, соленость благодаря активному испарению, и их водообмен заключается в оттоке более соленой морской воды в нижние слои, и притоке более пресной воды в поверхностные слои через проливы из океана. Пример такого моря – Красное море.

**Слабосоленые моря** – моря, имеющие меньшую, чем океан соленость благодаря тому, что приток пресной воды со стоком рек и осадками не компенсируется испарением. В этом случае водообмен заключается в оттоке менее соленой морской воды в поверхностные слои и притоке более соленой воды в придонные слои через проливы. В таких бассейнах часто водообмен с придонными слоями недостаточен для поддержания необходимого для существования большинства биологических видов содержания кислорода. Пример такого моря – Черное море.

По изрезанности береговой линии различают сильноизрезанную и слабоизрезанную береговую линию. Следует заметить, что, к примеру, Саргассово море вообще не имеет береговой линии. Для береговой линии морей характерно наличие заливов, лагун, бухт, эстуариев впадающих рек, полуостровов, кос, лиманов, пляжей или клифов и других форм рельефа.

**Моря России.** Россия омывается 13 морями, принадлежащими трем океанам; кроме того, южная часть восточного берега Камчатки, восточные и юго-восточные берега большинства Курильских островов омываются непосредственно Тихим океаном, той его частью, которая ни в одно море не входит, а также внутренним Каспийским морем. К Атлантическому океану относятся – 3 моря, 6 – к Северному Ледовитому и еще 3 моря относятся к Тихому океану.

- Атлантический океан: Черное море, Балтийское, Азовское, Каспийское.
- Северный Ледовитый океан: Баренцево море, Белое, Карское, Море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское.
- Тихий океан: Берингово море, Охотское, Японское.



**Залив** – это часть моря, глубоко вдающаяся в сушу, но имеющая свободный водообмен с основной частью моря. Гидрологические и гидрохимические условия залива тождественны с условиями моря, частью которого они являются. В отдельных случаях местные особенности климата и материковый сток могут придавать гидрологическим характеристикам поверхностного слоя заливов некоторые специфические черты. К наиболее крупным заливам Мирового океана относятся заливы: Аляскинский, Бенгальский, Бискайский, Большой Австралийский, Гвинейский.

В ряде случаев название «залив» закрепилось за акваториями, которые по своему гидрологическому режиму являются морями (например, Мексиканский, Гудзонов, Персидский, Калифорнийский).

Среди заливов различаются: бухта, губа, эстуарий, фьорд, лиман, лагуна, гавань и др.

**Бухта** – небольшая часть моря, отделенная от открытых вод с трех сторон частями суши (выступами берегов, скалами и близлежащими островами) и защищенная ими от волн и ветра. Большинство небольших бухт образуются в мягких скальных грунтах или глинах, вымытых волнами. Примерами бухт могут Севастопольская и Балаклавская бухты в Черном море, бухта Золотой Рог в Японском море. Небольшая бухта может быть в составе большей бухты, как, например, Южная бухта в составе Севастопольской бухты.

**Лиман** – залив, отделенная от моря песчаной косой (пересыпью). Чаще лиман – это затопленная часть ближайшего к морю участка речной долины (например, Днепровский, Днестровский лиманы на побережье Черного моря). Различают лиманы открытого типа (эстуарного типа) – такие, которые имеют постоянный водообмен с морем, и закрытого типа (лагунного типа) – отделенные от моря песчаной косой, пересыпью. На

гидрологический режим лимана в значительной степени может влиять река, которая в него впадает.

**Лагуна** – мелководная часть моря, отделенная от него баром, косой, коралловым рифом и часто соединена с ним узким проливом. От других заливов лагуны отличаются большей степенью изолированности от моря. Часто встречаются внутри атолла (например, атоллы Киритимати, Кваджалейн).

**Эстуарий** – однорукавное, воронкообразное устье реки, которая впадает в море. Образуется когда море затапливает устье реки, а приливно-отливные явления выносят осадочные породы в море и не дают эстуарию заполниться и превратиться в дельту. Это происходит если прилегающая к эстуарию часть моря имеет большую глубину. Эстуарий образуют такие реки, как Амазонка (Атлантический океан), Темза (Северное море).

**Фьорд** – длинный, узкий морской залив, часто простирается далеко внутрь побережья. Фьорд образуется в результате затопления морем долины бывшего ледника. Многие фьорды очень глубокие – они формировались, когда ледники своим весом раздавливали долины, а затем долины затапливались морем. Обычно длина фьорда в несколько раз больше его ширины. Примерами фьордов могут быть фьорды Норвежского моря.

**Губа** – распространенное на севере России название залива, глубоко врезающегося в сушу (например, Невская в Финском заливе, Обская в Карском море).

**Пролив** – сравнительно узкая полоса воды, разделяющая участки суши и соединяющая смежные водные бассейны или их части (например, проливы Ла-Манш, Магелланов, Берингов).

Самый длинный пролив на Земле – Мозамбикский пролив, длина 1760 километров. Самый широкий пролив на Земле – пролив Дрейка, ширина 820 километров.

Проливы классифицируют по бассейну океана:

- пролив, находящийся в бассейне одного океана (пролив Дарданеллы, Атлантический океан).
- пролив, соединяющий бассейны двух океанов (Берингов пролив, Тихий и Северный Ледовитый океаны).

Проливы по континентам:

- пролив, берега которого принадлежат одному континенту (Скагеррак, Европа).
- пролив, берега которого принадлежат разным континентам (Гибралтар, Европа и Африка).

По международно-правовому статусу:

- проливы, используемые для международного судоходства, соединяющие части открытого моря или исключительной экономической зоны. Суда и летательные аппараты всех государств пользуются правом транзитного прохода через такие проливы (Сингапурский пролив, Баб-эль-Мандебский пролив).
- проливы, используемые для международного судоходства, соединяющие части открытого моря или исключительной экономической зоны и территориальное море государств (Керченский пролив, Россия и Украина). В таких проливах иностранные суда пользуются правом мирного прохода.
- проливы, используемые для международного судоходства, режим прохода через которые полностью или частично регулируется давно принятыми действующими международными конвенциями (Турция, Конвенция Монтрё о статусе проливов).

#### 4.4. Континентальные воды

**Текущие воды** – временные водотоки, реки и ручьи, выравнивающие поверхность литосферы путем разрушения – водной эрозии, осуществляющие перенос продуктов разрушения с возвышенностей в более низкие места.

**Река** – природный водный водоток, текущий в выработанном им углублении – постоянном естественном **русле** и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с его бассейна. Как правило, реки прокладывают русло и текут по зонам наименьшего напряжения и сопротивления – по тектоническим разломам. Реки являются предметом изучения речной гидрологии (**потамологии**).

В каждой реке различают место ее зарождения – **исток** и место впадения в море, озеро или слияния с другой рекой – **устье**. В пустыне реки могут не иметь устья, они теряются в песках, а их вода расходуется на испарение и фильтрацию.

Реки, непосредственно впадающие в океаны, моря, озера или теряющиеся в песках и болотах, называются **главными**; впадающие в главные реки – **притоками** (первого, второго и последующих порядков). Главная река со всеми ее притоками образует **речную систему**, характеризующуюся густотой **речной сети**. Обычно главная река длиннее, полноводнее и занимает осевое положение в речной системе, она как правило старше своих притоков. Но иногда бывает и наоборот: Волга несет воды меньше, чем Кама, но считается главной рекой, поскольку ее бассейн был заселен раньше. Притоки бывают длиннее главной реки, например Миссури длиннее Миссисипи, а Иртыш – Оби.

Поверхность суши, с которой речная система собирает свои воды, называется водосбором, или **водосборной площадью**. Водосборная площадь вместе с верхними слоями земной коры,

включающая в себя данную речную систему и отделенная от других речных систем **водоразделами**, называется **речным бассейном**.

Реки обычно текут в вытянутых пониженных формах рельефа – долинах, наиболее пониженная часть которых называется **руслом**, а часть дна долины, заливаемая высокими речными водами – **поймой**, или пойменной террасой. Поверхность поймы неровная, наиболее высокие участки вдоль берегов называют **береговые валы**. Иногда образуются **террасы** – выровненные площадки в виде ступенек вдоль склонов рек. **Склоны рек** ограничивают долину с боков, обычно один склон крутой, другой – пологий. Заканчиваются склоны коренными берегами, не тронутыми эрозией (рис. 45).

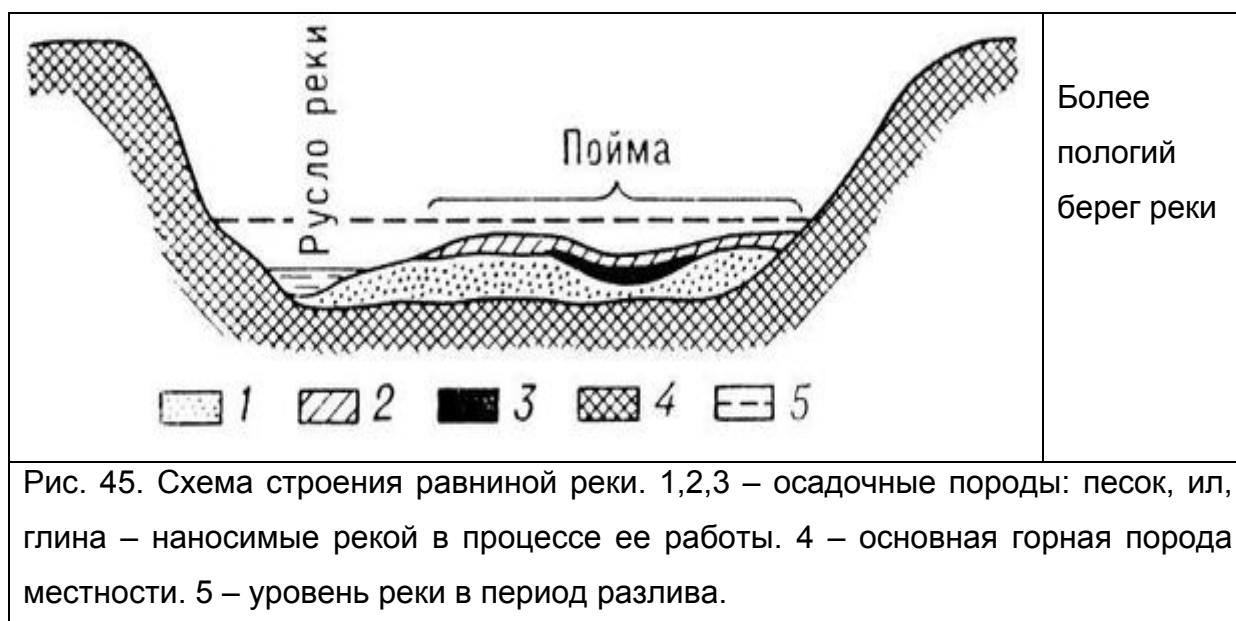


Рис. 45. Схема строения равнинной реки. 1,2,3 – осадочные породы: песок, ил, глина – наносимые рекой в процессе ее работы. 4 – основная горная порода местности. 5 – уровень реки в период разлива.

В руслах чередуются более глубокие места – **плёсы** и мелководные участки – **перекаты**. Линия наибольших глубин русла называется **тальвег**, близко к которому обычно проходит судовой ход – **фарватер**; линия наибольших скоростей течения называется **стрешнем**. Границей водотока реки называется **берег**, если с середины русла смотреть в направлении по течению реки, то различают правый и левый берега водотока. Бывшие русла рек

называют **старицей**. В продольном профиле молодых рек нередко имеются участки с быстрым течением и выходом скальных пород на поверхность воды – это **пороги**. А участки где вода падает с отвесных уступов, в основном у горных рек, называются **водопады**.

Самый высокий водопад Анхель на реке Ориноко (1054 м), а Ниагарский водопад 51 м, но ширина потока падающих вод 1237 м. Водопад Виктория на реке Замбези 120 м высотой, но имеет самый большой поток воды – 1800 м шириной, а его шум слышен за десятки километров. Сам водопад окутан водяной пылью в которой можно увидеть множество радуг, преломление света.

**Падение реки (П, в метрах)** – разность высот между истоком ( $hИ$ ) и устьем реки ( $hУ$ ). Например, исток реки Лена находится на высоте 1470 м над уровнем моря, а устье на высоте 3 м, то падение:

$$П = (hИ) - (hУ) \quad \text{или} \quad П = 1470 \text{ м} - 3 \text{ м} = 1467 \text{ м.}$$

**Уклон реки (У, в %)** – отношение падения реки (П) (или отдельных ее участков) к их длине (L) (или длине участка). Длина реки Лена более 4400 км, а падение мы подсчитали 1463 м,

$$У = \frac{П}{L} \quad \text{или} \quad У = \frac{1467}{4400} = 0,333 \times 100\% = 33,3 (\%).$$

По длине Лена занимает 10 место в мире, ее средняя ширина 15 км, а равнинная до 25 км, а по масштабам дельты – она занесена в книгу рекордов Гиннеса, ее дельта по площади больше дельты многих крупнейших рек, таких как Волга, Нил и др.

По поверхности земного шара реки распределены крайне неравномерно. На каждом материке можно наметить **главные водоразделы** – границы областей стока, поступающего в различные океаны. **Главный водораздел Земли** делит поверхность материков на 2 основных бассейна:

- атлантико-арктический (сток с площади которого поступает в Атлантический и Северный Ледовитый океаны), и
- тихоокеанский (сток в Тихий и Индийский океаны).

Объем стока с площади атлантико-арктического бассейна значительно больше, чем с площади тихоокеанского бассейна.

**Густота речной сети** – это отношение суммарной протяженности всех рек к площади бассейна ( $\text{км/км}^2$ ).

Густота речной сети и направление течения зависят от комплекса современных природных условий, рельефа, климата, местных горных пород, но часто в той или иной мере сохраняют черты прежних геологических эпох. Наибольшей густоты речная сеть достигает в экваториальном поясе, где текут величайшие реки мира – Амазонка, Конго; в тропических и умеренных поясах она также бывает высокой, особенно в горных районах (Альпы, Кавказ, Скалистые горы и др.). В пустынных областях распространены эпизодически текущие реки, превращающиеся изредка при снеготаянии или интенсивных ливнях в мощные потоки (реки равнинного Казахстана, Сахары, Крик, реки Австралии и др.).

Особое значение в жизни водоемов, особенно рек и озер, имеют осадки и степень увлажнения прилегающей территории.

**Испаряемость (И)** – это количество влаги, которое испаряется при данной температуре с подстилающей поверхности (за нормальную температуру принимают  $+25^\circ\text{C}$ ).

**Количество осадков (О, мм/год)** измеряется относительно единицы площади и указывается среднемесячное или среднегодовое. Зная эти величины можно установить **коэффициент увлажнения (КУ)** местности:

$$\text{КУ} = \frac{\text{О}}{\text{И}}, \text{ при КУ} = 1 \text{ – достаточное увлажнение,}$$

$KУ > 1$  – избыточное,  $KУ < 1$  – недостаточное,  $KУ < 0,3$  – скудное.

Эти зоны обозначают цветом на климатической карте осадков. Можно оценить характер реки, зная через какие зоны она протекает.

В местах, где выпадает большое количество осадков и испарение незначительное, речная сеть имеет большую густоту. В горах густота речной сети больше, чем на равнине. Например, на северных склонах Кавказских гор она составляет  $0,49 \text{ км/км}^2$ , а в Предкавказье –  $0,05 \text{ км/км}^2$ .

В зависимости от рельефа местности, в пределах которой текут реки, они разделяются на **горные** и **равнинные**. На многих реках перемежаются участки горного и равнинного характера.

**Работа рек** – постоянно происходящие изменения под воздействием реки, проявляющиеся в эрозии, переносе и аккумуляции материала. Под **эрозией** понимают разрушение горных пород. Различают эрозию – **глубинную**, направленную на углубление русла, или **боковую** – направленную на разрушение берегов. Один берег реки обычно подмывается течением, другой – намывается, этот материал река переносит и откладывает, там, где течение замедляется. Сначала оседает самый крупный материал – камни, галька, крупный песок, затем мелкий песок и т.д. Таким образом, образуются острова, мели, косы, особенно в **дельте** рек. Но у некоторых рек устья похожи на расширяющийся клин, такое устье называют **эстуарий**, например у Печеры. Эстуарии образуются там, где дно моря в результате вековых движений земной коры понижается. Там, где дно морей повышается обычно образуется дельта. Если в месте впадения реки в море у реки сильное течение, то дельты может не быть и тогда речные наносы уходят далеко в море.



Горные реки, как правило, отличаются большими уклонами, бурным течением, текут в узких долинах; преобладают процессы размыва. Для равнинных рек характерно наличие извилин русла, или **меандр** (рис. 46, рис. 47), образующихся в результате русловых процессов. На равнинных реках чередуются участки размыва русла и аккумуляции на нем наносов, в результате образуются **осерёдки** и **перекаты**, а в устьях – дельты. Иногда рукава реки сливаются с другой рекой.

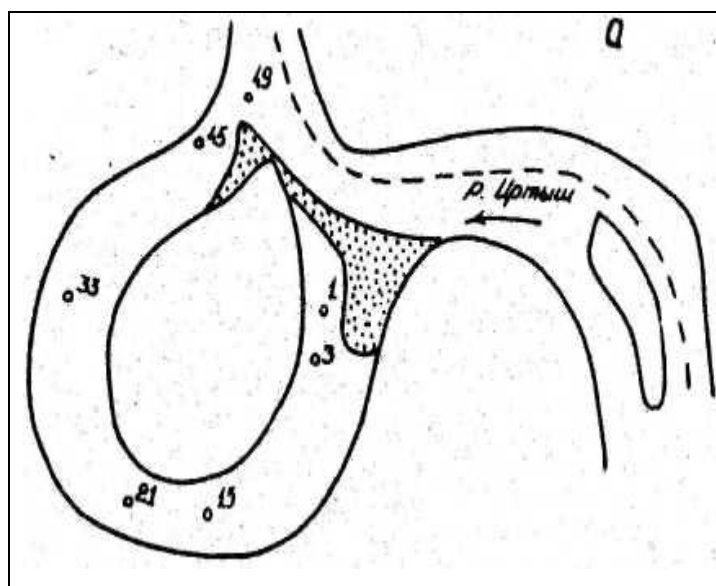


Рис. 46. Образование меандр на реке. На рисунке отмечен участок реки Иртыш, тальвег – линия наибольших глубин русла, направление течения. А также образование песчаных наносов – кос и отмелей, с образованием обособленной меандры реки. Внутри указаны глубины.

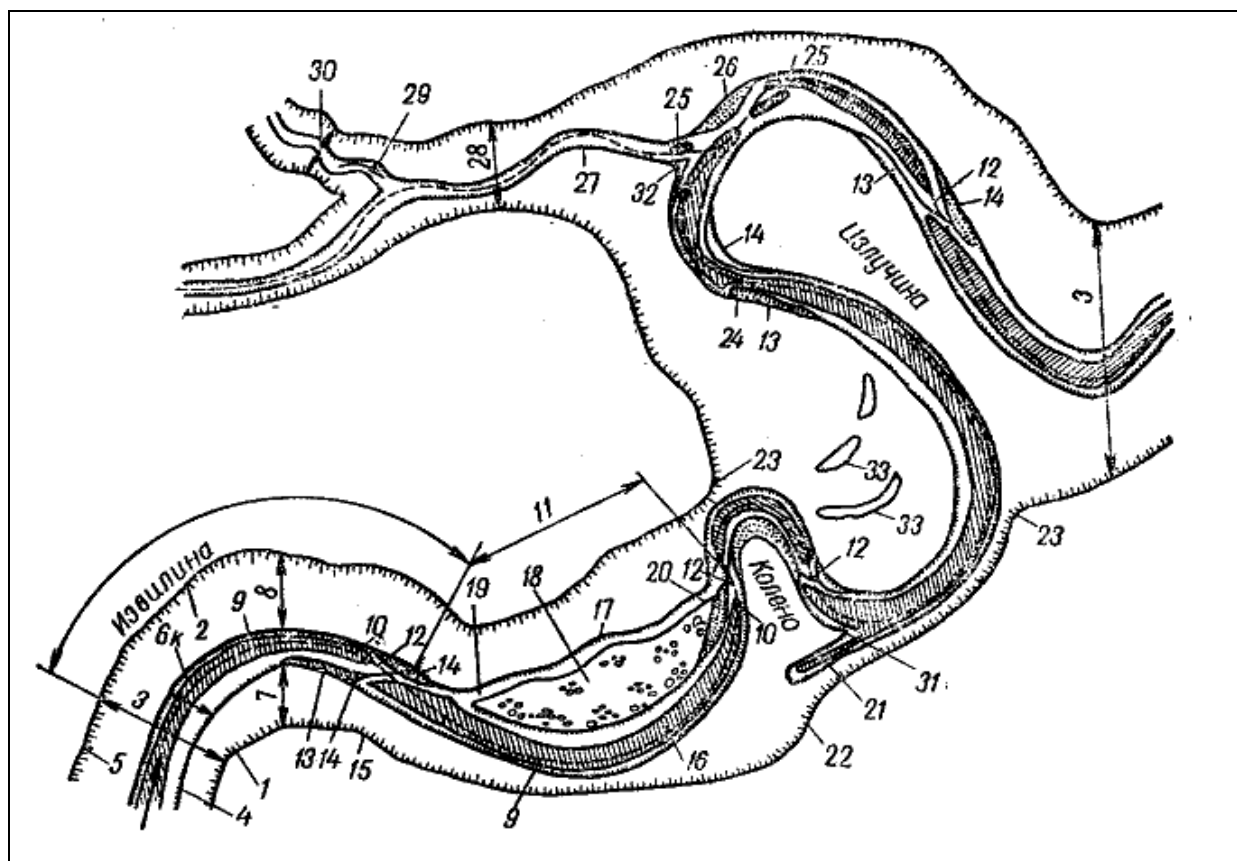


Рис. 47. Крупномасштабное отображение речного русла. На рисунке обозначены: главная река и ее приток; части речного рельефа – извилина, излучина, колесо. А также отмели, наносы и речные грунты, фарватер.. Рядом с руслом отмечены остатки стариц в виде изогнутых озер. Обозначена штрихами зона затопления – пойменная зона, и ее ширина общая и от береговой линии.

Река постоянно углубляет русло, однако глубинная эрозия останавливается, когда уровень воды в реке опускается до той же отметки, что и в месте впадения реки в море, озеро или другую реку. Этот уровень называют **базис эрозии**. Конечным базисом эрозии для всех рек будет являться уровень Мирового океана. При понижении базиса эрозии река сильно углубляет русло, при повышении этот процесс замедляется и идет отложение наносов.

**Питание рек** осуществляется как подземными водами (постоянные источники питания), так и выпадающими в виде дождей и снега осадками (сезонное питание). От характера питания зависит уровень воды в реках. На территории России наибольший подъем

воды в реках наблюдается весной, во время таяния снегов. В период весенних разливов стекает более половины годового объема воды. Некоторые реки, например Амур, имеют два разлива – менее мощный весенний, и более сильный – в конце лета, в период муссонных дождей.

Периоды самой высокой воды получили название **половодье**, ежегодно повторяющийся подъем воды в один и тот же сезон. Высокий уровень вод обычно удерживается 2-3 месяца, весь период таяния снега от истоков до устья, в это время происходит разлив реки. При этом **паводок**, это кратковременный подъем воды в реках, например при продолжительных дождях, а в горных районах при сильном таянии ледников в жаркую погоду. Высота паводка в горных странах выше, на равнинах – ниже, и зависит от интенсивности таяния снега, осадков, лесистости территории, ширины поймы и характера ледохода. На некоторых реках, особенно в Сибири, при образовании заторов льда подъем воды может быть внезапным и достигать 20 м. Наиболее низкий уровень воды в реке называется **межень**. В средней полосе обычно наблюдается в конце лета, когда вода испаряется и просачивается в грунт, и в конце зимы, когда нет поверхностного питания.

По способу питания все реки можно разделить на типы:

- реки дождевого питания – в экваториальном, тропическом и субтропическом поясах – Амазонка, Конго, Нил, Янцзы и др.;
- реки ледникового и снегового питания – реки горных областей и Крайнего Севера – Амударья, Сырдарья, Кубань, Юкон и др.;
- реки подземного питания – реки склонов гор в засушливом поясе, например, реки северного склона Тянь-Шаня;

- реки смешанного питания – преимущественно реки умеренного пояса с ярко выраженным устойчивым снежным покровом – Волга, Днепр, Обь, Енисей, Лена и др.

Реки – это главные водные артерии, хозяйственные пути, они имеют стратегическое и политическое значение, и всегда играли особую роль в выборе мест расположения поселений, определили историческое развитие многих городов и территорий.

При строительстве населенных пунктов важно знать, достаточно ли воды, чтобы обеспечить ей население и развитие промышленности. С этой целью определяют **расход**, то есть количество воды ( $\text{м}^3$ ), проходящее через сечение реки за 1 секунду.

Например, скорость течения реки 1 м/с, площадь живого сечения 10  $\text{м}^2$ . Значит, расход воды в реке составляет 10  $\text{м}^3/\text{с}$ . расход воды в реке за продолжительный период называется речным стоком, он определяется по многолетним данным и выражается  $\text{км}^3/\text{год}$ . Величина стока зависит от площади бассейна реки и климатических условий, горных пород и рельефа местности. Многоводность самой полной в мире реки Амазонки 3160  $\text{км}^3/\text{год}$ , что объясняется огромной площадью ее бассейна – 7 млн.  $\text{км}^2$ , и обилием осадков – более 2000 мм/год, а также эта река имеет 17 притоков первого порядка, каждый из которых приносит почти столько же воды, сколько Волга.

### **Классификация рек в России по величине:**

**Большими реками** называются равнинные реки, имеющие бассейн площадью более 50000  $\text{км}^2$ ; а также горные реки, с площадью водосбора более 30000  $\text{км}^2$ . Как правило, их бассейны располагаются в нескольких географических зонах, а гидрологический режим не свойственен для рек каждой географической зоны в отдельности.

**Средними реками** называются равнинные реки, бассейны которых располагаются в одной гидрографической зоне, площадью от 2000 до 50000 км<sup>2</sup>, и их гидрологический режим свойственен для рек этой зоны.

**Малыми реками** называются реки, бассейны которых располагаются в одной гидрографической зоне, имеют площадь не более 2000 км<sup>2</sup> и гидрологический режим которых под влиянием местных факторов может быть не свойственен для рек этой зоны.

В классификации по конфигурации сети притоков: различают 12 классов рек по характеру сети притоков, определяемому **Числом Стралера**. Истоки рек по этой системе относятся к первому классу, а река Амазонка – к двенадцатому.

|  |
|--|
| Величайшие реки мира (название и длина (км)): Амазонка 6992; Нил 6670; Янцзы 5800; Миссисипи – Миссури 5969; Хуанхэ 5464; <b>Обь (с Иртышом) 5410</b> ; Парана (от истоков Паранаибы) 4380; Меконг 4500; <b>Амур (от истоков Аргуни) 4440</b> ; <b>Лена 4400</b> ; Конго (с Луалабой) 4320; Макензи (от истоков Пис-Ривер) 4240; Нигер 4160; <b>Енисей (от истоков Малого Енисея) 4102</b> ; <b>Волга 3530</b> ; Инд 3180; Юкон 3180; Дунай 2850; Ориноко 2730; Ганг (с Брахмапутрой) 2700; Замбези 2660; Муррей 2574. |
|--|

**Озеро** – естественно возникший водоем, заполненный в пределах озерной чаши (озерного ложа) водой и не имеющий непосредственного соединения с морем (океаном). Озера являются предметом изучения науки лимнологии. Общая площадь озер земного шара составляет около 1,8% суши (примерно 2,7 млн. км<sup>2</sup>).

**Озеро**, с точки зрения планетологии, представляет собой существующий стабильно во времени и пространстве объект, заполненный веществом в жидкой фазе, размеры которого занимают промежуточное положение между морем и прудом.

С точки зрения географии, озеро представляет собой замкнутое углубление суши, в которое стекает и накапливается вода. Озера не являются частью Мирового океана.

Хотя химический состав озер остается относительно длительное время постоянным, в отличие от реки, заполняющее его вещество обновляется значительно реже, а имеющиеся в нем течения не являются преобладающим фактором, определяющим его режим. Озера регулируют сток рек, задерживая в своих котловинах полые воды и отдавая их в другие периоды. В водах озер происходят химические и биологические реакции. Одни элементы переходят из воды в донные отложения, другие — наоборот. В ряде озер, главным образом не имеющих стока, в связи с испарением воды повышается концентрация солей. Результатом являются существенные изменения минерализации и солевого состава озер. Благодаря значительной тепловой инерции водной массы крупные озера смягчают климат прилегающих районов, уменьшая колебания метеорологических факторов.

Форма, размеры и рельеф дна озерных котловин существенно меняются при накоплении донных отложений. Зарастание озер создает новые формы рельефа, равнинные или даже выпуклые. Озера и, особенно, водохранилища часто создают **подпор грунтовых вод**, вызывающий заболачивание близлежащих участков суши. В результате непрерывного накопления органических и минеральных частиц в озерах образуются мощные толщи донных отложений. Эти отложения видоизменяются при дальнейшем развитии водоемов и превращении их в болота или сушу. При определенных условиях они преобразуются в горные породы органического происхождения.

По происхождению озера делятся на:

**Тектонические:** образуются путем заполнения трещин в земной коре. Ярким примером тектонического озера является озеро Байкал. Такие озера можно найти на карте Африки.

**Ледниковые:** образуются тающим ледником. Типичным ледниковым озером, оставшимся от последнего ледникового периода является Арберзее, расположенное у подножья горы Большой Арбер (1456 м) – самой высокой горы Богемского леса.

**Речные** (или старицы): отсоединившиеся русла рек и их рукавов, которые иногда могут сливаться с рекой в период ее разлива, особенно в тропической зоне.

**Приморские** (лагуны и лиманы). Наиболее известной лагуной является Венецианская, расположенная в северной части Адриатического моря.

**Провальные** (карстовые, термокарстовые). Особенностью некоторых провальных озер является их периодическое исчезновение и появление, зависящие от своеобразной динамики подземных вод. Например, – озеро Эрцо в Южной Осетии.

**Завально-запрудные:** образуются при обрушении части горы (например, озеро Рица в Абхазии).

**Горные:** расположены в горных котловинах.

**Кратерные:** расположены в кратерах потухших вулканов и трубок взрыва. В Европе, например, подобные озера находятся в области Айфель (Германия). Возле них наблюдаются слабые проявления вулканической деятельности в виде горячих источников.

**Искусственные:** создание таких озер может быть специальным, например, для создания водохранилищ различного назначения (водоснабжение города и промышленных объектов, электроэнергетика (ГЭС, ТЭЦ), разведение рыб, пожарные водоемы, резервы сельского хозяйства для полива и орошения, животноводство, городские пруды и зона отдыха). Или как побочное

следствие земляных и геологических работ, в выработанных промышленных карьерах.

По положению озера делятся на (применительно к планете):

**Наземные**, воды которых принимают активное участие в кругообороте воды в природе.

**Подземные**, воды которых если и принимают в нем участие, то лишь косвенно. Иногда эти озера заполнены ювенильной, то есть самородной водой. К числу подземных озер может быть отнесено и подледное озеро в Антарктиде.

По водному балансу озера делятся на:

**Сточные**, имеют сток, преимущественно в виде реки (рис. 48).

**Бессточные**, не имеют поверхностного стока или подземного отвода воды в соседние водосборы. Расход воды происходит за счет испарения.

По типу минерализации: пресные, ультрапресные, минеральные, солоноватые, соленые.

По химическому составу воды минеральные озера делятся на: карбонатные (содовые), сульфатные (горько-соленые), хлоридные (соленые).

На небесных телах озера делятся на: земные и внеземные (в них нет воды).



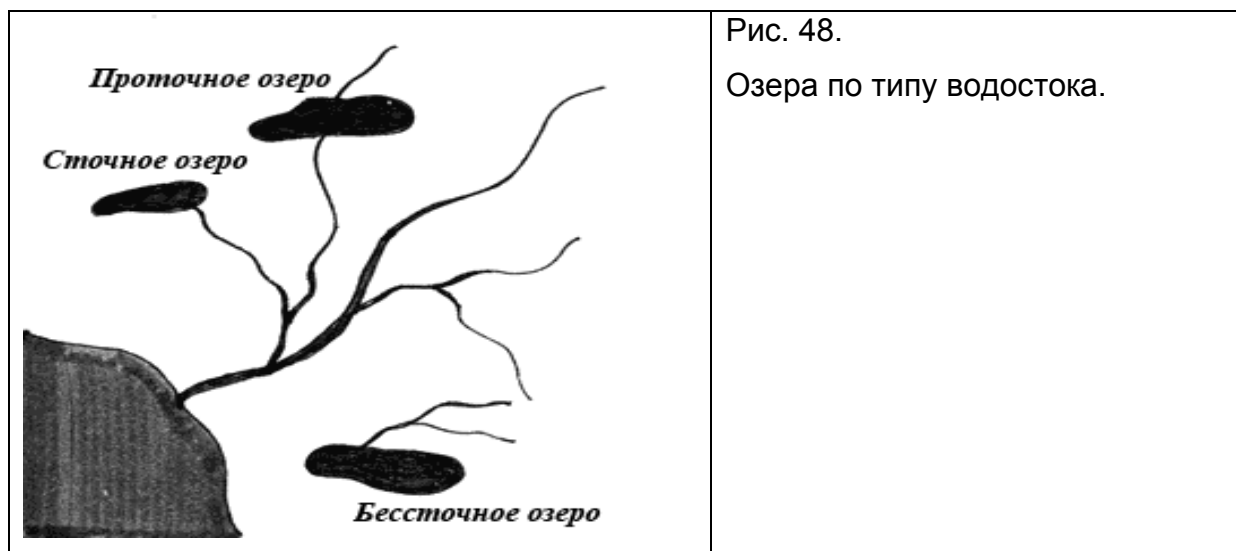


Рис. 48.  
Озера по типу водостока.

### Некоторые крупнейшие по площади и глубине озера Мира

| Название озера               | Площадь,<br>тыс. км <sup>2</sup> | Глубина,<br>м | Высота<br>ур. моря | Часть света |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|-------------|
| <b>Каспийское море (СНГ)</b> | 376                              | 1025          | -28                | Европа/Азия |
| Верхнее                      | 82                               | 393           | 183                | С. Америка  |
| Виктория                     | 68                               | 80            | 1134               | Африка      |
| Гурон                        | 60                               | 208           | 177                | С. Америка  |
| Мичиган (США)                | 58                               | 281           | 177                | С. Америка  |
| Танганьика                   | 34                               | 1470          | 773                | Африка      |
| <b>Байкал (РФ)</b>           | 32                               | 1637          | 456                | Азия        |
| Малави                       | 31                               | 706           | 472                | Африка      |
| Б. Медвежье (Канада)         | 30                               | 137           | 157                | С. Америка  |
| Б. Невольничье (Канада)      | 29                               | 150           | 156                | С. Америка  |
| <b>Ладожское (РФ)</b>        | 18                               | 230           | 5                  | Европа      |
| Маракайбо                    | 16                               | 250           | 0                  | Ю.Америка   |
| <b>Онежское (РФ)</b>         | 10                               | 127           | 33                 | Европа      |
| Титикака                     | 8,3                              | 304           | 3812               | Ю. Америка  |
| Иссык-Куль (Киргизия)        | 6,2                              | 668           | 1608               | Азия        |
| Венерн (Швеция)              | 5,5                              | 100           | 44                 | Европа      |

**Родник, источник, ключ** – естественный выход подземных вод на земную поверхность на суше или под водой (подводный)

источник). Образование таких источников может быть обусловлено различными факторами: пересечением водоносных горизонтов отрицательными формами современного рельефа (например, речными долинами, балками, оврагами, озерными котловинами), геолого-структурными особенностями местности (наличием трещин, зон тектонических нарушений, контактов изверженных и осадочных пород), фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород и др. Самые большие родники в мире: Воклюз (карстовый), родник Красный Ключ.

Родники бывают:

- восходящими – напорными и нисходящими – безнапорными;
- временно действующими (сезонными) и постоянно действующими.

По температуре родники делятся на: холодные, теплые, горячие, кипящие.

По классификации советского гидрогеолога А.М. Овчинникова выделяется три группы источников в зависимости от питания водами верховодки, грунтовыми или артезианскими водами.

- источники первой группы, питающиеся верховодкой, располагающиеся обычно в зоне аэрации, имеют резкие колебания дебита (вплоть до полного иссякания), химического состава и температуры воды.
- источники, питающиеся грунтовыми водами, отличаются большим постоянством во времени, но также подвержены сезонным колебаниям дебита, состава и температуры. Они подразделяются на: эрозионные (появляющиеся в результате углубления речной сети и вскрытия водоносных горизонтов), контактные (приуроченные к контактам пород различной водопроницаемости) и переливающиеся (обычно восходящие,

связанные с фациальной изменчивостью пластов или с тектоническими нарушениями).

- источники артезианских вод отличаются наибольшим постоянством режима; они приурочены к областям разгрузки артезианских бассейнов.

Химический и газовый состав воды источников разнообразен; он определяется, главным образом, составом разгружающихся подземных вод и общими гидрогеологическими условиями района.

**Болото** (также топь, трясина) – участок суши (или ландшафта), характеризующийся избыточным увлажнением, повышенной кислотностью и низкой плодородностью почвы, выходом на поверхность стоячих или проточных грунтовых вод, но без постоянного слоя воды на поверхности. Для болота характерно отложение на поверхности почвы неполно разложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф. Слой торфа в болотах не менее 30 см, если меньше, то это заболоченные земли. Болота являются составной частью гидросферы. Первые болота на Земле образовались на стыке силура и девона 350-400 млн. лет назад.

Чаще встречаются в Северном полушарии, в лесах. В России распространены на севере Европейской части, в Западной Сибири, на Камчатке. В Белоруссии и на Украине болота сконцентрированы в Полесье (так называемые Пинские болота). Исследования природы болот начал еще М.В. Ломоносов, большой вклад внес советский ботаник В.С. Доктуровский, создатель руководства по болотоведению.

Слово «болото» имеет древнее балто-славянское происхождение. Этот корень встречается во всех древних и

современных балто-славянских языках. Неслучайно прародиной славян считается болотистая местность между белорусским Полесьем и Балтийским морем. Само название Балтика также производно от этого корня. В славянских языках с полногласием (русский, украинский, белорусский и др.) звучит в виде болото, в других славянских и балтийских языках, в том числе в старославянском как «блато», «балто».

Образование, роль и классификация болот

Болота в природе возникают двумя основными путями: из-за заболачивания почвы или же из-за зарастания водоемов. Заболачивание может происходить по вине человека, например, при возведении дамб и плотин для прудов и водохранилищ. Заболачивание иногда вызывает и деятельность бобров, строительство ими запруд. Непременным условием образования болот является постоянная **избыточная влажность**. Одна из причин избыточной увлажненности и образования болота состоит в особенностях рельефа – наличие низин, куда стекаются воды осадков и грунтовые воды; на равниннах отсутствие стока – все эти условия приводят к образованию торфа.

Болота играют важную роль в образовании рек, а также препятствуют развитию парникового эффекта. Как и леса, болота можно назвать «легкими планеты». Дело в том, что реакция образования органических веществ из углекислого газа и воды при фотосинтезе по своему суммарному уравнению противоположна реакции окисления органических веществ при дыхании, и поэтому при разложении органики углекислый газ, связанный до этого растениями, выделяется назад в атмосферу (в основном за счет дыхания бактерий). Один из главных процессов, способных уменьшить содержание углекислого газа в атмосфере – это захоронение неразложившейся органики, что и происходит в

болотах, образующих залежи торфа, затем трансформирующегося в каменный уголь (или отложение карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ) на дне водоемов и химические реакции, протекающие в земной коре и мантии). Поэтому практика осушения болот, осуществлявшаяся в XIX-XX вв., с точки зрения экологии разрушительна.

С другой стороны болота являются одним из источников бактериального метана (одного из парниковых газов) в атмосфере. В ближайшем будущем ожидается увеличение объемов болотного метана в атмосфере из-за таяния болот в районе вечной мерзлоты.

Болота – естественные фильтры воды и санитары агроэкосистем. На болотах растут ценные растения (голубика, клюква, морошка) богатые витаминами и антиоксидантами.

Торф используют в медицине (грязелечение), как топливо, удобрение в сельском хозяйстве, корм для сельскохозяйственных животных, сырье для химической промышленности. Торфяные болота служат источником находок для палеобиологии и археологии — в них находят хорошо сохранившиеся остатки растений, пыльцу, семена, тела древних людей. Для последних болотная руда была источником для изготовления железных изделий.

Раньше болото считалось гибельным местом для человека. В болотах погибал отбившийся от стада скот. Из-за укусов малярийных комаров вымирали целые поселки, особенно в тропических регионах.

Растительность на болотах скудная: светло-зеленый мох, небольшие кустарнички багульника, осока, вереск. Деревья на болотах низкорослые. Корявые одинокие сосны, березы да заросли ольхи. Люди стремились осушать «гиблые места» используя их под поля и пастбища.

**Классификация болот** сложна и разнообразна. В зависимости от условий водно-минерального питания болота подразделяют на:

**Низинные** (эвтрофные) – тип болот с богатым водно-минеральным питанием, в основном за счет грунтовых вод. Расположены в поймах рек, по берегам озер, в местах выхода ключей, в низких местах. Характерная растительность: ольха, береза, осока, тростник, рогоз, зеленые мхи. В районах с умеренным климатом это часто лесные (с березой и ольхой) или травяные (с осоками, тростником, рогозом) болота. Травяные болота в дельтах Волги, Кубани, Дона, Дуная, Днепра называют плавнями, сочетаясь с протоками, озерами, лиманами, ериками и другими микроводоемами первичной и вторичной дельты. В низовьях рек пустынных и полупустынных регионов (Или, Сырдарья, Амударья, Тарим и др.) заболоченные участки и их растительность называются тугаи.

**Переходные** (мезотрофные) – по характеру растительности и умеренному минеральному питанию находятся между низинными и верховыми болотами. Из деревьев обычны береза, сосна, лиственница. Травы те же, что и на низинных болотах, но не так обильны; характерны кустарнички; мхи встречаются как сфагновые, так и зеленые.

**Верховые** (олиготрофные) – расположены обычно на плоских водоразделах, питаются только за счет атмосферных осадков, где очень мало минеральных веществ, вода в них резко кислая, растительность — господствуют сфагновые мхи, много кустарничков: вереск, багульник, кассандра, голубика, клюква; растет пушица, шейхцерия; встречаются болотные формы лиственницы и сосны, карликовые березки. Из-за накопления торфа поверхность болота со временем может стать выпуклой. В свою очередь верховые болота делятся на два типа:

- Лесные – покрыты низкой сосной, вересковыми кустарниками, сфагнумом.
- Грядово-мочажинные – похожи на лесные, но покрыты торфяными кочками, и деревья на них практически не встречаются.

По типу преобладающей растительности различают: лесные, кустарничковые, травяные и моховые болота.

По типу микрорельефа: бугристые, плоские, выпуклые и т. д.

По типу макрорельефа: долинные, пойменные, склоновые, водораздельные и т. п.

По типу климата: субарктические (в областях вечной мерзлоты), умеренные (большинство болот РФ, Прибалтики, СНГ и ЕС); тропические и субтропические. Тропические болота Окаванго в Южной Африке и болота Параны в Южной Америке. Климат определяет флору и фауну болот.

Близкими по значению к болотам являются:

**Марь** – заболоченный, редкостойный, лиственный лес, прерывающийся участками безлесых кочковатых болот и ерников.

**Мочажина** – влажное, заболоченное, топкое место между кочками на болоте, низменном лугу. **Руда болотная** – донные отложения бурого железняка в болоте как результат жизнедеятельности железобактерий. **Топь** – переувлажненный участок болота с разжиженной торфяной залежью, высоким уровнем воды и рыхлой непрочной дерниной. **Трясина** – зыбкое болотистое место. **Няша** – зыбкое болотистое илистое или глинистое место (северное).

Животные болот умеренного пояса: Европейская болотная черепаха (*Emys orbicularis*); различные виды жаб, лягушек; комары, клещи и прочие насекомые; из млекопитающих - лоси, еноты, выдры, норки, ондатры, мелкие грызуны, бурундуки; типичные для

болот птицы – журавли, куропатки, цапли, кулики, чибисы, утки, камышницы, совы, филины, ближе к Северу глухарь, тетерев.

Растения болот: ягодные – клюква, произрастает на верховых и переходных болотах чаще в северных регионах; брусника, голубика, морошка (желто-оранжевая), костяника и княженика (похожа на морошку, но красная) на торфяных болотах и вдоль них, толокнянка или «медвежьи ушки». Росянка, из-за недостатка минеральных веществ в почве, занимается пассивной ловлей насекомых. Осока, пушица, пузырчатка хороший корм. А аир болотный и багульник относятся как к ядовитым, так и к лекарственным растениям. Болотный кипарис, распространенный в Северной Америке и акклиматизированный в дельте Дуная. Мох сфагнум почти повсеместно распространен в умеренно-влажных и влажных северных регионах и средней полосе, в сообществах встречается мох кукушкин лен, деревья обычно покрыты лишайниками многочисленных видов и самых разнообразных оттенков. А вот мох ягель или «белый мох, олений мох» распространен на сухих территориях северных широт и тундры, встречается в сухих хорошо освещенных сосновых лесах, но на лесных болотах не встречается.

Среди болот есть и ботанические памятники природы: Большое Таватуйское болото, Малиновское, Кукушкинское болота (расположены рядом с озером Таватуй). Сестрорецкое болото – особо охраняемая природная территория (ООПТ). Мшинское болото – государственный природный заказник федерального подчинения. Старосельский мох – государственный комплексный заказник регионального значения. Васюганские болота – самые большие болота в мире (площадь болот 53-55 тыс. км<sup>2</sup>, для сравнения площадь Швейцарии – 41 тыс. км<sup>2</sup>).



**Свойства болот и особые явления на болотах.** В теплые темные ночи на болотах наблюдается свечение бледно-голубоватых, слабо мерцающих огоньков, выписывающих сложную траекторию. Исторически имеется поверье, что это свечение вызвано некими сущностями (погибшие люди, болотные духи). Однако, исследователи их возникновения объясняют спонтанным возгоранием выделяющегося из болота метана (болотного газа), светом гнилушек (гниющих растений), фосфоресцирующих организмов, радиоактивных минеральных осадков, и взаимодействием фосфористого водорода и метана. Фосфорные соединения, входящие в состав трупов животных и человека, под действием грунтовых вод разлагаются с образованием фосфористого водорода. При рыхлой насыпи над могилой или небольшом слое воды в болоте газ, выйдя на поверхность, воспламеняется от паров жидкого фосфористого водорода.

Кроме этого, болота обладают мумифицирующим действием, так как болото на 90% состоит из воды с высоким содержанием кислот торфа (разложившихся растительных веществ). Такая среда замедляет рост бактерий, отчего тела органического происхождения длительно не разрушаются. Наличие кислот в болоте в сочетании с низкой температурой воды и недостатком кислорода оказывает дубильное воздействие на кожу, чем объясняется темно-коричневый цвет найденных тел, таким образом, благодаря отсутствию кислорода и антибактериальным свойствам сфагнума, который является мощным консервантом, тела прекрасно сохраняются веками. За последние 300 лет в заброшенных торфяных болотах Британии, Ирландии, Нидерландов, Германии и Дании были обнаружены хорошо сохранившиеся тела людей. Большая часть этих мумий датируется I в. до н.э. - IV в. н.э. Одной из самых известных мумий является «Человек из Толлунда».

#### 4.5. Подземные воды

**Подземные воды**, находящиеся под поверхностью Земли на различной глубине в порах, трещинах и пустотах горных пород, могут залегать в жидком, твердом и даже газообразном состоянии.

Часть подземных вод образовалась в результате просачивания воды выпавшей на поверхность Земли или конденсации водяных паров поверхностных слоев почв. Другая часть – сконденсировалась в верхних слоях земной коры в результате остывания магмы на глубине, перепада температур и химических процессов. Например, в песчаных пустынях основную роль играют воды, поступившие из атмосферы в виде водяных паров, поскольку жидкие осадки там редки.

Вода, испытывающая влияние силы тяжести, называется **гравитационной**, она движется по наклонам вниз и внутрь до водоупорных пластов. Вода, удерживаемая молекулярными силами, называется **пленочной**. Молекулы воды, соприкасающиеся с зернами горных пород, образуют **гигроскопическую** воду.

Пленочную и гигроскопическую можно извлечь из породы только прокаливанием, растения ее не используют. Корневые системы усваивают гравитационную и капиллярную воду из капилляров почвы. Через пески гравитационная вода стекает со скоростью 0,5-2 м в сутки, в суглинках и лёссах 0,1-0,3 мм в сутки.

В зависимости от способности пропускать воду горные породы подразделяют на **водопроницаемые** (пески) и **водоупорные** (глины и кристаллические породы). Пройдя через водопроницаемые породы воды скапливаются над водоупорными породами образуя **водоносные слои**. Верхние уровни водоносного слоя называют **зеркалом подземных вод**, этот слой повторяет изгибы рельефа. Весной и при сильных осадках уровень грунтовых вод повышается, а зимой понижается.

Выход водоносного слоя на поверхность называют родником. Родники обычно находятся в понижениях местности – долинах, оврагах, балках, реже на склонах возвышенностей, холмах, горах.

Подземные воды, заключенные между водонепроницаемыми слоями, обычно находятся под давлением, отличаются чистотой, поскольку не смешиваются с поверхностными, и залегают гораздо глубже – это **артезианские** воды или напорные.

Вблизи магматических очагов накапливаются **глубинные подземные воды**, часто имеющие высокую температуру и цикличные периоды активности, они дают начало гейзерам и геотермальным источникам. В России такие воды распространены на Камчатке, Северном Кавказе, встречаются на Урале и Алтае, среди равнинных источников, например, можно сказать о горячих минеральных источниках юга Тюменской области. Температура воды в таких источниках достигает 40-70°C, а у фонтанирующих гейзеров до 95°C, так как они связаны с магматической активностью.

Уникальные места на Земле – в России Долина гейзеров на Камчатке, более 20 крупных и мощных гейзеров, среди них Великан, выбрасывающий воду на высоту 30 м, что выше 9-ти этажного дома. А так же гейзеры Исландии, Новой Зеландии. Один из самых больших парков с гейзерными долинами создан в США – Йеллоустонский национальный парк, там, в земной коре расположен один из крупнейших супервулканов – огромное подземное озеро лавы с высоким уровнем тектонической активности, постоянно выбрасывающий на поверхность газы, серу, что неоднократно вызывало гибель окружающей растительности и животных.

Направляясь к поверхности подземные воды, растворяют различные горные породы, насыщаясь минеральными веществами. В зависимости от химического состава выделяют серные (Пятигорск), углекислые (Кисловодск), щелочно-солевые

(Ессентуки), железисто-щелочные (Железноводск) и другие источники. Эти воды используются в лечебных целях. Часто такие выходы сопровождаются выходом глиняных и грязевых потоков, насыщенных минеральными веществами и газами (радон, сероводород), которые также используются в санаторно-курортном лечении. Однако несанкционированное применение таких грязей опасно, необходимо их тщательное лабораторное исследование.

#### 4.6. Экологические группы гидробионтов

Толща воды, или **пелагиаль** (pelages-море), заселена пелагическими организмами, которые обладают способностью плавать или удерживаться в определенных слоях, водные организмы. В связи с этим гидробионты подразделяются на две группы: **нектон** и **планктон**. Третью экологическую группу – **бентос** – образуют обитатели дна (рис. 49).

**Нектон** (nektos-плавающий) – это совокупность пелагических активно передвигающихся животных, не имеющих прямой связи с дном. Это гидробионты главным образом крупные животные, которые способны преодолевать большие расстояния и сильные течения воды. Они имеют обтекаемую форму тела и хорошо развитые органы движения. Типичные нектоны – рыбы, кальмары, ластоногие, киты. В пресных водах кроме рыб относятся земноводные и активно перемещающиеся насекомые. Многие морские организмы могут передвигаться в толще воды с огромной скоростью: до 45-50 км/ч кальмары, 100-150 км/ч – парусники и 130 км/ч – меч-рыба.

**Планктон** (planktos-блуждающий, парящий) – это совокупность пелагических организмов, которые не обладают способностью к быстрым активным передвижениям. Как правило, это мелкие

животные – **зоопланктон** и растения – **фитопланктон**, которые не могут противостоять течениям. В состав планктона включают и «парящие» в толще воды личинки многих животных. Планктонные организмы располагаются как на поверхности воды, на глубине, так и в придонном слое.

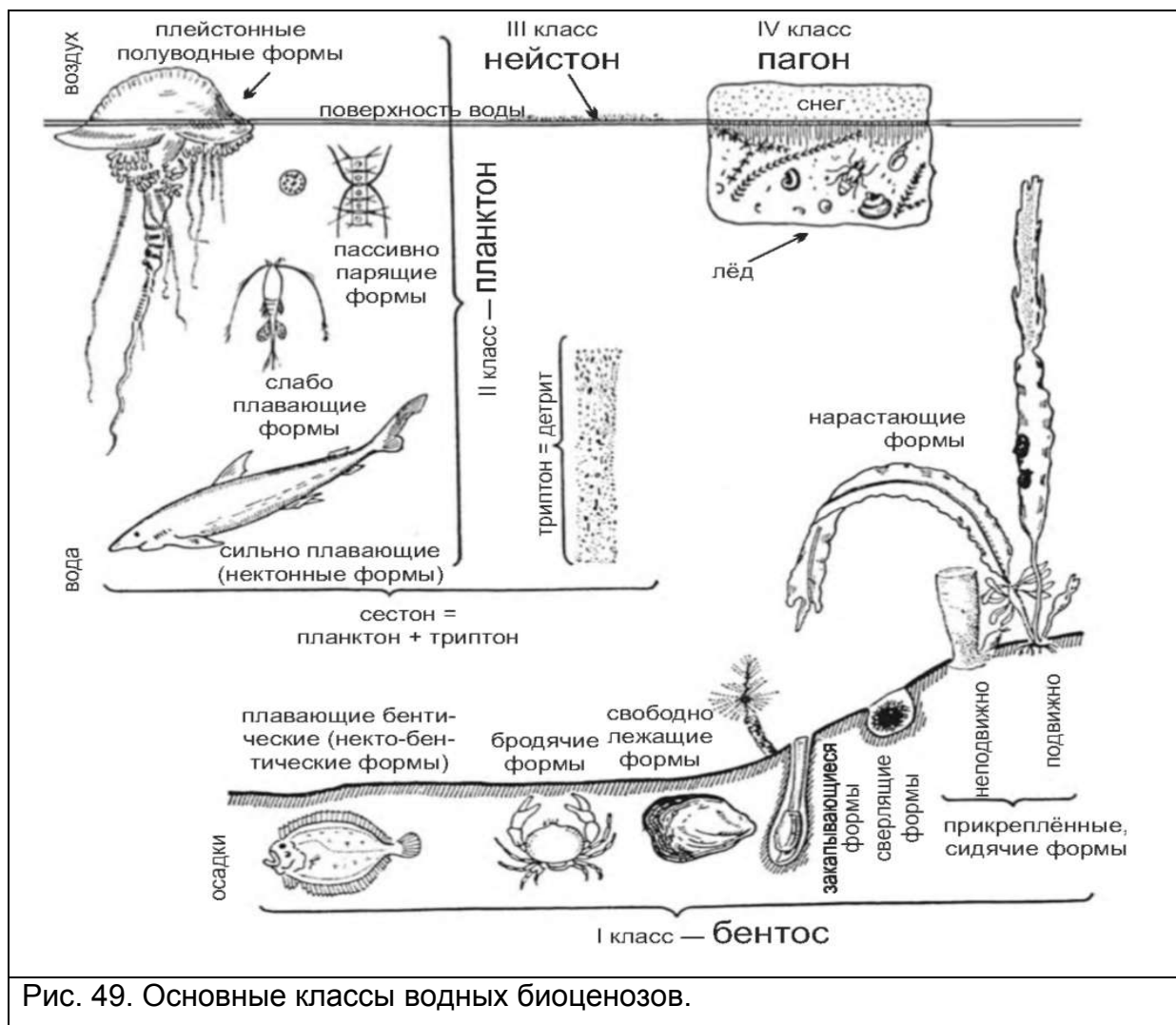


Рис. 49. Основные классы водных биоценозов.

Организмы, располагающиеся на поверхности воды, составляют особую группу – **нейстон**. Состав нейстона зависит также от стадии развития ряда организмов. Проходя личиночную стадию, взрослея, они покидают поверхностный слой, служивший им убежищем, перемещаются жить на дно или в глубинные слои, это личинки десятиногих, усконогих, веслоногих ракообразных, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, иглокожих, рыб и др.

Те же организмы, часть тела которых находится над поверхностью воды, а другая – в воде, получили название **плейстон**. К ним относят ряску, сифонофоры и др.

Фитопланктон играет важную роль в жизни водоемов, так как это основной продуцент органического вещества. К фитопланктону относятся в первую очередь диатомовые и зеленые водоросли, растительные жгутиконосцы, перидинеи и кокколитофориды. В пресных водах широко распространены не только зеленые, но и сине-зеленые водоросли.

Зоопланктон и бактерии можно встретить на различных глубинах. В пресных водах распространены большей частью плохо плавающие относительно крупные ракообразные, например дафнии, много коловраток и простейших. В морском зоопланктоне доминируют мелкие ракообразные, простейшие. Из крупных представителей – это крылоногие моллюски, медузы и плавающие гребневика, сальпы, некоторые черви.

Планктонные организмы служат важным пищевым компонентом для многих водных животных, включая и таких гигантов, как усатые киты и являются начальным звеном длинных цепей питания.

Схема основных направлений обмена энергии и вещества в океане **Бентос** (benthos-глубина) – это совокупность организмов (гидробионты), обитающих на дне (на грунте и в грунте) водоемов. Он подразделяется на **зообентос** и **фитобентос**. Большой частью представлен прикрепленными, или медленно передвигающимися, или роющими в грунте животными. На мелководье он состоит из организмов, синтезирующих органическое вещество (продуценты), потребляющих его (консументы) и разрушающих (редуценты). На глубинах, где нет света, фитобентос (продуценты) отсутствует. В морском зообентосе доминируют фораминиферы, губки, кишечно-

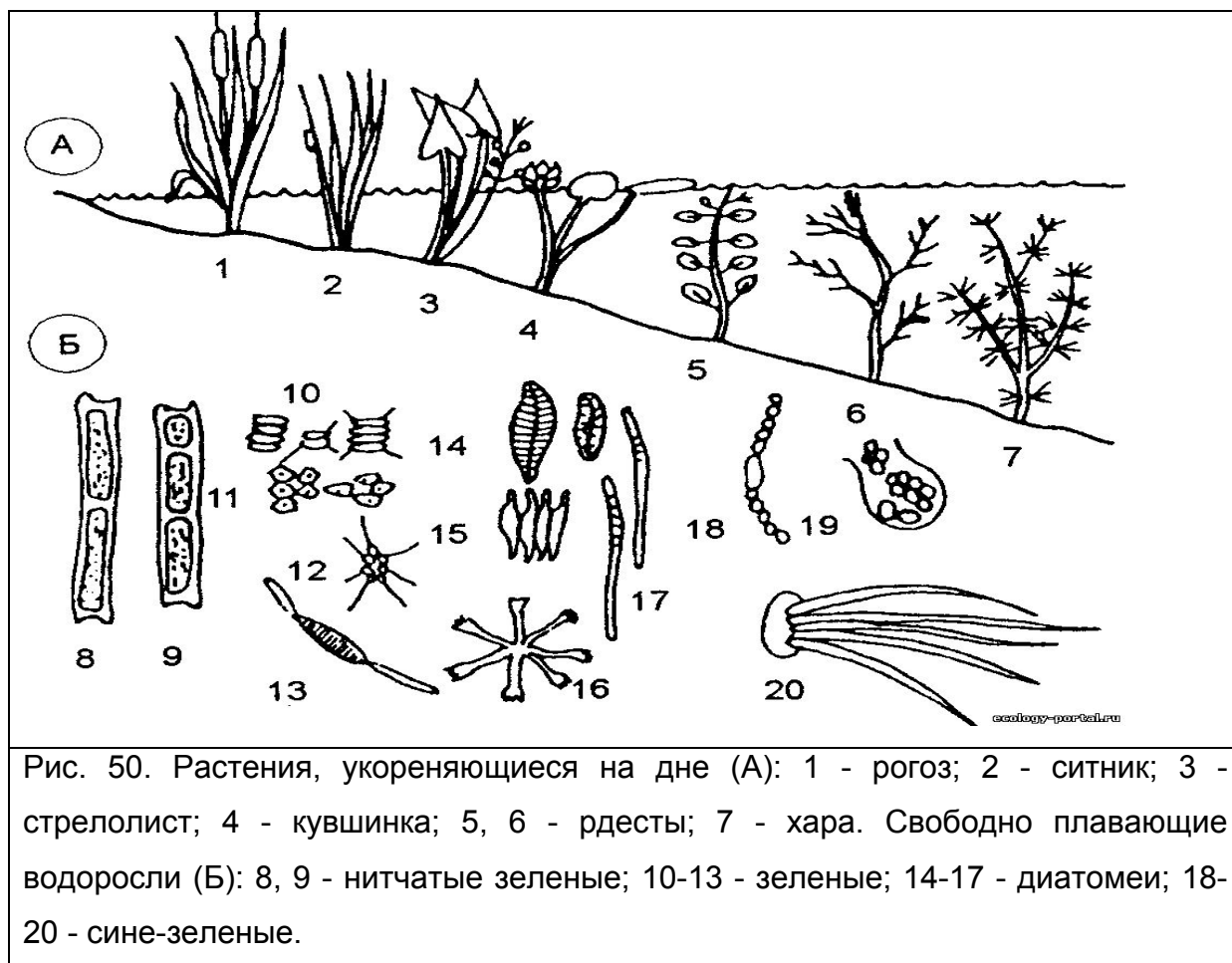
полостные, черви, плеченогие, моллюски, асцидии, рыбы и др. Более многочисленны бентосные формы на мелководьях. Их общая биомасса здесь может достигать десятков килограммов на 1 м<sup>2</sup>. Фитобентос морей в основном включает водоросли (диатомовые, зеленые, бурые, красные) и бактерии. У побережий встречаются цветковые растения – зостера, рупия, филлосподикс. Наиболее богаты фитобентосом скалистые и каменистые участки дна.

В озерах, как и в морях, различают планктон, нектон и бентос. Однако в озерах и других пресных водоемах зообентоса меньше, чем в морях и океанах, а видовой его состав однообразен. Главным образом это простейшие, губки, ресничные и малощетинковые черви, пиявки, моллюски, личинки насекомых и др. Фитобентос пресных вод представлен бактериями, диатомовыми и зелеными водорослями. Прибрежные растения располагаются от берега вглубь четко выраженными поясами (рис. 50).

Первый пояс – полупогруженные растения (камышы, рогоз, осоки и тростники); второй пояс – погруженные растения с плавающими листьями (водокрас, кубышки, кувшинки, ряски). В третьем поясе преобладают растения – рдесты, элодея и др.

По образу жизни водные растения подразделяют на две основные экологические группы: **гидрофиты** – растения, погруженные в воду только нижней частью и обычно укореняющиеся в грунте, и **гидатофиты** – полностью погружены в воду, а иногда плавающие на поверхности или имеющие плавающие листья.

В жизни водных организмов большую роль играют вертикальное перемещение воды, плотность, температурный, световой, солевой, газовый (содержание кислорода и углекислого газа) режимы, концентрация водородных ионов (рН).



#### 4.7. Водные ресурсы и проблемы их использования

Вода занимает особое положение среди природных богатств Земли. Известный русский и советский геолог академик А.П. Карпинский говорил, что нет более драгоценного ископаемого, чем вода, без которой жизнь невозможна.

Основой водных ресурсов России является речной сток, составляющий в среднем по водности года  $4262 \text{ км}^3$ , из которых около 90% приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8% общего объема речного стока.



Дефицит пресной воды на земле растет в геометрической прогрессии. Однако существуют перспективные источники пресной воды – айсберги, рожденные ледниками Антарктиды и Гренландии.

В антропогенной среде вода – один из важнейших факторов, определяющих размещение производительных сил, а очень часто и средство производства. Увеличение расходования воды промышленностью связано не только с ее быстрым развитием, но и с увеличением расхода воды на единицу продукции.

Например, на производство 1 т хлопчатобумажной ткани расходуют 250 м<sup>3</sup> воды. Много воды требуется химической промышленности. Так, на производство 1 т аммиака затрачивается около 1000 м<sup>3</sup> воды. Только одна теплоэлектростанция мощностью 300 тыс. кВт расходует до 120 м<sup>3</sup>/с, или более 300 млн. м<sup>3</sup> в год. Валовое потребление воды для этих станций в перспективе возрастет примерно в 9-10 раз. Но сельское хозяйство – самый крупный водопотребитель. На выращивание 1 т пшеницы требуется за вегетационный период 1500 м<sup>3</sup> воды, 1 т риса – более 7000 м<sup>3</sup>. Высокая продуктивность орошаемых земель стимулировала резкое увеличение их площади во всем мире – она равна 200 млн. га. Составляя около 1/6 всей площади посевов, орошаемые земли дают примерно половину сельскохозяйственной продукции.

На хозяйственно-питьевые цели в нашей стране приходится около 10% водопотребления. Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения часть использованной человеком воды возвращается в атмосферу опресненной. Другая часть (с городов и промышленных предприятий 90%) сбрасывается в водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства. Источниками централизованного водоснабжения

служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68%, и подземные воды – 32%.

Практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подвергаются воздействию вредных антропогенных загрязнений, особенно такие реки, как Волга, Дон, Северная Двина, Уфа, Тобол, Томь и другие реки Сибири и Дальнего Востока. Уже 70% поверхностных вод и 30% подземных потеряли питьевое значение и перешли в категории загрязненности – «условно чистая» и «грязная». Практически 70% населения РФ употребляют воду, не соответствующую ГОСТу «Вода питьевая». Однако, за последние 10 лет объемы финансирования водохозяйственной деятельности в России сокращены в 11 раз. В результате этого ухудшились условия водообеспечения населения.

Практически исчерпаны возможности безвозвратного водоотбора в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и ряда других. В РФ выявлено около 1200 очагов загрязнения подземных вод, из которых 86% расположены в европейской части. Ухудшение качества воды отмечено в 76 городах и поселках, на 175 водозаборах. Многие подземные источники, особенно обеспечивающие крупные города Центрально-Ченоземного, Центрального, Северо-Кавказского и других районов, сильно истощены, о чем свидетельствует снижение санитарного уровня воды, местами достигающее десятков метров.

**Самоочищение водоемов.** Каждый водоем – это сложная система, где обитают бактерии, высшие водные растения, различные беспозвоночные животные. Совокупная их деятельность обеспечивает самоочищение водоемов. Одна из природоохранных задач поддержать способность самоочищения водоемов от примесей. **Факторы самоочищения** водоемов можно условно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

Среди физических факторов первостепенное значение имеет разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений. Хорошее перемешивание и снижение концентраций взвешенных частиц обеспечивается быстрым течением рек. Способствует самоочищению водоемов оседание на дно нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод. В зонах с умеренным климатом река самоочищается через 200-300 км от места загрязнения, а на Крайнем Севере – через 2 тыс. км.

Эффект обеззараживания достигается прямым губительным воздействием ультрафиолетовых лучей Солнца на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток, а также споровые организмы и вирусы. Из химических факторов самоочищения водоемов следует отметить окисление органических и неорганических веществ. Наиболее многостадийный процесс, растягивающийся на длительное время – самоочищение от нефти.

**Охрана малых рек.** Малые реки (длиной до 100 км), на долю которых приходится значительная часть поверхностного стока России, наиболее восприимчивые к антропогенному воздействию.

Малые реки в значительной степени выполняют функцию регулятора водного режима определенных ландшафтов, поддерживая равновесие и осуществляя перераспределение влаги.

## Резюме

Гидросфера – основа жизни на Земле. Гидросфера на 94% состоит из вод Мирового океана. Замерзшие воды представляют собой криосферу. Принято деление гидросферы на Мировой океан, континентальные воды и подземные воды. Материковые воды бывают пресные (поверхностные, артезианские, подземные) и соленые. Океаны расположены среди материков, обладают множественными специфическими особенностями, находятся в

непрерывном взаимодействии с атмосферой и земной корой. Водные массы с характерными им свойствами подразделяют на поверхностные и малоизученные глубоководные. Течения, сложные и разнообразные процессы, зависят от множества факторов, основой их движения является отклоняющая сила Кориолиса. Приливы и отливы вызваны притяжением Луны и Солнца, а также закономерными процессами вращения Земли. Волны различают поверхностные и тектонические – цунами. В Мировом океане выделяют 5 океанов, в которых различают 63 моря: внутренние моря, окраинные и межостровные моря; иногда их делят на межматериковые и внутриматериковые моря. Россия омывается 13 морями. Континентальные воды включают: реки, озера, болота, родники, грунтовые воды. Среди крупнейших рек – 5 принадлежат территории России, наша страна богата на озера и болота. Подземная вода бывает: гравитационной, пленочной, гигроскопической. Горные породы подразделяют на водопроницаемые и водоупорные. Артезианские воды самые чистые, их запасы велики, но глубоки, как и минеральные воды. Вблизи магматических очагов глубинные подземные воды, самые неизученные. Мировой океан – глобальная экосистема. Экологические группы гидробионтов различаются самым большим разнообразием, а в океанах сосредоточена большая часть живого вещества планеты. Водные ресурсы требуют самой тщательной оценки и рационального использования. Более чем  $\frac{3}{4}$  населения мира испытывают недостаток пресной чистой питьевой воды.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Охарактеризуйте основные компоненты гидросферы и ее связь с литосферой, атмосферой и биосферой?
2. Классификация вод Мирового океана. Характеристика океанов?

3. Механизм формирования течений, их классификация, значение?
4. Охарактеризуйте крупнейшие теплые и холодные течения, какие явления в природе они вызывают, как влияют на климат и жизнедеятельность людей?
5. Сформулируйте понятие водные массы? Основные виды водных масс и принципы их перемещения?
6. Какие силы формируют приливы и отливы? Как приливно-отливные явления влияют на жизнь животных и на жизнедеятельность населения?
7. Назовите основные приспособления животных к приливно-отливным явлениям?
8. Охарактеризуйте континентальные воды, приведите примеры?
9. Какие воды называют глубинными, подземными водами?
10. Представьте Мировой океан как многоуровневую экосистему?
11. Что представляет из себя река? Какую работу совершают реки? Классификация рек в России?
12. Дайте краткую характеристику крупнейшим рекам мира?
13. Опишите понятия уклон реки, падение реки, условия водосброса, водораздел рек, бассейн и питание рек?
14. Озера и их классификации? Какова роль озер в природе?
15. Чем озера отличаются от рек? Охрана озер?
16. Охарактеризуйте крупнейшие озера мира и России?
17. Что такое подземные реки и подземные озера? В чем их значение в природе и для человека?
18. Как называются организмы, обитающие в воде? Опишите основные группы водных организмов?
19. Как формируются родники? Какова их роль в природе?
20. Опишите природное значение болот, причины их формирования и основные классификации?

## Глава 5. Атмосфера Земли

### **Цели и задачи:**

*Изучить состав, строение и свойства воздушной оболочки Земли и ее компонентов. Сформировать представление о влиянии атмосферных процессов на все абиотические и биотические компоненты природы. Ознакомиться с методами ее изучения. Подчеркнуть особую роль достижений современной науки в изучении механизмов атмосферных явлений. Изучить механизмы формирования глобальных процессов в атмосфере (климат, погода), и их роль в жизнедеятельности человека и жизни природы.*

### **Рекомендации по самостоятельному изучению главы:**

*Изучите строение атмосферы химический состав и свойства воздуха на разной высоте. Чтобы объяснять атмосферные явления, необходимо научиться наблюдать за состоянием атмосферы, на примере погодных и климатических факторов. Изучите условные обозначения погодных явлений (снег, дождь, град, гололед, изморозь, туман, ясно-пасмурно-переменная облачность, гроза, атмосферный фронт теплый и холодный, влажность, атмосферное давление и др.), а также рассмотрите через электронные ресурсы шкалу ветров Бофорта. Изучите в атласе климатические карты, обозначения температурных колебаний, линии атмосферного давления, направления постоянных ветров, графики осадков. Необходимо самостоятельно изучить погодные и климатические условия вашего региона, дать характеристику воздушных масс, построить розу ветров и график осадков. Уделите внимание условиям перехода воды из одного состояния в другое, почему иногда идет образование снежинок, а иногда града. Рассмотрите*

*картинки природных явлений, особенно опасных: тайфун, ураган, смерч и др. и редких – радуга, солнечный крест, рефракция. Какие встречаются в вашем регионе. Сформируйте картотеку погодных явлений, укажите их влияние на жизнедеятельность человека. Рассмотрите карты и изучите влияние атмосферных явлений на природу – формирование климатических поясов, природных зон, высотную поясность, жизнь растений и животных.*

### **5.1. Физико-химические свойства атмосферы**

**Атмосфера** (от др.-греч.  $\alpha\tau\mu\sigma\varsigma$ -пар и  $\sigma\phi\alpha\iota\rho\alpha$ -шар) – внешняя геологическая газовая оболочка (геосфера), окружающая планету Земля. Внутренняя ее поверхность покрывает гидросферу и частично земную кору, внешняя – граничит с околоземной частью космического пространства. Атмосфера Земли возникла в результате выделения газов при вулканических извержениях. С появлением океанов и биосферы она формировалась и за счет газообмена с водой, растениями, животными, продуктами их разложения в почвах и болотах.

**Основные свойства атмосферы** – теплообмен, увлажнение и защита поверхности планеты. Атмосфера определяет погоду на поверхности Земли. В ней различают 5 основных слоев, а  $\frac{3}{4}$  всех газов сосредоточены в первых 16 км от Земли, то есть нижних слоях атмосферы. Совокупность разделов физики и химии, изучающих атмосферу, принято называть физикой атмосферы, изучением погоды занимается метеорология, а вариациями климата – климатология.

Толщина атмосферы – примерно 2000-3000 км от поверхности Земли. Суммарная масса воздуха в атмосфере –  $(5,1-5,3) \cdot 10^{18}$  кг, общая масса водяных паров в среднем равна  $1,27 \cdot 10^{16}$  кг.

На долю тропосферы приходится около 80% массы атмосферы, на долю стратосферы – около 20%; масса мезосферы – не более 0,3%, термосферы – менее 0,05% от общей массы атмосферы.

На основании электрических свойств в атмосфере выделяют **нейтросферу** и **ионосферу**.

За «нормальные условия» (н.у.) у поверхности Земли приняты: плотность воздуха у поверхности моря  $1,2 \text{ кг/м}^3$ , барометрическое давление  $101,35 \text{ кПа}$  (при  $0^\circ\text{C}$  на уровне моря), температура плюс  $20^\circ\text{C}$  и относительная влажность 50%. Эти условные показатели имеют чисто инженерное значение. Молярная масса чистого сухого воздуха составляет  $28,966 \text{ г/моль}$ , критическая температура –  $140,7^\circ\text{C}$ ; критическое давление –  $3,7 \text{ МПа}$ . Растворимость воздуха в воде (по массе) при  $0^\circ\text{C}$  – 0,0036%, при  $25^\circ\text{C}$  – 0,0023%.

Концентрация газов, составляющих атмосферу, практически постоянна, за исключением воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ).

| газ                              | по объему, % | по массе, % |
|----------------------------------|--------------|-------------|
| Азот ( $\text{N}_2$ )            | 78,084       | 75,50       |
| Кислород ( $\text{O}_2$ )        | 20,946       | 23,10       |
| Аргон (Ar)                       | 0,932        | 1,286       |
| Вода ( $\text{H}_2\text{O}$ )    | 0,5-4        |             |
| Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) | 0,0387       | 0,059       |

В среднем считают:  $\text{N}_2$  – 78%,  $\text{O}_2$  – 21%, прочие газы – 1%: неон (Ne), гелий (He), метан ( $\text{CH}_4$ ), криптон (Kr), водород (H), ксенон (Xe), из них  $\text{CO}_2$  – 0,03%. Входят в незначительных количествах: озон ( $\text{O}_3$ ), оксиды азота и серы - NO,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , нитросоединения –



$\text{NH}_3$ , угарный газ (CO), углеводороды (CH), хлор и фтор водородные соединения – HCl, HF, пары ртути (Hg) и йода ( $\text{I}_2$ ), и многие другие газы, имеющие возможность образовывать сложные соединения, в том числе опасные для живой природы и разрушающие озоновый экран планеты – кислотные дожди, фреоны и др. В тропосфере постоянно находится большое количество взвешенных твердых (пыль, кристаллы льда, морские соли, продукты горения) и жидких частиц (аэрозоль, вода).

Концентрация кислорода может незначительно колебаться под воздействием антропогенных и природных факторов у поверхности Земли, в низменностях, в зоне лесных пожаров, при длительной засухе с высокими температурами, критических низких температурах на полюсах Земли, снижается на высоте 3,5 км и существенно ниже свыше 6 км.

## 5.2. Строение атмосферы

**I. Тропосфера** – (0 до 11-18 км), самый нижний слой атмосферы, соприкасающийся с другими оболочками Земли. Ее верхняя граница находится на высоте 8-10 км в полярных, 10-12 км в умеренных, и 16-18 км в тропических широтах; граница тропосферы зимой ниже, чем летом. Нижний, основной слой атмосферы, содержит более 80% всей массы атмосферного воздуха и около 90% всего имеющегося в атмосфере водяного пара. Амплитуда температур у поверхности Земли составляет от  $-89^\circ\text{C}$  до  $+63^\circ\text{C}$ . Температура убывает с ростом высоты со средним вертикальным градиентом  $0,65^\circ/100 \text{ м}$ .

В тропосфере сильно развиты турбулентность и конвекция, возникают облака, развиваются циклоны и антициклоны. **Конвекция** воздушных масс означает их перемешивание и

перемещение от экваториальной зоны к полярным широтам, так в тропосфере формируется погода. Например, кучевые облака, которые мы видим, расположены на высоте 500-2000 м, а перистые – до 15 км. Воронки смерча зафиксированы на высоте 3-5 км, этой же высоты могут достигать современные туристические воздушные шары. Пассажирские самолеты летают на высоте 8-11 км, то есть ниже озонового слоя с целью защиты пассажиров от облучения, а военные и сверхзвуковые – до 18 км, в том числе сверхзвуковой самолет «Конкорд». Рекордом воздухоплавания считается поднятие воздушного шара с человеком на высоту 35 км в 1961 г., а без человека – до 52 км в 1972 г., то есть уже в верхние слои стратосферы.

**Озоновый слой** в среднем достигает толщины 3 см, а при 0,5 см это пространство считается озоновой дырой. Самая большая озоновая дыра зафиксирована над Антарктидой и увеличилась с 1985 по 1996 гг. в 3 раза. Ее диаметр продолжает расширяться и охватил площадь уже всего Южного полюса, несомненно, влияя на ледниковый компонент.

**Тропауза** – переходный слой от тропосферы к стратосфере в котором прекращается снижение температуры с высотой.

**II. Стратосфера** – (11-18 до 48-55 км), слой, в котором резко снижается концентрация кислорода. Здесь существенно повышается напряжение электрополя, происходит образование озонового слоя в результате сильных грозных разрядов, когда из 3-х молекул  $O_2$  образуется 2 молекулы  $O_3$  (озона) ( $3O_2 \rightarrow 2O_3$ ).

Вулканический взрыв выбрасывает обломки породы и пепла на высоту до 12-15 км, а при сильнейших извержениях пепел может достигать стратосферы до 30-45 км. Здесь сгорают мелкие метеориты.

Характерно незначительное изменение температуры в слое 11-25 км (нижний слой стратосферы) и повышение температуры в слое 25-40 км от  $-56,5^{\circ}\text{C}$  до  $0,8^{\circ}\text{C}$  (верхний слой стратосферы или **область инверсии**). Достигнув на высоте около 40 км значения 273 К (почти  $0^{\circ}\text{C}$ ), температура остается постоянной до высоты 55 км. Эта область постоянной температуры называется **стратопазузой** и является границей между стратосферой и мезосферой.

**III. Мезосфера** – (48-50 до 85-90 км), средний слой атмосферы, здесь нет облаков и озона, температура с высотой понижается со средним вертикальным градиентом  $(0,25-0,3)^{\circ}/100$  м и достигает  $-90^{\circ}\text{C}$ . Основным энергетическим процессом является лучистый теплообмен. Сложные фотохимические процессы с участием свободных радикалов, колебательно возбужденных молекул и т.д. обуславливают свечение атмосферы и в области полярных широт может возникать такое явление как «северное сияние». Передвижение воздушных масс происходит со скоростью до 3000 км/час. Мезосферу пронизывают метеоры, метеориты, здесь обычно взрываются болиды, плавятся и догорают космические природные объекты. Сюда же запускают радиозонды.

**Мезопазуза** – переходный слой между мезосферой и термосферой. В вертикальном распределении температуры наблюдается минимум (около  $-90^{\circ}\text{C}$ ).

После мезопазузы располагается **Линия Кармана** – высота над уровнем моря, которая условно принимается в качестве границы между атмосферой Земли и космосом и проходит на высоте 100 км. До высоты 100 км атмосфера представляет собой гомогенную, хорошо перемешанную смесь газов. В более высоких слоях распределение газов по высоте зависит от их молекулярных масс, концентрация более тяжелых газов убывает быстрее по мере удаления от поверхности Земли. Вследствие уменьшения плотности

газов температура понижается от 0°C в стратосфере до -110 °C в мезосфере. Однако кинетическая энергия отдельных частиц на высотах 200-250 км соответствует температуре примерно 150°C. Выше 200 км наблюдаются значительные **флуктуации** температуры и плотности газов во времени и пространстве.

**IV. Термосфера** – (85-100 до 700-800 км), самый горячий слой атмосферы, молекулы газа под воздействием солнечного излучения раскаляются до 2000°C и разрушаются. На высотах свыше 300 км преобладает не молекулярный кислород (O<sub>2</sub>), а атомарный (O).

В состав термосферы входит **ионосфера** (нижняя часть) и **экзосфера** (верхняя, граничащая с космосом). Принято считать, что граница атмосферы Земли и ионосферы находится на высоте 118 км. Это показывает анализ движения высокоэнергетических частиц, перемещающихся в атмосфере и ионосфере.

В зависимости от состава газа в атмосфере выделяют **гомосферу** и **гетеросферу**. Гетеросфера – это область, где гравитация оказывает влияние на разделение газов, так как их перемешивание на такой высоте незначительно. Отсюда следует переменный состав гетеросферы. Ниже ее лежит хорошо перемешанная, однородная по составу часть атмосферы, называемая гомосфера. Граница между этими слоями называется **турбопаузой** и лежит на высоте около 120 км.

Верхний предел термосферы – около 800 км. Температура растет до высот 200-300 км, где достигает значений порядка 1500 К, после чего остается почти постоянной до больших высот. Под действием ультрафиолетовой и рентгеновской солнечной радиации и космического излучения происходит ионизация воздуха, возникают интенсивные «северные или полярные сияния». Основные области ионосферы лежат внутри термосферы. Верхний предел термосферы в значительной степени определяется текущей

активностью Солнца. В периоды низкой активности, например, в 2008-2009 гг. происходило заметное уменьшение размеров слоя.

Выше термосферы расположена **термопауза** – в которой поглощение солнечного излучения незначительно и температура фактически не меняется с высотой.

**V. Экзосфера** – (700-800 км и выше 2000-2400 км), зона рассеивания, внешняя часть термосферы и верхняя часть атмосферы, почти уже космос, здесь практически нет кислорода и очень холодно. Газ в экзосфере сильно разрежен, и отсюда идет утечка его частиц в межпланетное пространство (**диссипация**).

На высоте около 2000-3500 км экзосфера постепенно переходит в так называемый ближнекосмический вакуум, который заполнен сильно разреженными частицами межпланетного газа, главным образом атомами водорода. Но этот газ представляет собой лишь часть межпланетного вещества. Другую часть составляют пылевидные частицы кометного и метеорного происхождения. Кроме разреженных пылевидных частиц, в это пространство проникает электромагнитная и корпускулярная радиация солнечного и галактического происхождения.

Орбиты метеорологических спутников достигают 700-1500 км, орбитальных станций свыше 1000 км. На высоте 36000 км расположены станции спутниковой связи, поскольку эта зона космоса, здесь нет больших помех и высокая скорость радиоволн, а большая высота над уровнем Земли позволяет охватить максимальные территории, практически всю полусферу.

### **5.3. Физиологические и другие свойства атмосферы**

Уже на высоте 5 км над уровнем моря у нетренированного человека появляется кислородное голодание и без адаптации

работоспособность человека значительно снижается. Здесь кончается **физиологическая зона атмосферы**. Дыхание человека становится невозможным на высоте 9 км, хотя примерно до 115 км, атмосфера содержит кислород. Однако, вследствие падения общего давления атмосферы, по мере подъема на высоту, соответственно снижается и парциальное давление кислорода.

В легких человека постоянно содержится около 3 л альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе при нормальном атмосферном давлении составляет 110 мм.рт.ст., давление углекислого газа 40 мм.рт.ст., а паров воды 47 мм.рт.ст. С увеличением высоты давление кислорода падает, а суммарное давление паров воды и углекислоты в легких остается почти постоянным около 87 мм.рт.ст. Поступление кислорода в легкие полностью прекратится, когда давление окружающего воздуха станет равным этой величине.

На высоте около 19-20 км давление атмосферы снижается до 47 мм.рт.ст., поэтому начинается кипение воды и межтканевой жидкости в организме человека. Вне герметической кабины на этих высотах смерть наступает почти мгновенно. **С точки зрения физиологии человека, «космос» начинается уже на высоте 15-19 км.**

По мнению населения, в районах Крайнего Севера и континентального Заполярья наблюдается значительный недостаток кислорода в атмосфере, однако эти сведения не имеют подтверждения. С физиологической точки зрения затруднение дыхания, одышка, объясняется не концентрацией кислорода в атмосфере, а степенью усвоения кислорода тканями легких и возможностью нормального функционального проникновения воздуха в дыхательную систему. Например, температуры воздуха ниже  $-27-35^{\circ}\text{C}$  и выше  $35-38^{\circ}\text{C}$  и скорость воздушного потока свыше 7-9 м/с, существенно снижают резервные возможности дыхательной

системы и газообмена. В спокойном состоянии человек, вдыхая воздух с содержанием  $O_2$ -21%, расходует при газообмене в легких в среднем 4,7% кислорода, а 16,3% выдыхает обратно вместе с углекислым газом и парами воды.

Плотные слои воздуха – тропосфера и стратосфера – защищают нас от поражающего действия радиации. При достаточном разрежении воздуха, на высотах более 36 км, интенсивное действие на организм оказывает ионизирующая радиация – первичные космические лучи; на высотах более 40 км действует опасная для человека ультрафиолетовая часть солнечного спектра.

По мере подъема на все большую высоту над поверхностью Земли постепенно ослабляются, а затем и полностью исчезают такие привычные для нас явления, наблюдаемые в нижних слоях атмосферы, как распространение звука, возникновение аэродинамической подъемной силы и сопротивления, передача тепла конвекцией и др.

В разреженных слоях воздуха распространение звука оказывается невозможным. До высот 60-90 км еще возможно использование сопротивления и подъемной силы воздуха для управляемого аэродинамического полета. Но с высот 100-130 км знакомые каждому летчику понятия числа  $M$  и звукового барьера теряют свой смысл: там, где проходит условная **линия Кармана**, начинается область чисто баллистического полета, управлять которым можно, лишь используя реактивные силы.

На высотах выше 100 км атмосфера лишена и другого замечательного свойства – способности поглощать, проводить и передавать тепловую энергию путем конвекции (т. е. с помощью перемешивания воздуха). Это значит, что различные элементы оборудования, аппаратуры орбитальной космической станции не

смогут охлаждаться снаружи так, как это делается обычно на самолете, – с помощью воздушных струй и воздушных радиаторов. На такой высоте, как и вообще в космосе, единственным способом передачи тепла является тепловое излучение.

#### 5.4. История образования атмосферы

Согласно наиболее распространенной теории, атмосфера Земли во времени пребывала в трех различных составах.

Первоначально она состояла из легких газов (водорода и гелия), захваченных из межпланетного пространства. Это так называемая **первичная атмосфера** (около 4 млрд. лет назад).

Затем активная вулканическая деятельность привела к насыщению атмосферы и другими газами, кроме водорода (углекислым газом, аммиаком, водяным паром). Так образовалась **вторичная атмосфера** (около 3 млрд. лет назад) – **восстановительная**.

Далее процесс образования атмосферы определялся следующими факторами: утечка легких газов (водорода и гелия) в межпланетное пространство; химические реакции, происходящие в атмосфере под влиянием ультрафиолетового излучения, грозовых разрядов и некоторых других факторов. Постепенно эти факторы привели к образованию **третичной атмосферы**, характеризующейся гораздо меньшим содержанием водорода и гораздо большим – азота и углекислого газа (образованы в результате химических реакций из аммиака и углеводородов).

**Азот.** Образование большого количества азота  $N_2$  обусловлено окислением аммиачно-водородной атмосферы молекулярным кислородом  $O_2$ , который стал поступать с поверхности планеты в результате фотосинтеза, начиная с 3 млрд. лет назад. Также азот  $N_2$  выделяется в атмосферу в результате



денитрификации нитратов и других азотсодержащих соединений. Азот окисляется озоном до NO в верхних слоях атмосферы. Азот N<sub>2</sub> вступает в реакции лишь в специфических условиях (например, при разряде молнии). Окисление молекулярного азота озоном при электрических разрядах в малых количествах используется в промышленном изготовлении азотных удобрений. Окислять его с малыми энергозатратами и переводить в биологически активную форму могут цианобактерии (сине-зеленые водоросли) и клубеньковые бактерии, формирующие ризобиальный симбиоз с бобовыми растениями (сидератами).

**Кислород.** Состав атмосферы начал радикально меняться с появлением на Земле живых организмов, в результате фотосинтеза, сопровождающегося выделением кислорода и поглощением углекислого газа. Первоначально кислород расходовался на окисление восстановленных соединений – аммиака, углеводородов, закисной формы железа, содержавшейся в океанах и др. По окончании данного этапа содержание кислорода в атмосфере стало расти. Постепенно образовалась современная атмосфера, обладающая **окислительными** свойствами. Поскольку это вызвало серьезные и резкие изменения многих процессов, протекающих в атмосфере, литосфере и биосфере, это событие получило название Кислородная катастрофа.

В течение фанерозоя состав атмосферы и содержание кислорода претерпевали изменения. Они коррелировали прежде всего со скоростью отложения органических осадочных пород. Так, в периоды угленакопления содержание кислорода в атмосфере, видимо, заметно превышало современный уровень.

**Углекислый газ.** Содержание в атмосфере CO<sub>2</sub> зависит от вулканической деятельности и химических процессов в земных оболочках, но более всего – от интенсивности биосинтеза и

разложения органики в биосфере Земли. Практически вся текущая **биомасса планеты (около  $2,4 \cdot 10^{12}$  тонн)** образуется за счет углекислоты, азота и водяного пара, содержащихся в атмосферном воздухе. Захороненная в океане, в болотах и в лесах органика превращается в уголь, нефть и природный газ.

**Благородные газы.** Источник инертных газов – аргона, гелия и криптона – вулканические извержения и распад радиоактивных элементов. Земля в целом и атмосфера в частности обеднены инертными газами по сравнению с космосом. Считается, что причина этого – непрерывная утечка газов в межпланетное пространство.

### 5.5. Погода и ее явления

К основным метеорологическим элементам атмосферы, определяющим ее физическое состояние и процессы, происходящие в ней, относятся: атмосферное давление, температура и влажность воздуха, облачность, осадки, видимость и ветер. В океанологии элементами, так или иначе влияющими на состояние погоды, считаются такие гидрологические явления, как волнение, морские течения (в том числе и приливно-отливные), температура, соленость и плотность воды.

**Атмосферное давление.** Физическая сущность атмосферного давления – это вес столба воздуха от верхней границы атмосферы до земной (или водной) поверхности. Плотность воздуха постоянно меняется от колебаний температуры и влажности и от давления верхних слоев атмосферы на нижние. Вместе с изменением плотности воздуха меняется его вес и атмосферное давление.

Нормальным атмосферным давлением принято считать массу ртутного столба высотой 760 мм на площади  $1 \text{ см}^2$ , находящейся на уровне Мирового океана (уровне моря), при температуре  $0^\circ\text{C}$  и на

широте места  $45^\circ$ . В практике метеорологических наблюдений атмосферное давление измеряется миллиметрами ртутного столба, или миллибарами (мбар). По международной системе единиц (СИ) стандартное атмосферное давление составляет  $1013,247 \text{ гПа} = 1013,247 \text{ мбар} = 760 \text{ мм рт. ст.}$ ). Для измерения давления применяют барометры нескольких видов, anerоид или барограф.

На справочных или синоптических картах точки с одинаковым атмосферным давлением соединены сплошными линиями – **изобарами**. Все нанесенные на карту изобары составляют барическое поле данного района. Отдельные участки барического поля, отличающиеся своей конфигурацией и типичной разностью давлений, называют барическими системами, областями с замкнутыми или незамкнутыми изобарами, с повышенным или пониженным атмосферным давлением.

Различают две замкнутые (основные) барические системы:

- **циклон** (барический минимум) – область, ограниченная концентрически замкнутыми изобарами, давление в которой понижается от периферии к центру, где наблюдается самое низкое давление (в умеренных широтах – 990-1005 мбар);
- **антициклон** (барический максимум) – область, отличающаяся от циклона тем, что высокое атмосферное давление в центре антициклона уменьшается к его периферии.

Незамкнутые изобары складываются в три барические системы:

- ложбина – область низкого давления, отходящая от циклона;
- гребень – область высокого давления, отходящая от антициклона;
- седловина – барическая система, расположенная крестообразно между соседними двумя циклонами и двумя антициклонами.

**Температура воздуха** в нижних слоях атмосферы складывается в основном из температуры подстилающей поверхности – земли или воды, получающей основную часть тепловой энергии солнца. Температурные линии на карте называют изотермами, различают летние (красные) и зимние (синие). Тепло от приземных слоев воздуха к верхним передается двумя путями:

- **непосредственным** вертикальным смешиванием теплых нижних слоев с верхними в результате конвекции, когда теплый воздух поднимается вверх, а более холодный воздух верхних или соседних слоев заменяет его. Над морем конвекция всегда усиливается ночью, при незначительном изменении температуры воды и более сильном охлаждении верхних слоев воздуха;
- **вихреобразным**, то есть турбулентным, беспорядочным движением воздушных масс, переносящих тепло в самых различных направлениях.

Температура воздуха зависит и от состояния погоды. При сплошной облачности перепады температуры значительно меньше, чем при ясном небе. Во время дождя и после него температура может понижаться. Зависит температура воздуха и от широты местности: в тропиках теплее, чем в умеренных и высоких широтах.

При наблюдении за температурой различают ее суточный и годовой ход.

Суточная амплитуда температуры воздуха – разность между самой высокой и самой низкой температурой за сутки зависит также от облачности, при которой она уменьшается, и от времени года. Суточная амплитуда колеблется от 1,0-1,5°C до 10-15°C, в некоторых районах и более, кроме того играет роль расположения воздушных масс над сушей или над морем. Все это необходимо учитывать, так как характер суточного хода имеет прямое

отношение к погоде. Так, нарушение правильного суточного хода температуры предвещает ухудшение погоды, а при резком понижении дневной температуры после ненастья можно ждать улучшения погоды. Ухудшение погоды может наступить и при повышении температуры к вечеру.

**Влажность воздуха, облачность, осадки.** Источником влаги в воздухе является вода, испаряющаяся с подстилающей поверхности океанов, морей, озер, рек, водохранилищ. Эта влага находится в атмосфере в трех состояниях: газообразном – в виде пара, жидком – в виде разной величины капель и твердом – в виде снега, града и других ледяных образований. Поскольку водяной пар – составная часть атмосферы, он существенно влияет на все атмосферные процессы.

Влажность воздуха определяется наличием в нем водяного пара, и зависит она от количества его массы, в метеорологии учитывают два вида влажности:

- **абсолютную**, выраженную массой водяного пара, содержащегося в единице объема воздуха (кг/м<sup>3</sup>), и
- **относительную**, выраженную отношением абсолютной влажности к ее максимальному значению при данной температуре. При 100% относительной влажности в воздухе может произойти конденсация водяных паров с выпадением воды. Температура, при которой это случается, называется точкой росы.

Наглядный пример жидкого и твердого состояния влаги в атмосфере – **облака**, состоящие из мельчайших капелек воды, кристалликов льда или их смеси. Необходимое условие образования облаков – насыщение водяных паров до состояния

**конденсации** (превращение пара в воду) или **сублимации** (превращение пара в ледяные кристаллы, минуя жидкую фазу) и **понижение температуры** воздуха до критической. Кроме того, в воздухе должны находиться так называемые ядра конденсации (или сублимации). Основная масса ядер конденсации состоит из частиц соли, попавших в атмосферу из испаряющихся водной пыли и брызг во время штормов. Взвешенные в воздухе частицы соли переносятся воздушными потоками до встречи с водяными капельками. Ядрами конденсации могут быть и микроскопические частицы пыли и дымообразующих веществ. Переохлажденные капельки с ядер конденсации, замерзающие при низких температурах, могут сублимироваться и образовывать кристаллики.

В основу классификации облачных структур взяты латинские слова, характеризующие их внешний вид: стратус (stratus) - слой, кумулюс (cumulus) - куча, циррус (cirrus) - перо, альтус (altus) - высокий, opakus) - плотный, нимбус (nimbus) - дождь, транслюцидус (translu-cidus) - просвечивающий, ффактус (fractus) - разорванный, хумилис (humilis) - низкий. Классификация облаков:

### **I. Облака нижнего яруса.**

1. **Слоистые облака** (стратус - St) – высота 0,05-0,5 км. Сплошной, однородный, серый, низконависающий покров. Обычно дают морозящие осадки. В отдельных случаях могут простираться до видимого горизонта.

2. **Слоисто-кучевые** (стратокумулюс - Sc) – высота нижнего края 0,3-1,5 км. Сплошной волнистообразный серый покров, перемежающийся волнами и более светлыми промежутками между ними (Sc opacus). Выше 0,6 км образуются слоисто-кучевые просвечивающие облака (Sc translucidus) серого цвета с просветами. Могут давать морось.

3. **Слоисто-дождевые** (нимбостратус - Ns) – высота 0,1-1,0 км. Похожи на слоистые, но имеют более темный цвет. Сопровождаются обложными осадками.

4. **Разорванно-слоистые** (фракто-стратус - Fs) – сильно изорванные слоистые с просветами.

## II. Облака вертикального развития.

5. **Кучевые облака** (кумулюс - Cu) – высота от 0,3 до 1,5 км. Белые кучи с серым плоским основанием и белыми кучеобразными вершинами. К ним относятся кучевые облака хорошей погоды (кумулехумилис - Cu hum), разорванно-кучевые (фрактокумулюс - Fa cu) и мощные кучевые (кумулюс конгестус - Cu cong). Эти облака осадков не дают (рис. 51).

6. **Кучево-дождевые** (кумулениimbus - Cb) – вершинами достигают высоты перистых облаков (6-10 км), походят на горы или высокие башни. Темное основание лежит на высоте около 0,5 км. Вершины ярко-белые, состоят из ледяных кристалликов. Верхняя часть облака обычно размыта в стороны, имеет вид наковальни. Эти облака несут сильные ливневые осадки, грозы, град, шквалы (рис. 52).

## III. Облака среднего яруса.

7. **Высококучевые** (альтокумулюс - Ac) – образуются на высоте 2-6 км, имеют вид светлых слоисто-кучевых просвечивающих облаков в сочетании с параллельными полосами пластинообразных и хлопьевых образований, параллельных гряд, без осадков (рис. 53).

8. **Высокослоистые** (альтостратус - As) – образуются на высоте 3-5 км в виде пелены светло-серого или синеватого цвета. Могут быть просвечивающимися и плотные, создающие пасмурность.

Все облака среднего яруса имеют смешанную структуру из смеси капелек с ледяными кристаллами. Осадки, выпадающие из них летом, поверхности земли не достигают.

#### IV. Облака верхнего яруса.

9. **Перистые** (циррус - Ci) – легкие, волокнисто-нитевидной формы в виде белых отдельных волокон, иногда "коготков" (рис. 54).

10. **Перисто-кучевые** (циррокумулус - Cc) – мелкие "барашки", иногда похожие на рыбу чешую. Могут наблюдаться вместе с перистыми облаками.

11. **Перисто-слоистые** (цирростратус - Cs) – тонкая белесая прозрачная пелена, на фоне которой вокруг солнца или луны может образоваться ореол из цветных колец, так называемые круги гало. Эти и похожие явления - эффект преломления и отражения света в ледяных кристалликах, из которых и состоят перистые облака.

Облака верхнего яруса находятся на высоте 6-10 км.

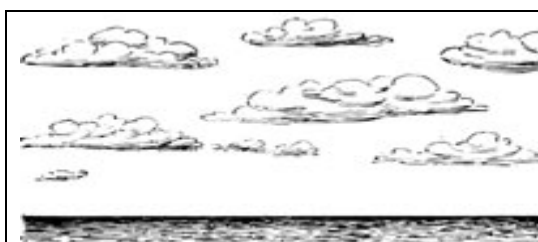


Рис. 51. Кучевые облака хорошей погоды.

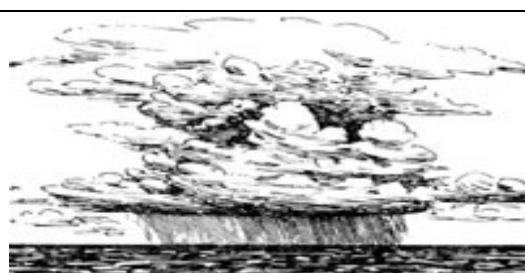


Рис. 52. Кучево-дождевое облако («наковальня»).



Рис. 54. Перистые облака.



Рис. 53. Высококучевые облака («барашки»).

Конденсат атмосферного водяного пара, выпадающий из облаков или образующийся на поверхности земли и наземных предметах, называется **атмосферными осадками**, которые могут



быть **жидкими** (дождь, морось; на земле – роса) и **твердыми** (снег, снежная крупа, град; на земле - иней, изморозь, гололед).

По своему характеру выпадающие осадки могут быть:

- **ливневыми** – внезапными и быстротечными выпадениями дождя, снега, крупы или града из кучево-дождевых облаков обычно весной и летом;
- **обложными** – продолжительный и равномерный дождь или снег, выпадающий из высокостристых или слоисто-дождевых облаков при пасмурной погоде и на большой площади; в умеренных широтах преобладают осенью и зимой;
- **морозящими** (морось) – мельчайшие капельки воды, не оставляющие следа на воде; выпадают из низких слоистых облаков или из густого тумана; чаще всего бывают осенью.

Скопление микроскопических капелек воды в нижних слоях атмосферы, при которых горизонтальная видимость составляет менее полумили, называют **туманом**. Образуются туманы при высокой относительной (около 90-100%) влажности и в присутствии в воздухе ядер конденсации. По причинам, их вызывающим, туманы делятся на:

- **радиационные**, возникающие над сушей в предутренние часы из-за потери тепла подстилающей поверхностью. С повышением дневной температуры быстро рассеиваются. Такие туманы, лежащие низко над землей (поземные), опасны тем, что, могут закрывать объекты, машины на дороги и препятствия. При этом могут быть видимы высоко расположенные верхние части зданий, маяков, леса. Над морем радиационные туманы появляются только в высоких широтах при большой относительной влажности воздуха;

- **адвентивные** (адвекция (лат.) - перенос), образующиеся на воде при перемещении теплого влажного воздуха над охлажденной поверхностью моря. Плотны и устойчивы к ветрам до 10 м/с. Перемещаясь с ветром, они заволакивают большие районы. Видимость в адвективных туманах охлаждения может быть от нескольких десятков до нескольких метров. Имея большую высоту над уровнем моря, такой туман усложняет плавание, закрывая не только встречные суда, но и огни маяков; **адвентивные туманы парения**, невысокие, до нескольких метров, клубящиеся туманы, возникающие при перемещении холодного воздуха над теплой поверхностью моря. Встречаются при вторжении холодных масс арктического воздуха на незамерзающие моря в холодное время года.
- Разновидностью тумана является **туманная дымка**.

Кроме осадков и туманов на ухудшение видимости может влиять **сухая мгла** – механическое помутнение атмосферы. Мгла состоит из дыма фабричных труб, концентрации в воздухе различных неулавливаемых частиц пыли, выхлопов двигателей автотранспорта, дыма лесных пожаров и т.д. Другой вид мглы образуется в результате сноса ветром с берега (с сухих песчаных равнин и пустынь) в море пыли и мелкого песка. Смесь тумана и мглы называют **смогом**.

В сухую жаркую погоду в море можно наблюдать явление **оптической мутности атмосферы**, когда сильные конвективные токи воздуха различной плотности перемешивают его. При этом в неоднородной воздушной среде при разных температуре и давлении резко меняются условия отражения, рассеивания и преломления световых лучей: предметы теряют свою четкость,

становятся расплывчатыми искаженными, снижая тем условия видимости.

Метеорологическая видимость определяется предельным расстоянием видимости наблюдаемого предмета в условиях данной погоды. Для определения дневной дальности метеорологической видимости существует десятибалльная шкала.

**Общая циркуляция атмосферы.** Перемещение масс воздуха из области высокого атмосферного давления в область с низким давлением называется **ветром**.

**Скорость ветра** определяется величиной барического градиента, то есть разностью атмосферного давления на установленную единицу расстояния, равную ( $1^\circ$  широты), в сторону падения давления. Поэтому скорость ветра тем больше, чем больше барический градиент. Величину и направление барического градиента на карте изобар показывают в виде вектора перпендикулярного изобаре большего давления, направленного в сторону меньшего давления. Вследствие вращения Земли (под влиянием силы Кориолиса) направление ветра не совпадает с вектором барического градиента, а отклоняется в северном полушарии вправо, в южном - влево. В средних широтах это отклонение достигает  $60^\circ$ .

На отклонение ветра влияет также кривизна самих изобар (линий давления), вызывающая криволинейное движение воздуха под действием центробежной силы, направленной по радиусу кривизны. В циклоне центробежная сила направлена против силы градиента, а в антициклоне совпадает с ней. Поэтому при одинаковом градиенте скорость ветра в циклоне всегда меньше, чем в антициклоне.

По традиции **направление ветра** считается из той точки горизонта, откуда он дует. Иначе говоря, ветер дует «в компас»,

направление обозначается в градусах или в румбах (на море). Также в компас принято определять направление зыби, а из компаса, в направлении на горизонт, морские течения. Также используют **флюгер** различных видов.

Единицами измерения скорости ветра являются «метр в секунду», «километр в час», на море – «узел». Практически же скорость ветра с помощью **анемометра** измеряется в м/с или приближенно оценивается «сила ветра» по **шкале Бофорта**.

При порывистом ветре определяют его среднюю скорость – по нескольким сделанным подряд измерениям и находят среднее арифметическое значение. Другой способ: проводят наблюдение в течение нескольких минут, а затем делят полученную разность отсчетов на соответствующее число секунд.

Ветер по своей структуре не однороден. Он может быть **струйным** (ламинарным), когда слои воздуха движутся не перемешиваясь, их частицы не переходят из слоя в слой. Такое движение воздуха обычно бывает при слабых ветрах. Если же скорость ветра превышает 4 м/с, то частицы воздуха начинают двигаться беспорядочно, его слои перемешиваются и приобретают **турбулентный** характер. Чем выше скорость ветра, тем больше турбулентность, тем больше скачки скорости в отдельных точках воздушного потока и тем более порывистым становится ветер.

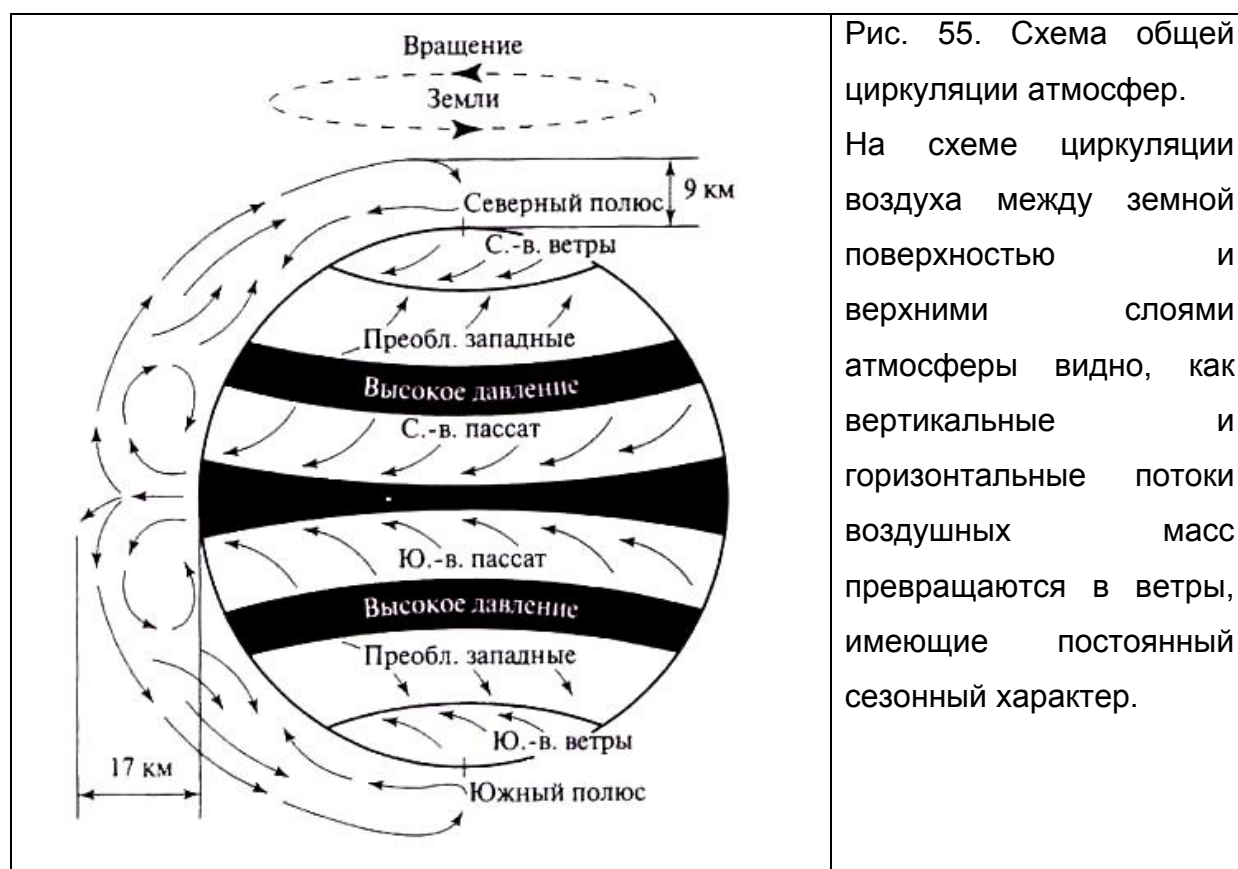
**Шквалистый** ветер характерен не только частыми и резкими колебаниями скорости, но и сильнейшими отдельными порывами продолжительностью до нескольких минут. Ветер, который резко увеличивает свою скорость в течение очень короткого промежутка времени на фоне слабого ветра или штиля, называют шквалом. Чаще всего шквалы налетают при прохождении мощных кучево-дождевых облаков и нередко сопровождаются грозой и ливнями. Скорость шквального ветра достигает 20 м/с и более, а в отдельных

порывах – 30-40 м/с. При этом наблюдаются неожиданные повороты ветра. Причиной шквала является взаимодействие восходящего потока теплого воздуха в передней части кучево-дождевого облака и нисходящего воздуха, охлажденного ливневым дождем, в тыловой его части. В результате возникает характерный клубящийся вал с вихрем под ним, усиленным вихрями соседних воздушных слоев.

Вертикальные вихри в грозовом облаке могут образовать **смерчи** (над водой или сушей). Когда скорость такого вихря достигает около 100 м/с, нижняя часть облака в виде воронки опускается к воде, навстречу поднимающемуся вверх водяному столбу. Встреча со смерчем опасна: обладая большой разрушительной силой и вращаясь по спирали, он может поднять вверх все, что окажется на его пути. Высота смерча достигает более 1000 м, горизонтальная скорость – 30-40 км/ч. Поэтому при виде смерча нужно определить направление его перемещения и немедленно уходить в сторону. Иногда смерч может образоваться и без грозовых облаков. В этом случае он зарождается не из тучи, а на поверхности моря или суши, нередко при безоблачном небе. Это смерчи «хорошей погоды». Они короткие и практически безопасны.

Движение воздушных масс величина переменная и по скорости, и по направлению. Однако в масштабах глобальных это движение имеет четко выраженную закономерность, которая определяется **общей циркуляцией атмосферы** (рис. 55), зависящей от распределения атмосферного давления в обширных районах земного шара – от тропиков до Полярных зон. В экваториальной зоне теплый воздух тропиков поднимается вверх, на границе тропосферы образуя ветер **антипассат**, растекающийся к северу и к югу от экватора.

Охлажденные воздушные массы антипассата оседают на поверхность земли, создавая в субтропиках повышенное давление и ветер, называемый уже **пассатом**, который устремляется в экваториальную зону. Под действием силы Кориолиса пассаты северного полушария получают северо-восточное направление, а южного полушария (кроме северной части Индийского океана, где дуют сезонные **муссонные** ветры) – юго-восточное. Скорость пассатных ветров также постоянна и достигает 5-10 м/с.



В экваториальной зоне пассаты ослабевают и поворачивают на восток. Поэтому между пассатами обоих полушарий возникает **штилевая** зона (в Атлантике – «конские широты»), характерная пониженным давлением, грозами, ливнями и штилями.

В широтах 40-60° обоих полушарий преобладают ветры западной четверти. Они менее устойчивы (от NW до SW), но значительно сильнее (10-15 м/с или 6-7 баллов). В южном

полушарии, где западные ветры огибают весь Мировой океан, лежали основные пути парусных судов для плавания из Европы в Австралию и обратно в Европу вокруг мыса Доброй Надежды и мыса Горн. За свою силу и частые штормы (повторяемость до 50%) эти ветры получили прозвище «бравые весты», а широты – «гремящие сороковые» и «ревущие шестидесятые».

В приполярных районах обоих полушарий, где оседают холодные массы воздуха верхних слоев тропосферы (при вертикальном температурном градиенте, падающем на 0,6°C на каждые 110 м высоты.), образуя так называемые **полярные максимумы**, преобладают юго-восточные и восточные ветры.

Пассаты – первые в категории господствующих ветров, то есть постоянно дующих в определенных районах течение определенного промежутка времени. Скорость и направление господствующих ветров определяется многолетним наблюдениям для каждого моря или морского района.

Другая категория ветров – местные, дующие только в данном месте или нескольких местах земного шара, возникают они при изменении тепловых условий в течение некоторое времени или под влиянием рельефа (характера подстилающей поверхности).

К первому типу относятся следующие ветры:

**Бриз** – ветер, возникающий из неравномерного нагревания воды суши в прибрежной полосе моря (около 30-40 км). Морской бриз дует днем с моря на сушу и начинается около 10 часов утра, а береговой – суши на море и начинается после захода солнца. Ветер вертикально развития и на высоте нескольких с метров дует в обратном направлении (рис. 56). Интенсивность бриза зависит от погоды. В жаркие летние дни морской бриз имеет умеренную силу до 4 баллов (4-7 м/с). Береговой бриз значительно слабее;

**Фен** – горячий сухой ветер, который возникает при обтекании влажно воздуха ветром горных вершин и нагревании его теплой подветренной подстилающей поверхностью горного склона. На Черном море наблюдается у побережья Крыма и Кавказа преимущественно весной.

Представителем второго типа местных ветров надо назвать прежде всего бору;

**Бора** – очень сильный, порывистый и холодный ветер, направленный вниз по горному склону в местностях, где горный хребет граничит с теплым морем. Холодный воздух с большой скоростью устремляется вниз, к морю, достигая иногда силы урагана. В зимнее время, при низких температурах, вызывает обледенение. Наблюдается в районе Новороссийска, у берегов Далмации (Адриатическое море) и на Новой Земле;

**Бакинский норд** – холодный северный ветер в зоне Баку, дующий летом и зимой. Достигает штормовой, а нередко и ураганной силы (от 20 до 40 м/с). Приносит с берега тучи песка и пыли;

**Сирокко** – очень теплый и влажный ветер, зарождающийся в Африке и дующий в Центральной части Средиземного моря. Сопровождается облачностью и осадками.

Существуют также сезонные ветры, называемые **муссонами**, которые носят континентальный характер и возникают вследствие разницы в атмосферном давлении при неравномерном нагревании суши и моря в летнее и зимнее время. Как и другие ветры, муссоны имеют барический градиент, направленный в сторону низкого давления - летом на сушу, зимой на море (рис. 57). Под влиянием силы Кориолиса в северном полушарии **летние муссоны** Тихого океана у восточного побережья Азии отклоняются к юго-востоку, а в Индийском океане - к юго-западу.



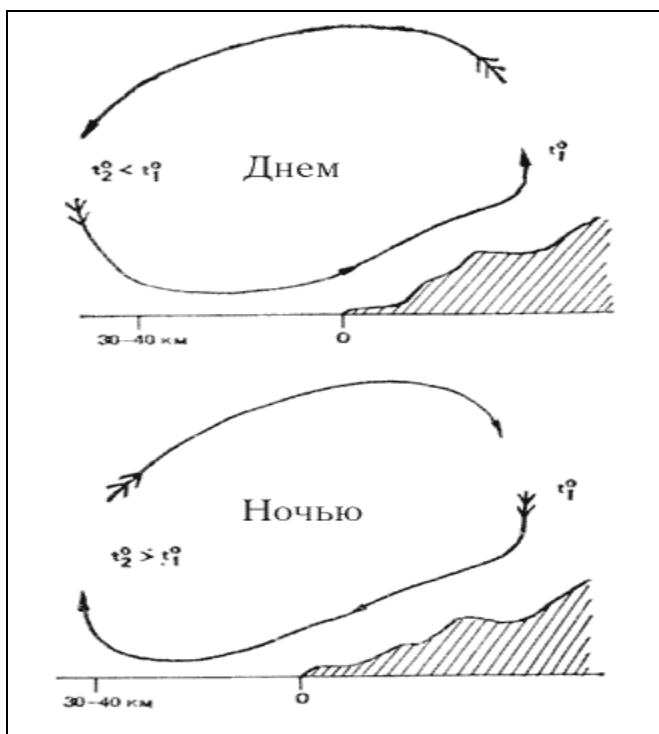


Рис. 56. Бризы.

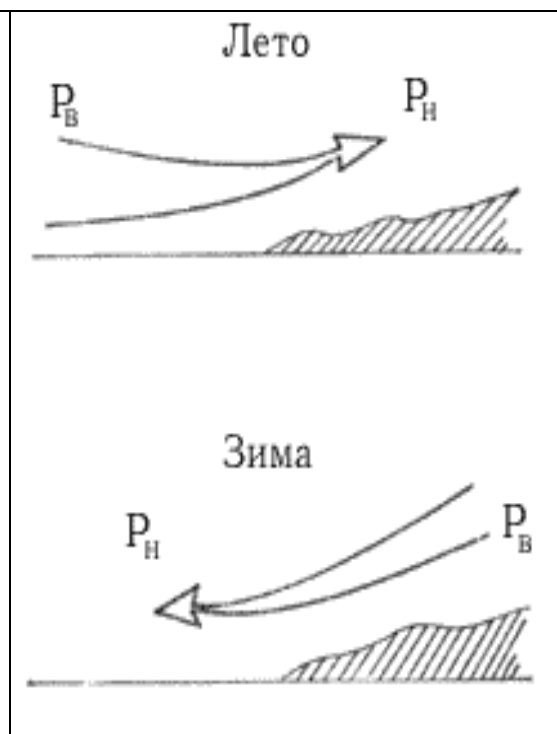


Рис. 57. Муссоны.

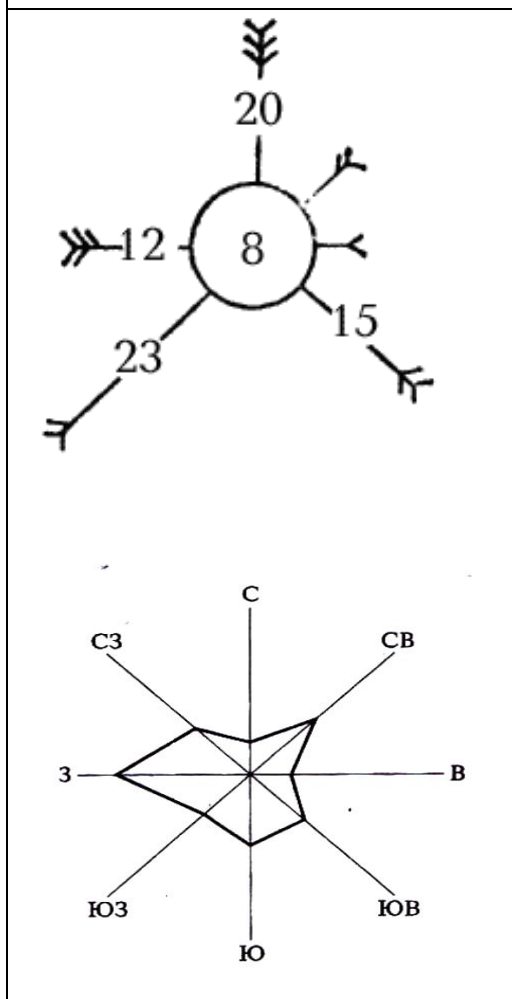


Рис. 58. Морская роза ветров. В центре квадрата на карте моря рисуют кружок, внутри кружка, цифрами указывается повторяемость штилей. От центра кружка расходятся лучи по главным и четвертным румбам. Длина лучей пропорциональна повторяемости ветров этого направления, а на их концах наносится оперение, показывающее среднюю силу ветра. Если повторяемость ветра более 12%, то на луче пишется величина повторяемости, если меньше 5% - лучей не делают.

Сухопутная роза ветров рисуется в виде звезды. Графический способ нанесения на карту ветровой обстановки на определенное время года, исчисленной на основании многолетних наблюдений, называется **розой ветров** (рис. 58).

Эти муссоны приносят с океана на Дальний Восток пасмурную, с дождями, моросью и туманами погоду, а на южное побережье Азии несут затяжные и обильные дожди, частые наводнения. **Зимние муссоны** меняют направление на противоположное ( $120^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ), и в Тихом океане они дуют уже с северо-запада, а в Индийском – с северо-востока в сторону океана. Скорость ветра в муссонах неравномерна. Зимние северо-восточные муссоны совпадают с пассатами северного полушария, и их скорость не превышает 5-10 м/с. Летние же муссоны Индийского океана достигают штормовой силы. Смена муссонов происходит в апреле - мае и октябре - ноябре.

## 5.6. Климат. Воздушные массы

Погодой называется физическое состояние атмосферы в данном месте, в данное время или в ограниченном промежутке времени (сутки, месяц, год).

Непрерывные изменения погоды зависят прежде всего от суточного и годового хода всех ее метеорологических элементов. Называют их периодическими, потому что они связаны с периодичностью движения Земли вокруг своей оси (суточное) и вокруг Солнца (годовое). Процессы же, происходящие при перемещении воздушных масс, вызывают непериодические изменения погоды. Изучение этих изменений и исследование процессов в границах общей циркуляции атмосферы с целью прогнозирования погоды – основная задача синоптической метеорологии. Воздушные массы, атмосферные фронты, циклоны и антициклоны, их возникновение, развитие, перемещение и взаимодействие – все это объекты наблюдений синоптиков.

**Воздушные массы.** Значительное количество в тропосфере воздуха, имеющего однородные физические свойства и простирающегося в горизонтальном направлении на тысячи километров и на 10-15 км по вертикали, называется воздушной массой. **Очаги формирования** воздушной массы, где она приобретает определенные физические свойства, обычно находятся в области малоподвижных циклонов или антициклонов, над однообразной подстилающей поверхностью с однородным тепловым балансом – океанами, пустынями, степью, тундрой, Ледовитым океаном и т. д.

Воздушные массы классифицируются по двум признакам:

- **географическому** – по положению очага формирования и
- **термодинамическому** – по температуре, полученной в очаге формирования.

**Географическая классификация воздушных масс** и их обозначения на климатической карте:

**1. Арктический (антарктический) воздух (АВ)** – формируется за северным и южным полярными кругами. Малозапыленная, очень устойчивая и прозрачная воздушная масса, с низкими температурами и большой относительной влажностью, создающей туманы и дымки. Может быть морским и континентальным.

Морской АВ (мАВ) – формируется в северном полушарии, в частности в Атлантическом океане, между Гренландией, Шпицбергенем и Кольским полуостровом. Увлажняясь над океаном, приносит в Европу холодную и пасмурную со снегом погоду зимой и похолодание с ливнями летом.

Континентальный АВ (кАВ) – формируется в северном полушарии в границах Европы, над Центральной Арктикой и приносит ясную и морозную погоду зимой, резкое похолодание - летом.

2. **Полярный (ПВ)** или умеренный (УВ) воздух - формируется в умеренных широтах. Устойчивость его зависит от очага формирования и направления движения. Также может быть морским (мПВ) и континентальным (кПВ).

3. **Тропический воздух (ТВ)** – формируется в зоне субтропических антициклонов, сильно прогревается в очаге формирования. Морской тропический воздух (мТВ) характерен большой абсолютной влажностью и неустойчивостью, континентальный ТВ - большой неустойчивостью, жарой.

4. **Экваториальный воздух (ЭВ)** – рождается в экваториальной зоне, с резко выраженными свойствами тропического воздуха.

#### **Термодинамическая классификация воздушных масс:**

1. **Холодная воздушная масса (ХМ)** перемещается из холодного в более теплый район. Процессы в такой массе, прогреваемой снизу, большей частью неустойчивы. Воздух характеризуется сильной конвективностью, турбулентностью и порывистыми ветрами. Холодным массам, особенно морского арктического или морского полярного воздуха, сопутствуют кучевые и кучево-дождевые облака, несущие ливневые осадки, грозы, шквалы. Над морем характерна в зимнее время.

2. **Теплая воздушная масса (ТМ)** движется из теплого района в более холодный. Охлаждаясь снизу, она несет с собой морозящие осадки и адвективные туманы. Атмосферные процессы в ней обычно устойчивы. Над морем наблюдается летом.

3. **Местная воздушная масса (ММ)** длительное время находится в одной географической зоне, поэтому ее основные свойства изменяются мало, а температурный режим и устойчивость зависят от соседства с воздушной массой другого типа.

**Атмосферные фронты.** При движении воздушные массы разных типов неизбежно соприкасаются друг с другом. Это сопровождается резким изменением погоды. Переходная зона между двумя массами называется **поверхностью раздела**, или **фронтальной поверхностью**, а линия пересечения этой поверхности с земной – **атмосферным фронтом**.

Если фронт образовался между основными географическими типами воздушных масс – АВ и ПВ, ПВ и ТВ, ТВ и ЭВ, он называется главным в отличие от вторичных фронтов, образующихся между географическими однородными воздушными массами.

**Теплый фронт** возникает при наплыве теплой воздушной массы на холодную (рис. 59). Теплые массы, поднимаясь наклонно вверх, адиабатически (**адиабатически** – без притока тепла извне или отдачи его в окружающую среду) охлаждаются – возникает широкая пелена облаков слоистых форм с зоной обложных осадков впереди фронта. Давление перед фронтом падает. Предшественниками являются перистые облака в виде «коготков». Пересекая зону теплого фронта, попадаете в широкую полосу обложного дождя или снега с пониженной видимостью. Перед теплым фронтом наблюдаются предфронтальные туманы.

**Холодный фронт** второго рода движется быстро и возникает при энергичном «подклинивании» холодных масс под теплые, которые выжимаются вверх. В результате адиабатического охлаждения в них образуются кучево-дождевые облака, сопровождаемые ливнями и грозами. Холодный фронт с ливневыми облаками наступает «стеной». Впереди, в качестве предвестников фронта, быстро движутся перисто-кучевые облака; ниже, в среднем ярусе, продвигаются «обточенные» ветром высококучевые чечевицеобразные. Давление непосредственно перед фронтом сильно и неравномерно падает, попадаете в зону ливней, гроз,

шквалов и сильного волнения. Холодный фронт первого рода движется медленнее чем холодный фронт второго рода.

Клин холодного воздуха как бы подсекает теплые массы, вынуждая их подниматься вверх, что приводит к образованию облачной системы. Все процессы выражены не так бурно, как у холодного фронта второго рода. За линией фронта имеется пелена слоисто-дождевых и высокослоистых облаков, из которых выпадают обложные осадки (рис. 60).

В результате слияния теплого и холодного фронтов возникает **сложный фронт** – фронт **окклюзии**. Скорость перемещения холодного фронта больше, чем теплого. Поэтому при слиянии фронтов теплый воздух вытесняется вверх, образуя верхний фронт.

В зависимости от соотношения температур характер фронта окклюзии может быть:

- нейтрального типа, когда вытесненные теплые массы и облачные системы фронтов располагаются по фронтальным поверхностям, а температуры холодных масс, догоняющей и уходящей, одинаковы. Осадки постепенно ослабевают и прекращаются;
- теплого типа, когда температура массы наступающего холодного фронта выше температуры лежащей впереди массы. Поэтому более теплая наступающая масса начинает «скользить» вперед и вверх по поверхности раздела теплого фронта;
- холодного типа, когда температура наступающего холодного фронта более низкая. Холодные массы начинают как бы подсекать более теплые и заставляют их восходить вдоль поверхности раздела холодного фронта.

Погода окклюдированного фронта теплого типа сходна с погодой главных тепловых фронтов, а холодного типа – с погодой холодных фронтов.

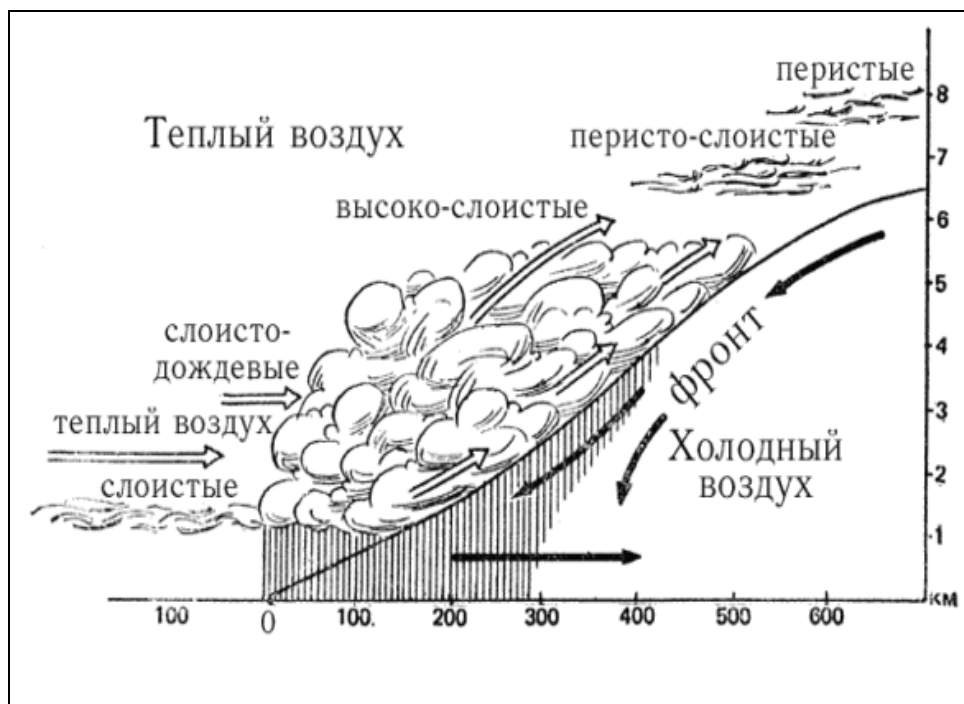


Рис. 59.  
Теплый фронт.

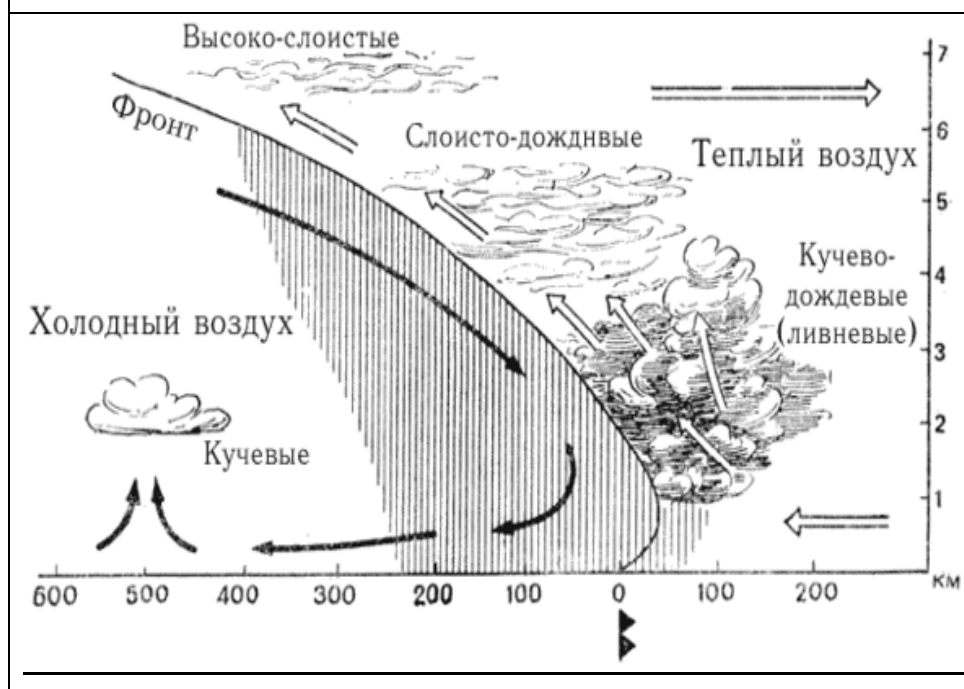


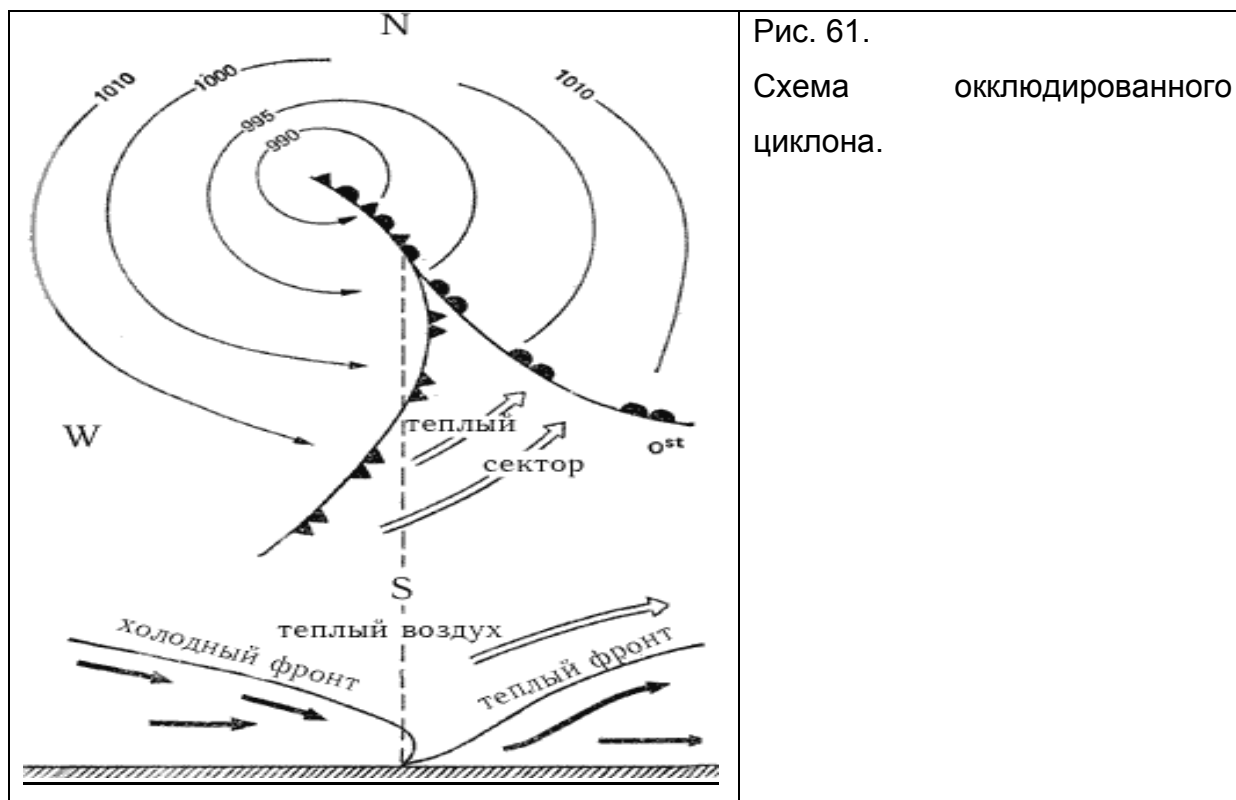
Рис. 60.  
Холодный фронт.

**Циклоны и антициклоны.** Циклон и антициклон мы рассматривали как барические области низкого и высокого давления. Эти же области несут также и одну из форм циркуляции атмосферы – вихреобразные воздушные возмущения. В циклонах северного полушария эти вихри движутся по спирали против часовой стрелки, в южном – по часовой, но всегда направлены к центру циклона. Скорость ветра при этом всегда высокая. Так, в

циклонах умеренных широт она достигает 20-30 м/с, то есть штормовой и ураганной силы, а в тропических циклонах нередко превышает 60-70 м/с.

Погода в циклонах, особенно на линии теплого фронта, всегда пасмурная, облачная и прохладная, летом – дождливая, а зимой – снежная с оттепелями. В теплом секторе молодого циклона облачности и осадков нет, но над морем может быть и пасмурно.

**Развитие циклона** проходит несколько стадий: волны, молодого циклона, окклюдиванного циклона и заполненного циклона. На рис. 61 показана схема окклюдиванного циклона северного полушария.



В отличие от циклонов в антициклонах спиральные вихревые возмущения направлены от центра антициклона. Ветровые потоки в северном полушарии дуют по часовой стрелке, в южном – против часовой стрелки. Погода в антициклоне обусловлена оседанием воздушных масс, их адиабатическим сжатием и как следствие



повышением температуры воздуха. Поэтому летом она спокойная, характерна штилями и слабыми ветрами, малооблачностью и безоблачностью, с резким суточным ходом метеозаэментов. Зимой погода ясная и морозная.

Карты погоды (**синоптические карты**) составляют по наблюдениям метеозаэментов на метеорологических станциях в установленное (стандартное) время.

### **5.7. Загрязнение атмосферы**

В последнее время на эволюцию атмосферы наибольшее влияние оказывает антропогенный фактор. Результатом деятельности человеческой цивилизации стал постоянный значительный рост содержания в атмосфере углекислого газа из-за сжигания углеводородного топлива, накопленного в предыдущие геологические эпохи. Громадные количества  $\text{CO}_2$  потребляются при фотосинтезе и поглощаются мировым океаном. Этот газ поступает в атмосферу благодаря разложению карбонатных горных пород и органических веществ растительного и животного происхождения, а также вследствие вулканизма и производственной деятельности человека. За последние 100 лет содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере возросло на 10%, причем основная часть (360 млрд. тонн) поступила в результате сжигания топлива. Если темпы роста сжигания топлива сохранятся, то в ближайшие 20-30 лет количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере удвоится и может привести к глобальным изменениям климата.

Сжигание топлива – основной источник и загрязняющих газов ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ). Диоксид серы окисляется кислородом воздуха до  $\text{SO}_3$  в верхних слоях атмосферы, который в свою очередь взаимодействует с парами воды и аммиака, а образующиеся при

этом серная кислота ( $H_2SO_4$ ) и сульфат аммония ( $(NH_4)_2SO_4$ ) возвращаются на поверхность Земли в виде кислотных дождей. Использование двигателей внутреннего сгорания приводит к загрязнению атмосферы оксидами азота, углеводородами и соединениями свинца (тетраэтилсвинец  $Pb(CH_3CH_2)_4$ ).

Аэрозольное загрязнение атмосферы обусловлено как естественными причинами (извержение вулканов, пыльные бури, унос капель морской воды и пыльцы растений и др.), так и хозяйственной деятельностью человека (добыча руд и строительных материалов, сжигание топлива, изготовление цемента и т. п.). Широкомасштабный интенсивный вынос твердых частиц в атмосферу – одна из возможных причин изменений климата.

### 5.8. Географическая оболочка

Литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера – основные оболочки Земного шара, проникающие друг в друга и находящиеся в тесном и сложном взаимодействии. Область этого сложного взаимопроникновения живой и неживой природы, в совокупности с космическими и всеми другими земными силами, формирует **географическую оболочку – особую материальную систему, качественно отличную от других геосфер**. Здесь взаимодействуют абиотическая, биотическая и антропогенная среда: происходят основные природные явления и процессы, в результате которых образуются горные породы, рельеф и почва, формируется климат, природные зоны, развивается многообразная жизнь и многое другое. Все составные части географической оболочки используют Солнечную энергию и энергию внутренних сил Земли, а основной процесс – **глобальный круговорот веществ**.

Верхняя граница географической оболочки соответствует тропопаузе (16-18 км над экватором и 8-10 км у полюсов). В этой зоне затухают и останавливаются основные процессы геосфер, поскольку в стратосфере практически отсутствуют водяной пар, нет вертикального перемещения воздуха, изменение температур почти не связано с влиянием земной поверхности. Пределы жизни даже для низших живых организмов (большинство бактерий и вирусов) в этой зоне критические.

Нижняя граница на суше проходит на глубине 3-5 км, на эту глубину не проходит кислород, изменяются состав и свойства горных пород, практически нет воды в жидком состоянии. В океане жизнь обнаружена даже на дне, однако ее концентрация и видовой состав уже с глубин ниже 200 м снижается, а ниже 2000 м в разы, особенно сокращается видовое разнообразие высших форм.

Географической оболочке присущи – **ритмичность явлений**: суточная (смена дня и ночи, фотопериодизм), годовая (смена времен года, климата), и другие многолетние и долгопериодичные ритмы – вековые, тысячелетние, эпохальные.

А также выражена **зональность и секторность** географической оболочки. **Закон зональности** был сформулирован В.В. Докучаевым, который отметил влияние Солнца, вращения и шарообразности Земли на климат и биологические объекты, которые распределяются по поверхности Земли с севера на юг в строго определенной последовательности. При этом границы географических зон зависят от многих факторов (рельефа, климата и др.), они не совпадают с параллелями, а внутри одной зоны могут наблюдаться значительные различия, что связано с аazonальными процессами – обусловленными внутренними факторами и местными особенностями природных условий.

Самые крупные зональные подразделения – **географические пояса** (расположены горизонтально по поверхности), которые выделяют преимущественно по радиационному балансу Солнечной энергии и характеру циркуляции преобладающих воздушных масс, поэтому их называют **климатическими поясами**.

В умеренных, тропических и субтропических поясах внутри географических поясов под воздействием океанов формируются **долготные сектора – приокеанические и континентальные**, с наиболее характерными для них чертами.

На равнинах в пределах географических поясов формируются **природные зоны**, особую роль в формировании которых играют температура и увлажнение, которые создают условия для рельефообразования, что в свою очередь влияет на формирование почвенно-растительного покрова и фауны.

Особое место занимает **высотная поясность** (вертикальное расположение) – расположение природных зон в зависимости от высоты над уровнем моря. При подъеме в горы меняются климат, тип почв, растительность и животный мир. Развитие природных зон изменяется здесь другими темпами и приобретает иные размеры, чем по горизонтали. Здесь, кроме особых температуры и влажности, имеются другие ограничивающие факторы – давление, наличие кислорода, угол падения солнечных лучей и т.д. (рис. 62).

Каждая горная страна на Земле имеет свои особенности вертикальной поясности, некоторые формируются на стыке противоположностей. Например, даже в жарких странах поднявшись в горы можно встретить ландшафты тундры и даже ледяной пустыни. Так, в тропических и экваториальных зонах Анд Южной Америки и в Гималаях ландшафты последовательно меняются от влажных дождевых лесов до альпийских лугов и зоны вечных ледников и снегов. Нельзя сказать, что высотная поясность

полностью повторяет широтные географические зоны, ведь в горах и на равнинах многие условия не повторяются. Наиболее разнообразен спектр высотных поясов у экватора, например на высочайших вершинах Африки горах Килиманджаро, Кения, пике Маргерита, в Южной Америке на склонах Анд.

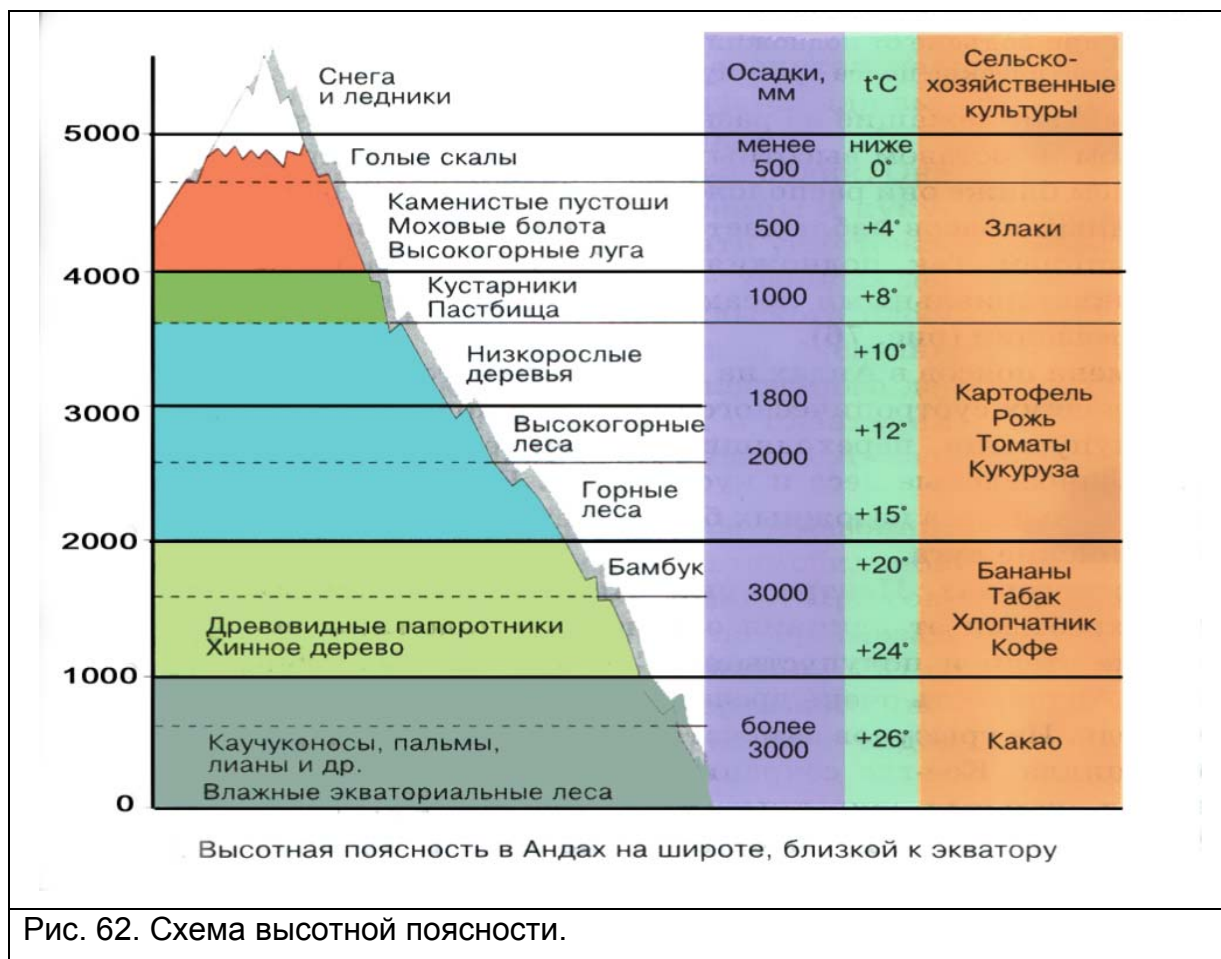


Рис. 62. Схема высотной поясности.

### 5.9. Климатические пояса и природные зоны

**Климатические пояса** – широтные полосы земной поверхности, имеющие относительно однородный климат, изменяющиеся от экватора к полюсам зонально. Пояса отличаются друг от друга температурой воздуха и превосходящими воздушными массами, которые, определяют основные черты климата пояса.

**Различают 7 основных климатических поясов:** это один экваториальный пояс и парные (северные и южные) тропические,

**умеренные и полярные** (арктический и антарктический). В каждом из них в течение всего года господствует одна воздушная масса – соответственно экваториальная, тропическая, умеренная, арктическая (антарктическая).

А между основными поясами в каждом полушарии образуются **переходные климатические пояса: субэкваториальный, субтропический и субарктический (субантарктический)**. Их называют субпоясами – (от лат. Sub, «суб»-под), то есть под основным. В переходных поясах воздушные массы изменяются по сезонам. Они поступают из соседних основных поясов: летом царит воздушная масса южнее основного пояса, а зимой – северного. Например, в субэкваториальном поясе летом царит экваториальная климатическая масса воздуха – наступает влажный сезон года, зимой поступает тропический воздух – наступает сухой сезон. Поэтому климат субэкваториального пояса летом подобен климату экваториального пояса, а зимой – тропическому.

Географические пояса не имеют правильной кольцевой формы и их простираемость зависит от множества природно-географических факторов, кроме того они существенно отличаются над обширными районами материков и океанов. В океанах пояса хорошо прослеживаются до 150-200 м, и слабо до 2000 км.

**Природные зоны.** Тепловые (климатические) пояса – основа деления земной поверхности на **географические зоны**: районы, сходные по преобладающим типам ландшафтов – природно-территориальным комплексам, обладающим общностью климата, почв, растительности и животного мира.

Поверхность суши Земли в разных местах получает не только разное количество солнечной энергии, но имеет и множество дополнительных непохожих условий – например, удаленность от океанов, неровности рельефа (горные системы или равнины) и,

наконец, неодинаковую высоту над уровнем моря. Каждое из этих условий сильно влияет на природные особенности Земли.

Внутри каждой климатической зоны может располагаться несколько природных зон.

**Жаркий пояс.** У самого экватора практически отсутствуют сезоны, целый год здесь влажно и жарко. При удалении от экватора, в субэкваториальных зонах, год делится на более сухие и более влажные сезоны. Здесь располагаются **саванны, редколесья и смешанные вечнозеленые листопадные тропические леса.** Вблизи тропиков климат становится более сухим, здесь расположены **пустыни и полупустыни.** Самые известные из них Сахара, Намиб и Калахари в Африке, Аравийская пустыня и Тар в Евразии, Атакама в Южной Америке, Виктория в Австралии.

**Умеренные пояса** (в Северном и Южном полушариях). Здесь происходит четкая смена сезонов, которые сильно различаются между собой. В Северном полушарии к северной границе пояса примыкают **хвойные леса – тайга**, сменяющаяся южнее **смешанными и широколиственными лесами**, а затем **лесостепями и степями.** Во внутренних областях материков, где влияние морей и океанов почти не ощущается, могут находиться даже **пустыни** (например, пустыня Гоби, Каракум).

**Полярные пояса.** Недостаток тепла приводит к тому, что в этих зонах практически нет лесов, почва заболочена, местами встречается многолетняя мерзлота. У полюсов, где климат самый суровый, возникают материковые льды (как в Антарктиде) или морские льды (как в Арктике). Растительность отсутствует или представлена мхами и лишайниками.

Среди природных зон есть приуроченные к какому-то определенному поясу. Например, зона арктических и антарктических ледяных пустынь и зона тундр находятся в

арктическом и антарктическом поясах; зона лесотундр соответствует субарктическому и субантарктическому поясам, а тайга, смешанные и широколиственные леса – умеренному. А такие природные зоны, как прерии, лесостепи и степи и полупустыни, распространены как в умеренном, так и в тропическом и субтропическом поясах, имея в них, свои особенности и названия.

## **Резюме**

Роль атмосферы нашей планеты огромна. Как и без воды, без нее нет жизни для большинства организмов дышащих воздухом и усваивающих кислород (аэробы). Атмосфера предохраняет планету и ее поверхность от перегрева и охлаждения, она пропускает солнечные лучи определенного спектра, что влияет на фотосинтез у растений и зрение в видимом диапазоне у животных. Лишь небольшая их часть может видеть в инфракрасном (тепловом) и ультрафиолетовом (жестком) спектре. Атмосфера защищает все живое от коротковолновой и корпускулярной радиации Солнца. Кроме того – это среда формирования климата и погодных явлений, от чего зависит жизнедеятельность всех живых существ и вся деятельность человека. Метеорология – одна из сложнейших наук, изучающая многие законы физики, химии, электричества, движения. Достижения современной науки по изучению свойств атмосферы и ее верхних слоев имеют огромное прогностическое значение. Атмосферные изменения можно отследить на палеонтологических ископаемых находках, и связать с эволюцией всего живого.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Что такое воздух и чем он отличается от понятия атмосферы?
2. Опишите строение атмосферы и характерные черты ее слоев?
3. Охарактеризуйте свойства атмосферы, как буферной зоны?



4. Что такое температура воздуха и от чего зависят ее колебания?
5. Что такое влажность, каковы ее оптимальные границы?
6. Что такое атмосферное давление, как оно формируется над водными пространствами и сушей, на что влияет?
7. Опишите понятие атмосферные осадки, приведите примеры?
8. Чем смог отличается от тумана и от промышленного смога?
9. Дайте понятие ветра, опишите основные сезонные ветра?
10. Какие разновидности погодных явлений преобладают в вашей местности и почему?
11. Какую информацию содержат климатические карты и в виде каких условных знаков обозначаются климатические явления?
12. Как возникает теплый и холодный фронт, и каковы признаки перемены погоды. Что такое циклон и антициклон?
13. Опишите циркуляцию воздушных потоков в атмосфере?
14. Как возникают постоянные и сезонные ветра, примеры?
15. Охарактеризуйте пассаты, что такое антипассаты? Где и как возникают муссоны? Какую погоду несут с собой эти ветры?
16. Опишите основные типы воздушных масс, какие преобладают в России и в вашем регионе?
17. Что такое облака, какие разновидности облаков бывают?
18. Как по облакам определять погоду и ее изменения?
19. Опишите понятие климат? Чем климат отличается от погоды?
20. Сформулируйте понятие климатические пояса, каковы причины их формирования?
21. Дайте характеристику основных природных зон России?
22. Опишите в чем выражается взаимосвязь всех оболочек Земли: литосферы, гидросферы, атмосферы?
23. Какие природоохранные меры в России и в мире принимаются по поддержанию глобальной мировой экосистемы?

## **Глава 6. Страны и народы**

### **Цели и задачи главы:**

*Сформировать у учащихся представление об историческом развитии человеческой цивилизации, поэтапном изменении ее структуры и современном состоянии. Охарактеризовать население и народы мира, России, их численность, происхождение и расселение, историю развития и язык, культурные и религиозные традиции и другие характерные особенности. Подчеркнуть особую роль этнографических знаний в системе социально значимых и гуманитарных наук. На примере междисциплинарной интеграции показать, как взаимодополняя другие науки этнографические знания помогают прогнозировать оценку на будущее. Сформировать представление о целостности социо-культурного пространства в обществе.*

### **Рекомендации по самостоятельному изучению главы:**

*После изучения лекционных материалов, постарайтесь самостоятельно охарактеризовать регион или область, в которой вы проживаете (например, Тюменскую область или Западно-Сибирский регион). Для наилучшего закрепления национального и регионального компонента рекомендуется составить опорный план-конспект, включающий в себя общую климато-географическую и ландшафтную характеристику региона, административно-территориальное деление, историю образования, сведения о природных ресурсах и экономическом развитии. Уделите внимание природному достоянию, флоре и фауне, природоохранным территориям и культурно-историческому наследию регионального, государственного и мирового масштаба.*

## 6.1. Население планеты Земля

Согласно некоторым предположениям еще 15 тыс. лет назад на Земле проживало всего 3 млн. человек. В начале нашей эры население планеты увеличилось уже до 250 млн. человек. Еще в древности из союзов племен возникли первые народы, в основном Африки, Азии и Европы. Если за первое тысячелетие нашей эры население выросло на 25 млн. человек, то за второе тысячелетие оно увеличилось до 6 млрд. человек. Только за последние 40 лет население Земли преумножилось в 2 раза. Такой стремительный скачок произошел в основном за счет роста количества жителей в странах Азии, Африки и Латинской Америки. Это объясняется улучшением условий проживания в этих странах и национальными традициями многодетной семьи, развитием экономики и политики.

В современной истории статистический учет населения ведется в большинстве стран мира, во многих государствах регулярные переписи населения проводятся уже длительное время и зафиксированы с конца XVIII в. В настоящее время подсчитано, что численность землян растет в геометрической прогрессии. За последние 300 лет население Земли выросло с 0,6 млрд. в 1700 г. до 1,63 млрд. в 1900 г. и достигло 6 млрд. к 2000 г. В среднем, в мире за 1 секунду рождается 21 человек, 18 умирает, а ежедневный прирост составляет около 250 000 человек.

**Население планеты Земля – около 6,3 – 6,5 млрд. человек.** По разным данным, рубеж численности населения Земли в 7 млрд. будет преодолен приблизительно в 2013-2014 году, а к 2050 году население Земли превысит 9 млрд. человек.

Однако далеко не во всех переписях уделяется надлежащее внимание определению национального (этнического) состава населения, преимущественно определяется его численность и

плотность. Таким образом, исследователи называют разное число народов, живущих на Земле, **от 800 до 2000**.

К 2009 г. было установлено, что около 257 народов мира, насчитывают более 1 млн. человек каждый (в 1961 г. их было 224), и составляют 95,1% всего населения земного шара. А в их числе 54 самых многочисленных народов (т.е. более 10 млн. каждый). Большая часть населения планеты приходится на 20 крупных народов, численность которых превышает 50 млн. человек. К ним в первую очередь относятся китайцы (свыше 1 млрд.), бенгальцы (Западная Индия - 250 млн.), хиндустанцы (Северной Индии - 225 млн.), американцы США (194,2 млн.), бразильцы (более 191 млн.), иранские народы (150 млн.), русские (142 млн.), японцы (130 млн.), мексиканцы (91 млн.), немцы (86 млн.), вьетнамцы (61 млн.), турки (60 млн.), французы (59,4 млн.), итальянцы (54 млн.), англичане (48,5 млн.).

Население планеты размещено неравномерно, что зависит от разных природно-климатических, исторических, экономических и других немаловажных факторов. Больше всего людей проживает на юге и юго-востоке Азии, а также в Западной и Центральной Европе – до 70% населения планеты. А на две страны Китай и Индию, приходится более 1/3 землян.

На политической карте мира насчитывается **193 независимых государства**. Эти государства являются полноценными субъектами международного права. Количество стран превышает количество государств, поскольку понятие «**страна**» на много шире чем понятие государство. Существуют страны, которые не признаются другими государствами как независимые государства (**непризнанные государства**), существуют так же территории с **неопределенным статусом** и **зависимые территории**. Не имея статуса государств, они все же имеют статус стран.

Площадь **Европы** около **10 млн. км<sup>2</sup>**, (из них площадь островов примерно 730 тыс. км<sup>2</sup>). На этой территории расположено **50** независимых государств, большинство из которых являются высокоразвитыми индустриально-аграрными странами. Среди наиболее **крупных стран Европы** – Россия, Германия, Великобритания, Франция, Италия, Украина, Польша. Данная цифра так же включает **6 государств-карликов**: Андорра, Ватикан, Люксембург, Лихтенштейн, Монако, Сан-Марино. Население Европы по данным 2013 г. составляет приблизительно **827,4 млн. человек** или около **11% населения Земли**.

В **Азии**, площадью **44,3 млн. км<sup>2</sup>**, самой большой части света на Земле, и колыбели человеческой цивилизации – расположены **47** стран с населением около **3,3 млрд. человек**. Среди населения Земли более **50%** – **азиаты**, а **каждый пятый – китаец**. В Азии находится Токио – столица Японии, один из крупнейших мегаполисов мира, с населением 12 млн. человек.

В **Африке**, втором по величине материке – **30,3 млн. км<sup>2</sup>**, насчитывается **53** государства, в которых проживает всего **12%** населения земного шара, **748 млн. человек**, преимущественно это **арабские народы**. Самое большое государство – Судан, а самое маленькое – Сейшельские острова. Еще 50 лет назад большая часть Африки находилась под властью европейских держав. В настоящее время страны этого континента добились независимости, но там по-прежнему трудные условия проживания, во многих странах идут гражданские войны, есть беженцы, разруха, болезни, голод и нехватка питьевой воды. Большинству африканских детей с детства приходится работать по 14-16 часов в день за минимальную заработную плату, которой едва хватает на еду и одежду, у них нет постоянного дома, и они не могут учиться в школе. Здесь находится большинство самых бедных стран мира, не

развита промышленность и механизация, крестьяне обрабатывают землю примитивными орудиями труда. Кроме малограмотности населения, одна из основных проблем континента – очень низкая продолжительность жизни, каждый второй житель младше 20 лет.

При этом население Африки считается самым музыкальным – именно африканская музыка легла в основу **джаза, регги, рока и рэпа**. Около 300 лет назад, работая на плантациях в качестве рабов, эти народы сумели сохранить свои традиции.

**Австралия** – государство, занимающее весь остров-материк с одноименным названием. Европейцы открыли эти земли только в начале 17 в. По политическому статусу Австралия, или Австралийский союз (1901 г.) – член содружества наций, возглавляемого Великобританией, и получивший независимость только в 1931 г. На площади **7,7 млн. км<sup>2</sup>**, расселено **19,2 млн. человек**. Однако на континенте-государстве единый официальный язык – английский и денежная единица австралийский доллар. Австралия – многонациональная страна, большинство населения в городах преимущественно потомки и переселенцы из Европы (англичан, шотландцев, ирландцев – многих доставили в качестве каторжников, так как здесь было место ссылки английских преступников до середины 19в.), а в центральной и тропической части – коренные жители **аборигены**. Аборигены живут племенами и родовыми кланами, они никогда не занимались сельским хозяйством и вели кочевой образ жизни. Их культура насчитывает не менее 30 тысяч лет. Многие не имеют образования и продолжительность жизни аборигенов примерно на 20 лет меньше. Государственное гражданство аборигены Австралии получили лишь в 1967 г., и сейчас их менее 1% от всего населения континента. При этом во всем мире возрастает интерес к полупервобытной и

неповторимой культуре и традициям аборигенов, она уникальна и эндемична, как неповторимый мир живой природы Австралии.

Вместе с Австралией принято считать **Океанию** – обширный регион в Тихом океане, занимающий группу многочисленных островов, от экваториальных вод до южных морей Антарктиды. На этих островах расположено множество мелких стран, но среди всей Океании Австралия занимает 90% площади. На долю Новой Гвинеи и Новой Зеландии – одних из крупнейших островов в мире, и Тасмании – приходится 10%. Этнографы и многие исследователи до сих пор точно не знают происхождение всех народов Океании, предположительно это народы из Юго-Восточной Азии, чуть позже этих берегов достигли южноамериканские индейцы.

Между островами Океании – **Тонга и Самоа – пролегает линия перемены дат**. Крупнейшие объединения островов имеют свои названия и статус, или принадлежат другим государствам. Например, здесь находятся острова Фиджи, Соломоновы острова, Папуа-Новая Гвинея, острова Кука (Нов.Зел.), Федеративные штаты Микронезии, Северные Марианские острова (США), Маршалловы острова, Французская Полинезия и Новая Каледония (Фр.), и др. Между Австралией и юго-восточной частью Евразии расположены Индонезия и Филиппины.

Площадь всех островов и государств Океании – всего около **0,8-1 млн. км<sup>2</sup>**, а население около **13 млн. человек**. Самое маленькое государство – **Наупу, 21 км<sup>2</sup>**.

**Индонезия** уникальна – занимает **13 тыс. островов**, из них только 6 тыс. обитаемы, **На 1,9 млн. км<sup>2</sup> расселилось 210,5 млн. человек**, что больше населения России в 1,5 раза. А столица г. Джакарта около 8,3 млн. человек – один из крупнейших городов. Уникально и то, что на островах Ява, Калимантан, Суматра, Сулавеси, Новая Гвинея и др., расположено более **400 вулканов**,

их них более **100 действующие**. Жизнь народов напрямую зависит от океана, тропического климата и вулканической деятельности, сформировавшей ландшафт. Одна из древних традиций индонезийского народа – расписывать ткань особым способом, наносится воск, и ткань опускается в краску, затем все счищается и наносится новый слой, и так несколько раз, называется **батик**.

**Северная Америка** – третий по величине материк с площадью **23,5 млн. км<sup>2</sup>**, весь в Северном полушарии и дальше всех материков простирающийся за Полярный круг. Его населяет **416 млн. чел.** (до 471 млн. с мигрантами) в **23 странах**. Среди них крупнейшие **США** – Соединенные Штаты Америки, которые состоят из 50 штатов и 1 провинции. Каждый штат отмечен звездой на Американском государственном флаге. **Канада**, имеет 10 провинций и 2 государственных языка – английский и французский. На территории континента **более 10 крупнейших городов мира**. Большинство североамериканцев являются потомками переселенцев из Европы, однако многие народы имеют африканское (так как до 1865 г. в Америке существовало рабство) или туземное (индейцы – коренные жители континента) происхождение. **Самая длинная граница между государствами это граница США – Канада, 6416 км.** Канада больше по площади, а США больше по населению. В Канаде преобладают арктические территории и тундра, холодные леса, поэтому 80% населения сосредоточено в зоне шириной около 300 км вблизи южной границы с США. Эти страны имеют развитую промышленность и богатые минеральные ресурсы. США наиболее существенно влияют на политику и экономику мира.

Соединенные Штаты купили у России Аляску (ныне штат) в 1865 г. за 7,2 млн. долларов. Поскольку большая часть территории – холодная каменистая пустыня, в те времена многие считали, что это



пустая трата денег. Однако Аляска оказалась богатейшей на полезные ископаемые – особенно нефть и золото.

На северных территориях материка проживают **эскимосы**, которые могут зимовать в домиках из снега, расположенных даже на льдах, они охотятся на крупных морских млекопитающих в одиночку. Эскимосы передвигаются преимущественно на собачьих упряжках далеко за пределы континента, и могут длительно автономно существовать в ледяной пустыне. Сейчас у них есть связь и охотничьи ружья, но до сих пор они охотятся древними способами – используя гарпуны, копья, ловушки.

**Индейцы** – общее название [коренного населения Америки](#) (за исключением [эскимосов](#) и [алеутов](#)), возникшее от ошибочного представления первых европейских мореплавателей считавших открытые ими земли [Индией](#). По антропологическому типу индейцы принадлежат к [американоидной расе](#). Многие племена индейцев (**гуроны, магикане, ирокезы, апачи** и др.), оказались практически истреблены. Индейцы были преимущественно кочевыми народами-охотниками, земледелием занимались в меньшей степени. Однако, народы мира переняли от них возделывание кукурузы (маиса), картофеля, томата, подсолнечника, маниока, какао, хлопчатника, табака, перца, фасоли, арахиса, агавы, бобовых, кабачков и других культур. Индейцы Северной и Южной Америки имели глубокие шаманские традиции, обладали своим уникальным языком, культурой, разновидностями костюма и отличительных знаков, традиции в целом указывали на очень близкую связь всех индейских племен с окружающей природой. Индейцы равнин одевались в шкуры **бизона**, которых на равнинах жило до 25 млн. особей, а осталось около 30 тысяч. Индейские племена передавали информацию в виде особых знаков и рисунков. Приблизительная численность индейцев в Америке на начало XXI века около 75 млн.

чел. Ныне существует около 1 тысячи индейских народов, а в конце XV века было около 2200.

Но самый большой город континента и один из самых крупных городов мира – это Мехико, столица Мексики – более 15 млн. чел. Мексиканцы знамениты своим **родео** – мастерство в езде верхом и ловле арканом быка. Удивительно, что при объезде быка всадники должны продержаться на диком животном всего 8 секунд.

Если в США в штате Теннесси родилась музыка **кантри**, то в Мексике ничто не сравнится с **музыкой мариачи** на мексиканских гитарах, особой кухней, древней **ольмекской цивилизацией** и народом **майя**, строившим города и пирамиды-храмы на полуострове Юкатан. Большой храм расположен в древнем городе Тикаль, в Гватемале. Этот город построен между 75 и 900 годами нашей эры, а затем по таинственной причине покинут всеми жителями. На островах Кубы распространены знаменитые **кубинские танцы**, многие народы играют на барабанах – очень своеобразная и красивая ударная музыка. Все народы Карибского бассейна и Мексиканского залива превосходно плавают и ныряют, а в современное время развит аквалангистский спорт – **дайвинг**, также как и в Океании и Австралии, Индийском и Красном морях.

Мексика и Центральная Америка образуют естественный мост между Соединенными штатами и Южной Америкой. В самом узком месте эта полоска земли шириной всего 80 км, и разделена **Панамским каналом**, который соединяет два природно разделенных океана – Тихий и Атлантический, и теперь этот канал разъединяет два ранее соединенных Панамским перешейком континента – Северную и Южную Америку.

В **Южной Америке** на площади в **18,6 млн. км<sup>2</sup> – 401 млн. человек**, проживающих в **32** странах мира, среди которых только 12 полностью независимые. Когда 500 лет назад мореплаватель Педру

Алвариш Кабрал достиг этих земель в центральной части, он объявил их собственностью Португалии, поэтому Бразилия – самая большая страна континента – единственная страна в Южной Америке, где говорят по-португальски. Но первыми европейцами, ступившими в Центральную и Южную Америку, были испанцы, завоевавшие в 1519 г. Мексику, а затем колонизировавшие и другие страны. Этим испанцев называют **конкистадоры**. Поскольку и испанцы, и португальцы имеют родственные по происхождению языки, которые происходят от латинского – эту часть мира называют еще **Латинской Америкой**, а страны – **латиноамериканскими**.

Индейцы Южной Америки произошли от народов, населявших территории Северной Америки, они тысячи лет приспосабливались к новым условиям среды, мигрировав на материк по суше. Их отличительные черты, нечувствительность к боли, например у племен центральной части, и к холоду у индейцев Огненной Земли – южная и почти приполярная часть континента. Особый интерес представляют **ацтеки**, строившие пирамиды и террасы высоко в горах и мосты вдоль отвесных скал в Андах – одном из крупнейших по протяженности горных массивов мира.

Трудно подсчитать, сколько в мире национальностей, традиций и языков, и как они изменяются в настоящее время, поскольку скорость современных изменений в сотни раз превышает скорость таковых в древние времена. Но все люди мира должны стремиться жить в соответствии с моральными, этическими, духовными и нравственными, культурными и историческими ценностями и принципами, заботясь о каждом человеке, каждом народе, его культуре, знаниях и достижениях, его развитии и многом другом, **мы – единая на Земле человеческая цивилизация**.

В социально-экономических, военно-политических, и прочих государственно важных целях, страны могут объединяться в различные группы, союзы и т.д. Крупнейшими из таковых являются:

- Европейский Союз (**ЕС**), на сегодняшний день входит 27 стран. Евросоюз был основан в 1957 году шестью государствами (Франция, Италия, Германия, Бельгия, Нидерланды, Люксембург) и прошел несколько этапов расширения.

- **НАТО** – Организация Североатлантического договора (Североатлантический альянс) была основана 12 государствами в апреле 1949 г. в формате «трансатлантического форума» для совместного обеспечения безопасности и проведения консультаций по жизненно важным вопросам. Ныне в НАТО входит 26 стран.

- После распада крупнейшего по площади государства на Земле – СССР (до 1991 г. в его состав входили 15 Союзных республик), на карте мира появились новые, вскоре образовавшие **СНГ** (Содружество Независимых Государств), в него входит 12 стран: Азербайджан, Армения, Белоруссия, Грузия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Россия, Таджикистан, Туркменистан (участвует в качестве «ассоциированного члена»), Узбекистан, Украина (Украина юридически не является членом СНГ, так как она не ратифицировала устав этой организации, хотя и относится к государствам-учредителям и государствам-участникам СНГ).

Есть и другие Международные объединения стран, играющие существенную роль в построении общемировой геополитики и глобальной экономики, например – ОПЕК, БРИК, АСЕАН и др.

## 6.2. Наша страна – Россия

**Россия** – самое большое по площади государство на Земле – **17 075 383 км<sup>2</sup>**, расположенное преимущественно в центральной, средней и северо-восточной части материка Евразия, в двух частях

света – на **1/3 в Европе** и на **2/3 в Азии**. Второе место по занимаемой страной площади принадлежит Канаде – 9 967 185 км<sup>2</sup>, а третье – Китай – 9 583 000 км<sup>2</sup>.

Россия протянулась с запада на восток более чем на **10 000 км**, от Калининградской области до Чукотского полуострова. Протяженность российской границы составляет **62 269 км**, что в **1,5 раза длиннее экватора** – самой длинной параллели. По суше и воде Россия **граничит с 16-ю государствами**, расположенными в Европе, Азии и Северной Америке: Норвегией, Финляндией, Эстонией, Латвией, Литвой, Польшей, Беларусью, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, КНР, Монголией, КНДР, Японией и США, а также частично признанными Республикой Абхазией и Южной Осетией.

Ее территория расположена в **11 часовых поясах**. Берега государства омывают **13 морей** и воды **2-х океанов** – с севера Северного ледовитого океана и с и востока Тихого океана, на юге – Каспийское море и Черное море, через которое **Россия имеет выход в Средиземное море и Атлантический океан**. Территория нашей страны исключительно разнообразна по рельефу местности, климату, водным, лесным, природно-минеральным ресурсам. Наша Родина имеет более чем тысячелетнее богатейшее культурно-историческое наследие.

Россия – демократическое федеративное правовое государство с республиканской формой правления. Конституция, принята на всенародном референдуме 12 декабря 1993 г.

Российская Федерация – Президентская республика. Государственную власть в России осуществляют Президент РФ, двухпалатный парламент – Федеральное Собрание, Правительство РФ и суды РФ. Высшим органом представительной и законодательной власти РФ является парламент – Федеральное

Собрание, состоящее из двух палат: нижней – Государственной Думы и верхней – Совета Федерации.

По административно-территориальному делению Россия состоит из **83 субъектов Федерации** – республик, краев, областей, городов федерального подчинения, автономных округов. Согласно Конституции РФ все субъекты Федерации равноправны. В то же время Конституция РФ фиксирует и некоторые различия в правовом положении субъектов Федерации. Так, республики в составе РФ имеют собственные Конституции, а все прочие субъекты Федерации – уставы. Республикам в составе России предоставлено право устанавливать свои государственные языки, которые в государственных учреждениях республик употребляются наряду с русским языком.

МОСКВА – столица и крупнейший город России с населением более **17,3 млн. человек (7 место в мире)**, после городов Шанхай, Мумбай, Сан-Паулу, Стамбул, Карачи, Дели), но фактически этот показатель больше. Москва и Санкт-Петербург относятся к двум городам с особым статусом – города Федерального значения.

По итогам общенациональной переписи 2010 г., население России составило – **142 905 200** человек, среди которых насчитывается более **160 национальностей**. Россия, таким образом, является наиболее населенной и многонациональной страной и занимает в различные годы **7-9 место** в мире по количеству жителей, после Китая, Индии, США, Индонезии, Бразилии и Пакистана.

По плотности населения Россия занимает **2 место** в мире после США. **Средняя плотность населения** составляет (2010 г.) около **8,36 чел./км<sup>2</sup>**. Но население распределено крайне неравномерно: 78% россиян проживает в европейской части России, которая занимает менее 25% территории государства. Среди

субъектов федерации наибольшая плотность населения зарегистрирована в Москве – более 4626 чел./км<sup>2</sup>, наименьшая – в автономном округе Чукотка, менее 0,07 чел./км<sup>2</sup>.

Доля городского населения составляет около 73%. На 2012 г. 13 городов России имеют население более 1 миллиона человек: Москва 11,6 до 17,3 млн. чел; Санкт-Петербург 4,9; Новосибирск 1,4; Екатеринбург 1,3; Нижний Новгород 1,2; Самара, Казань, Омск, Челябинск более 1,1; Ростов-на-Дону, Уфа, Волгоград, Пермь – 1,0 млн. чел. В городах - «миллионниках» проживает почти **1/5 часть населения России**.

**Россияне** – слово, обозначающее граждан России вне зависимости от их национальности (этнической принадлежности).

Однако только 7 народов имеют численность 1 млн. человек и более – русские, татары, украинцы, башкиры, чувашаи, чеченцы и армяне. В процентном соотношении большую часть населения составляют, конечно, русские – более 80%. Остальной процент составляют – татары 3,8%, украинцы – 3%, чувашаи – 1,2%, белорусы – 0,8%, мордва – 0,7%, немцы и чеченцы – по 0,6%, аварцы, армяне, евреи – по 0,4% и др.

Татары – второй по численности народ России, живущий в Поволжье. Вместе с башкирами татары представляют наиболее многочисленную группировку мусульманских народов, расположенную почти в центре России. Чувашаи – другой тюркский народ, насчитывает около 1,5-2 млн. человек. В Сибири живут алтайцы, хакасы, якуты. На Кавказе – народы абхазо-адыгейской группы: кабардинцы, адыги и черкесы; нехско-дагестанской группы: чеченцы, ингуши, аварцы, лезгины; осетины, относящиеся к иранской группе. А также, в России проживают финно-угорские народы – к ним относятся финны, карелы, саамы и коми на Севере европейской России, марийцы и мордва в Поволжье, ханты и манси,

занимающиеся охотой и оленеводством – в Западной Сибири. На Крайнем Севере живут ненцы, занимающиеся оленеводством. В Восточной Сибири живут эвенки. На Чукотском полуострове - чукчи - оленеводы и рыбаки. К монгольской группе относятся буряты в Сибири и калмыки на Каспии.

Народы России говорят более чем **на 100 языках и диалектах**, принадлежащих к индоевропейской, алтайской и уральской языковым семьям, кавказской и палеоазиатской языковым группам. Среди наиболее распространенных разговорных языков выделяются русский, украинский, белорусский, армянский, осетинский и немецкий (индоевропейская языковая семья), татарский, чувашский и башкирский (алтайская языковая семья), удмуртский, марийский и эрзянский (уральская языковая семья), чеченский, аварский и даргинский (нахско-дагестанские языки), кабардино-черкесский (абхазо-адыгская языковая семья). Русский язык является родным примерно для 130 млн. граждан России (92% населения России).

Русский считается государственным языком Российской Федерации в соответствии со статьей 68 Конституции. Около 1/3 населения страны владеет двумя языками – русским (более 98%) и национальным языком частично или полностью.

Россия – поистине уникальная страна, которая наряду с высокоразвитой современной культурой бережно хранит традиции своей нации, глубоко уходящие корнями не только в православие, но даже в язычество. Россияне продолжают отмечать языческие праздники, верят в многочисленные народные приметы и предания. Христианство подарило русским такие замечательные праздники, как Пасха, Рождество и обряд Крещения, а язычество – Масленицу и Ивана Купалу. Каждый народ стремится к сохранению языка, обычаев и традиций, костюма, традиционных занятий и промыслов.



Большинство этих народов сохранило свое своеобразие и традиционные занятия. **Богатство национальных культур – достояние России.**

Самая маленькая в мире и особая по статусу страна – Ватикан – всего 0,44 км<sup>2</sup>, что в 39 миллионов раз меньше площади России. В Ватикане находится резиденция папы Римского – главы Римско-католической церкви. Поэтому это маленькое государство имеет такое большое культурно-историческое и духовное значение для христиан-католиков, особенно в Европе.

**Христианство** – самая распространенная религия на Земле (около 2,31 млрд. чел., 33% населения Земли по данным на 2011 г.). **Ислам** – вторая по численности последователей мировая религия, общая численность мусульман около 1,58 млрд. человек (23%). **Индуизм** – проповедуют около 0,95 млрд. (14 %), а **буддизм** – в среднем 0,47 млрд. (6,7%) и другие традиционные китайские религии – 0,46 млрд. (6,6%). Приверженцы местных верований – 0,27 млрд. (3,9%). Не религиозные люди составляют около 0,66 млрд. (9,4%), а атеисты — 0,14 млрд. (2%).

Каждая мировая религия имеет сложное и разветвленное строение, теологическую и историческую основу.

Население России относится к различным религиозным конфессиям. Официально зарегистрированными являются: Русская православная церковь, ислам, Римско-католическая церковь, иудаизм, буддизм и др. В 1990-х гг. численность верующих значительно увеличилась. Особенно выросло значение двух основных вероисповеданий – православного христианства и ислама. Россия – светское государство. Религиозные объединения отделены от государства и равны перед законом.

## Крайние точки России

- **Крайняя северная точка России** – мыс Флигели на острове Рудольфа архипелага Земля Франца-Иосифа (81°51' с.ш.).
- **Крайняя восточная точка** – остров Ратманова в Беринговом проливе (западный из двух островов Диомида, 169°0' з.д.).

Крайние северная и восточная материковые точки России:

- мыс Челюскина на полуострове Таймыр (77°43' с.ш.) и
- мыс Дежнёва на Чукотке (169°39' з.д.).

Данные крайние точки одновременно являются и соответствующими крайними точками Евразии.

- **Крайняя южная точка России** (41°11' с.ш.) находится к юго-западу от горы Базардюзю, на границе Дагестана с Азербайджаном.
- **Крайняя западная точка** лежит в Калининградской области под 19°38' в.д., на Балтийской косе Гданьского залива Балтийского моря; но Калининградская область является анклавом, а основная территория России начинается восточнее, под 27°17' в.д., на границе России с Эстонией, на берегу реки Педья.

Таким образом, протяженность территории России с севера на юг превышает 4 000 км, с запада на восток – около 10 000 км.

**Географический центр России** находится на территории Красноярского края, у юго-восточного берега озера Виви.

## 6.3. История развития цивилизаций

Естествознание целесообразно начинать изучать с истории древних цивилизаций, самых начал всех времен и народов. Кто и как собирал сведения о природе, какими были первые изобретения и насколько одни цивилизации отставали или преобладали в развитии над другими.

Как правило, начиная с периода Древнего мира и нашего времени, Египта, Греции и Римской империи, мы можем сказать о

достижениях человечества и основных исторических вехах. Но о периоде неолита (последнем периоде каменного века, после палеолита и мезолита) и периоде древнейшего мира знаем немного, однако, именно там впервые появились основные элементы труда и быта, первые культуры и знания.

*В краткой хронологической летописи все летоисчисления до нашей эры. Даты даны приблизительно к векам.*

Около 12000 лет до н.э. – человек в Азии и в Сибири **приручил собаку**, зародилось **собирательное земледелие**, **орудия труда из камня**, примитивные **рисунки**. Люди заселили Африку, Европу, Азию, Ближний восток.

11000 – изображение людей и животных в скалах Азии. Собаки, как домашние животные распространены уже и на Ближнем Востоке.

10000 – расселение собирателей-охотников на Север, вслед за отступлением ледников. Заселение Британии, Прибалтики, Скандинавии и Альп. Люди через Сибирь попадают в Северную Америку, Аляску. Примитивная первая **керамика в Японии**.

9750 – в Таиланде выращивают **горох, бобы**, болотницу сладкую.

9000 – люди только заселяют колониями Южную Америку, а в **Восточном Средиземноморье постоянное земледелие**. Появление древнейшего города на земле – г. **Иерихон**, около 2 тысяч жителей – существующего в настоящее время (в Пакистане, родина всех религий). В Египте камнями **молотят** пшеницу и крупную муку.

8500 – собиратели Сахары оставляют примитивные, но подробные наскальные **рисунки о жизни и охоте**. Первые попытки земледелия в Андах.

7500 – в горах Западного Ирана появляются **отары овец и коз** (божественные животные). Началось развитие земледелия в Пакистане (г. Мехргарх). Начало возведения **каменных стен Иерихона**.

7000 – в Африканской Сахаре появляется **керамика** из глины и охры, но она не обжигается. В Мексике – **тыква, фасоль, паприка**. В Андах – **картофель** и корнеплоды. В Западную Азию приходит керамика и **ткачество**,

## **медь, скот и свиноводство.**

6500 году – на Востоке повсеместное распространение **сообществ земледельцев и скотоводов**, появляется **керамика в обожженном виде** (г. Гонд-Дар). Возникновение поселений в Чатал-Хююке, 10 тысяч жителей (эпоха неолита) и **первая выплавка меди** из горных пород и россыпного **золота**. На Востоке **одомашнивание рогатого скота**.

6500 – в это же время появилось **земледелие в Европе**, почти на 2500 лет позже, чем в Восточном Средиземноморье. И **гончарство** в Древней Греции и на Балканах. Скотоводство крупного рогатого скота в Африке (Сахара). Начало **земледелия в Южной Америке** в горах Анд.

6000-6500 – в Азии начали выращивать **просо** в долинах Хуанхэ и **рис** в долине Янцзы (Китай).

6000 – земледелие и охота пришли в южную часть Европы. В Африке, в долине реки Нил, появились крестьяне будущего Египта. Первые **оросительные сооружения** в долине рек Тигра и Евфрата. Наскальные рисунки в Центральной Сахаре.

5600 – В Центральной Америке узнали **тыкву и авокадо**. В Ираке появились **орошаемые угодья** (г. Чого-Мами). На юге Месопотамии возникла **Шумерская цивилизация** и г. Эрнду, г. Ур и др.

5000 – В Средиземном море появляются **первые корабли**. В Азии появилось **рыболовство**, и только около 3000 лет до н.э. рыболовство появилось в Японии, где найдены «кухонные кучи» с останками костей и раковин, каменных топоров и разделочных плоскостей. Обнаружен один из древнейших **орнаментов – «дземон»**. В Западной Европе также появились крестьянские сообщества, примерно на 1500 лет позже, чем на Востоке. **Начало обработки меди и золота на Балканах в Европе**, что, примерно, на 2000 лет позже, чем на Ближнем Востоке. В Мексике выращивают **кукурузу**, оставляя огромные запасы.

4500 – в Азии, в бассейне р. Инд, появились **водосберегающие технологии** и приспособления, что способствовало расселению крестьян. В Африке к этому времени уже сложились сельскохозяйственные поселения в

Египте, появление города в Файюме.

4500-3500 – началось **земледелие в Британии и Северной Европе**, почти на 4500 лет позже Азии и Востока. В Европе появились **мегалиты** – гигантские камни-валуны и особые сооружения из них, роль которых до сих пор до конца неизвестна, вероятно, это астрономические сооружения.

4500 – на Востоке расцвет культуры Эль-Обейд, затем ее поглощает шумерская культура из южной Месопотамии (г. Элам) и идет в Средиземноморье.

4000-3600 – на Ближнем Востоке развивается г. Элам и расцвет Месопотамского города – Си, государства Урук. Широко идет **обработка меди на востоке и на юге Восточной Европы**.

4000 – сельское хозяйство вышло за пределы Сахары. Египет расширяется к югу, что подтверждают находки мумий крестьян. В Азии расширяются поселения в долине р. Инд. В Америке одомашнивание **лам и морских свинок** в Андах. Гончарное дело в Амазонии, Колумбии.

3800 – рыбаки плетут **сеть и циновки**, земледелие на побережьях.

3300 – впервые появляются **города, обнесенные стенами** (Египет), и поселения вдоль р. Инд, г. Харапп (Азия). Появление **первой письменности** в Шумерской цивилизации (клинопись, г. Урук). Изобретение **колеса** и **гончарного круга**.

3100-3000 – в Египте появление **иероглифической письменности** и его объединение в Единое царство. А в Европе, и в Греции на острове Крит, начало **Бронзового века**, маслины, виноград, **виноделие**. В Америке Андские культуры осваивают **плот** и **мореплавание**. Керамика в Эквадоре и Колумбии.

2800 до 2350 – в Азии расцвет Шумера, развиваются города: Ур, Урук, Киш. Строились **гробницы** в Уре, а 2650 – в Египте ступенчатая пирамида и в 2584-2465 гг. Великие **пирамиды и сфинкс** в Гизе.

До 2250 – царствует Древний Египет – появляются **боги и религии**.

2500 – селение Хараппа в долине р. Инд стало городом, в нем возникла

своя **письменность**. В Китае при культуре Яньшао появились первые **медные орудия**. Америка узнала **картофель** и американцы (подраса) строят в скалах первые **храмы** – комплексы и ассамблеи.

2500-2000 – Индоевропейцы из степей Евразии заселяют Западную и Центральную Европу. Лошади, **повозки, плуг и городища**.

2350 – необожженная керамика пришла в Мексику тогда, когда в Азии уже плавил мозаику, обжигали керамику и имели медь. А на Востоке Семитский Аккад подчиняет Шумер (2316 г.), к 2200 Аккад разгромлен горцами гутеями.

2300 – начало **бронзового века в Европе**.

С 2200 до 1800 – Индоевропейцы из степей Восточной Европы захватывают материковую Грецию (минш-эллины) и малую Азию (будущие хетты). На острове Крит построены **дворцы** в Кноссе и Фесте.

2150 – начало Египетского Среднего царства, оно подчиняет Нубию (южнее). В Египте изобретаются – **водяные и песочные часы**, появляется суточное время и его исчисления. Завершено строительство «первой очереди» **Стоунхенджа в Англии**.

2000 – в долине р. Инд появляется **бронза**, на 1000 лет позже, чем в Европе. К 2000 году в Перу придуман новый **ткацкий станок**, в котором появляются **галева** – планки, разделяющие долевые нити основы и ручной **челнок** для продергивания поперечных нитей.

1900 – в Малой Азии **начало обработки железа** – новый век, раньше, чем в некоторых регионах Европе на 1000 лет. Образование в Малой Азии индоевропейцами-несийцами из юго-восточной Европы (хетты) Хеттского царства, ставшего могучим.

1800 – сбор и выращивание **подсолнечника** на юго-востоке Северной Америки, **масло отжимают** прессом. 1800 – начало государства Ассирии, распространение **Вавилонской империи** на Месопотамию. 1750 – вторжение гиксосов (союз племен передней Азии), что приводит к концу Среднего царства Египта. А в Китае образуется государство Шан (Инь).

1700 – появляется **алфавит в Финикии**. 1650 – Миноицы в Кноссе (о.

Крит) впервые используют **линейное письмо А**. Арии из степей юго-восточной Европы завоевывают Индию, уничтожают **Индскую цивилизацию**.

1600 – расцвет **Минойской цивилизации** на острове Крит, ее влияние на все Эгейское море. Изобретены – **деньги, водопровод, туалет, винтовые лестницы, бани, подвалы с лабиринтами**. Расцвет легенд о царях и богах, давших начало многим древнегреческим легендам и эпосам. Жуткие катаклизмы при извержении вулкана Сантариона почти уничтожают цивилизацию, после чего появляются новые культуры.

1600 – обнаружены древнейшие **китайские письмена** на гадальных костях и панцирях черепаха в Азии. А в Африке и в Перу только появляется **металлообработка** – на 5000 лет позже Востока и 3500 лет позже Европы.

1600-1400 – начало широко **кукурузоводства** в Перу, на 3500 лет позже, чем в Мексике.

1500 – в Кноссе, о. Крит, **свитки рукописи** (линейное письмо А, В), на 1800 лет позже Шумерской письменности. Активная торговля в Средиземноморье. Выделение из Индоевропейцев славян, германцев, балтов. В Китае основан **Амьен** – столица Шанского Китая.

1400 (1368-1357 гг.) – правление в Египте фараонов Аменхотепа IV (Эхнатона), затем Тутанхамона (1351-1342 гг.) – при котором произошла борьба религий и отмена всех ранних законов. До 1200 постоянные войны в Азии, Сирии, Финикии, образовалась Хеттская держава. Хетты ведут борьбу с египтянами Рамсеса II Великого (1279 -1213 гг.).

К 1200 году Микенская Греция воюет в Малой Азии (г. **Троя**, падение ок. 1260 г.). За 100 лет индоевропейцы разрушили Древнюю Грецию. Тогда как Азия, Ближний Восток, Африка, Европа – воюют, в Центральной Америке происходит зарождение древнейших культур – **ольмеки** на южном побережье мексиканского залива и в Перу (г. Чавин).

**1000** (или 10 век до н.э.) – образование на Ближнем Востоке **Еврейского царства** (города: Саул, Давид, Соломон). А в Андах Южной Америки только началась выплавка **меди** – на 5500 лет позже Востока и на 4000 лет позже Европы. В северной Индии возникают укрепленные поселения (пур) и

государства, начинается распространение **железа**, и пахоты тяжелым плугом – на 1500 лет позже Европы. В Египте династии Рамзесов сменяются эфиопскими., строится много пирамид. **Железо и его обработка** распространяются по всей Европе (ок. 800 г. – Гельштад, Австрия). Индоевропейцы со среднего Дуная заселяют Италию – предки римлян и италиков. В Китае появляются рисованные **географические карты**.

900 – возникает главный культовый центр ольмексов в Ла-Венте.

800 – в Северной Америке древние **Майя, пирамиды** г. Титикаль (Гватемала). В Перу зарождение культуры Чавин (расцвет 450-250 гг.), храм Чавинде-Унтор. В Азии на юг и восток распространяется **индуизм**.

814 г. – Финикийцы основали г. **Карфаген**.

776 г. – **Первые Олимпийские игры**. Ок. 750 г. до н.э. – **Гомер редактирует «Одиссею» и «Илиаду»**, греки заимствовали Финикийский алфавит. 754-753 гг. до н.э. – **основание города Рим**.

700 г. – отчеканены **монеты** в Лидии (Азия), до этого монеты рубили. А в Беринговом проливе появилась **арктическая рыболовецкая культура**. В Северную Африку пришли железные инструменты и оружие.

600 г. – **Вавилонские висячие сады** – чудо света в Азии. В Китае распространяется религия - **даосизм**.

500 – вершина ольмекской цивилизации в Центральной Америке. В долине Оахаки в Мексике развивается центр сапотекской, затем миштекской культуры, появляются первые **мексиканские иероглифы**. В Индии – мощные династии, происходит деление на касты, частично написан великий индийский **эпос «Рамаяна»**. В Китае – впервые появилось литье **чугуна**. В Европе и Азии – идут греко-персидские войны.

Ок. 480 года – **Гиппократ** произвел революцию в медицине.

460 г. – в Персии папирус заменяется на **глиняные таблички**.

450-200 – на Алтае сооружены **Пазырыкские Курганы** и другие могилы **скифов** – скотоводов-кочевников. В Египте развивается **культура Нок** –



изготовление статуэток из терракота, в Нигерии из железа и 450 г. – начинается обработка железа южнее Сахары.

334-326 – В Средиземноморье расширяется **империя Александра Македонского**, дошедшего вплоть до Индии.

Ок. 280 – построен **Колосс Родосский** (о. Родос) и **Александрийский маяк** (о. Фарос, Египет) – чудеса света.

В Индии 269-238 гг. – создание **буддисткой** империи.

В 218 г. – Карфагенский полководец **Ганнибал** перешел Альпы, применив **бурение гор** взрывом и огнем, изобрел **закрытые колесницы**.

Ок. 200 г. Римляне изобретают **бетон**, как прочнейший стройматериал. А в Перу – гигантские **геоглифы** в пустыне Наска (рисунки огромны). В Англии кельты вытесняют коренных бриттов. Написан индийский **эпос «Махабхарата»**.

160 г. – открыты публичные **библиотеки** в Риме. Ок. 140 – знаменитая статуя Венеры Милосской.

136 г. – **Конфуцианство** становится официальной религией Китая.

Ок. 112 г. – открыт **Великий шелковый путь** между Китаем и Западом.

Ок. 100 и до 750 г. н.э – расцвет культуры г. **Теотиуакана** в Мексике.

47 г. – сгорает **Александрийская библиотека**, самая большая.

36 г. – древнейшая датированная стела на территории Америки (надгробная плита в Чаяпа-де-Корсо).

5 г. до н.э – Страбон составляет **всемирную «Географию»**.

Начиная с VIII века до н.э – развивается высокая культура Греческой цивилизации и городов средиземноморского побережья и Ближнего Востока. В это время несравненной высоты достигает развитие философии и риторики, а затем и таких направлений как математика, геометрия, механика, строительство, медицина, и

естествознание – как система знаний о природе. Основаны научные школы, а философами-математиками и естествоиспытателями заложены концептуальные основы первых научных программ.

Демокрит, Птолемей, Аристотель и многие другие заложили основы будущей физики и астрономии, химии и биологии, географии и природопользования. Активно ведутся астрономические наблюдения и описаны все видимые небесные тела, некоторые принципы небесного вращения планет, звезд и Солнечной системы, многие другие явления природы. Исчисляются размеры и форма Земли, появляются различные приборы для измерений, вводятся первые понятия о широте и долготе, основы картографии и геологии. Заложены понятия о веществе и материи, времени и пространстве, от структуры вселенной до человеческого тела. Особое развитие приобретает декоративно-прикладное искусство: живопись, мозаика, лепка, скульптура, высоко ценится ораторское искусство, театр и музыка. Развивается военное дело и военно-технические изобретения, а затем наступает расцвет Римской цивилизации, которая с 510 г. до н.э. становится Римской республикой (позже Империей), и до I века нашей эры оказывает глобальное и неоспоримое влияние на развитие большинства цивилизаций и народов, их научные, технические, культурные достижения, традиции, династии, границы и экономику, религию.

### **Резюме**

Естествознание – в настоящее время широчайшая научная отрасль и глубоко интегрированная дисциплина, включающая в себя совокупность научных знаний о природе и явлениях, происходящих в ней, о законах и закономерностях, по которым развивается все, известное на данный момент, мироздание. Естествознание опирается на фундаментальные исследования, сведения как естественнонаучных, так и прикладных дисциплин.

Базовые основы естествознания – это законы физики и астрономии, математики, химии, биологии, географии, истории, экологии, экономики, этнографии и многих других наук, связанные между собой глубокими историко-культурными процессами, научно-методическими и методологическими закономерностями.

Наша планета – это маленькая часть глобальной Вселенной, которая развивается миллиарды лет и воздействует на все свои тела от микрочастиц до галактик, а вместе с ней постепенно эволюционирует и изменяется ее творение – Земля. Известно, что космические и земные тела живой и неживой природы имеют общие физические свойства, общие химические простые и сложные вещества в своем составе; биологические объекты всех царств обладают общими признаками и закономерностями развития. Тела Вселенной подчиняются единым законам природы, многие из которых изучены, другие требуют детального рассмотрения и изучения, и вероятно, есть множество законов, о которых мы еще не знаем, так же, как не в состоянии абсолютно точно знать что там, за пределами нашей планеты. Большинство явлений природы можно зафиксировать и измерить, установить объем, массу, форму и другие свойства.

Современная наука заглянула в глубины запредельно дальнего космоса, в термоядерное сердце Солнца, но мы все чаще забываем, как строился мир, который мы видим вокруг себя. Сколько тысячелетий понадобилось человечеству, чтобы приручить животных, построить жилище, изобрести колесо, плуг, часы, календарь, а главное – сколько труда нужно было вложить в то, чтоб сохранять, преумножать и передавать полученные знания и опыт нам, людям современной цивилизации. И как мы обойдемся с этими знаниями – сможем ли мы, в случае необходимости, без компьютеров, приборов и оборудования, без информации, книг,

средств связи и инструментов построить свой Ноев ковчег и выжить один на один с Великими силами природы.

Естествознание – как наблюдения и размышления о природе и ее явлениях – появилось еще на заре цивилизаций, гораздо раньше других наук. Тысячи лет все, что человек не мог объяснить, он относил к Божественному творению, но это не останавливало людей в своих мыслях, идеях и изобретательности, «в знании – сила», старо, как Мир. Обладающий знанием, передающий знание и опыт его применения своим потомкам, шел гораздо быстрее по пути социально-исторического развития, обеспечивая расцвет величайших цивилизаций.

Сила не только в знании, но и в опыте его применения. Важное умение – передать потомкам и знания и этот опыт. Другой философский вопрос – обладать набором знаний мало, важно, чтобы человек что-то сделал для общества, иначе теряется смысл обладания знаниями.

### **Вопросы для самопроверки:**

11. Охарактеризуйте историческое и современное состояние общей численности населения земного шара и особенностей его регионального распределения?
12. В чем заключается отличие народонаселения Европы и Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии?
13. Опишите исторические примеры массового вымирания или истребления коренных народов, в чем причины и следствия?
14. Изучив хронологию развития человеческого общества приведите примеры первых крупных цивилизаций, какое значение имело их культурно-историческое наследие для развития новых цивилизаций, народов, культур?
15. Дайте общую характеристику России и ее народонаселению, как крупнейшему государству мира?

16. Выделите отличительные особенности России, ее крупнейшие исторические и современные национальные достояния?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Естествознание – как наблюдения и размышления о природе и ее явлениях – появилось еще на заре цивилизаций, гораздо раньше других наук. Естествознание в настоящее время – это широчайшая научная отрасль и глубоко интегрированная дисциплина, включающая в себя совокупность научных знаний о природе и явлениях, происходящих в ней, о законах и закономерностях, по которым развивается все, известное на данный момент, мироздание. Естествознание опирается на фундаментальные исследования, сведения как естественнонаучных, так и прикладных дисциплин. Базовые основы естествознания – это законы физики и астрономии, математики, химии, биологии, географии, истории, экологии, экономики, этнографии и многих других наук, связанные между собой глубокими историко-культурными процессами, научно-методическими и методологическими закономерностями.

Наша планета – это маленькая часть глобальной Вселенной, которая развивается миллиарды лет и воздействует на все свои тела от микрочастиц до галактик, а вместе с ней постепенно эволюционирует и изменяется ее творение – Земля. Известно, что космические и земные тела живой и неживой природы имеют общие физические свойства, общие химические простые и сложные вещества в своем составе; биологические объекты всех царств обладают общими признаками и закономерностями развития. Тела Вселенной подчиняются единым законам природы, многие из которых изучены, другие требуют детального рассмотрения и изучения, и вероятно, есть множество законов, о которых мы еще не знаем, так же, как не в состоянии абсолютно точно знать что там, за пределами нашей планеты.

## ГЛОССАРИЙ

**Абиссальные равнины** – ровное дно океанов, на глубине ок. 5 км.

**Амфидромическая точка** – в ней амплитуда прилива равна нулю.

**Апвеллинг** – подъем глубинных вод океана к поверхности.

**Астеносфера** – верхний пластичный слой верхней мантии Земли называемый также **слой Гутенберга**.

**Афелий** – точка максимального удаления Земли от Солнца при движении по орбите, 152 млн. км, 5 июля.

**Афтершоки** – толчки, убывающей силы, после сильного толчка.

**Бентос** – организмы, проживающие на дне.

**Биогенные горные породы** – осадочные породы из останков умерших животных и растений.

**Геоид** или **эллипсоид вращения** – геометрическая форма, используемая для описания поверхности Земли.

**Гидробионты** – водные организмы (**нектон** и **планктон**)

**Гидрофиты** – растения, погруженные в воду только нижней частью и обычно укореняющиеся в грунте, и **гидатофиты** – полностью погружены в воду, а иногда плавающие на поверхности или имеющие плавающие листья.

**Граница Мохоровичича** – слой, разделяющий кору и мантию.

**Гумус** – перегной, органическое вещество, накапливаемое в верхнем почвенном слое и определяющее ее плодородие.

**Диссипация** – утечка частиц разряженного газа из экзосферы в межпланетное пространство.

**Изосейсты** – линии, соединяющие пункты с одинаковой интенсивностью колебаний земной коры при землетрясениях.

**Кларковое число** – числа, выражающие среднее содержание

химических элементов в земной коре, или других системах, по отношению к общей массе этой системы.

**Коллизия** – столкновение континентальных плит.

**Конвекция в астеносфере** – циркуляционные движения вязкой магмы с переносом тепла от ядра Земли к поверхности.

**Линия Кармана** – область баллистического полета, управлять которым можно используя лишь реактивные силы, выше 100 км.

**Магнитуда** – условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением.

**Метагалактика** – изученная часть Вселенной со всеми находящимися в ней объектами.

**Минералы** – химические соединения, часто образующие кристаллы правильной формы и разнообразной огранки

**Нейстон** – организмы, располагающиеся на поверхности воды.

**Плейстон** – организмы, часть тела которых находится над поверхностью воды, а другая – в воде.

**Нейтросфера** и **ионосфера** – самые высокие слои в атмосфере выделенные на основании электрических свойств, и **экзосфера** (верхняя, граничащая с космосом).

**Облако Оорта** – сферическое образование из миллиардов астероидных и ледяных тел на расстоянии 100000 а.е. от Солнца, его пограничные области уже не принадлежат Солнечной системе.

**Пелагиаль** – толща океанических или морских вод.

**Перигелий** – точка максимального приближения Земли к Солнцу при орбитальном обращении, 147 млн. км, 3 января.

**Плейстосейстовая** область – вокруг эпицентра землетрясения, где происходят наибольшие разрушения

**Поверхность Конрада** – условная граница, разделяющая гранитный и базальтовый слои земной коры.



**Пояс Койпера** (Эджворта-Койпера) – условная граница Солнечной системы, на расстоянии от 30 до 55 а.е. от Солнца.

**Рассеянный диск**, динамически активная область преимущественно из астероидов за орбитой Нептуна.

**Регрессия** – поднятие участка коры и отступление уровня моря.

**Рифтинг** – раскол литосферных плит.

**Сила Кориолиса** – сила отклоняющая течения вод, вызванная вращением Земли (в Север. полушарии - вправо, а в Южном влево).

**Слой Голицына** – слой на глубине около 670 км разделяет верхнюю мантию и нижнюю мантию, изменяет сейсмволны.

**Спрединг** – растекание морского дна, раздвижение плит.

**Срединно-океанические хребты – (СОХ)** линейные поднятия на глубине океана 1-2 км, связанные в единую сеть.

**Субдукция** – подвижка коры под другие слои коры или плиты.

**Трансгрессия** - опускание земной коры ниже уровня моря

**Транснептуновые объекты (ТНО)** – объекты пояса Койпера, рассеянного диска и облака Оорта, относятся к малым телам.

**Триангуляция** – метод измерения земной поверхности и ее рельефа основанный на разбивке местности на треугольники.

**Уровенная поверхность** – поверхность, всюду перпендикулярная отвесным линиям, направленным к центру Земли.

**Уровень моря** – положение свободной поверхности Мирового океана, определяется законом тяготения, моментом вращения Земли, температурой, приливами и другими факторами.

**Форшоки** – толчки, предшествующие сильному землетрясению.

**Футшток** – уровнемер в виде рейки (бруса) с делениями, для наблюдения и определения уровня воды в море, реке или озере.

**Шельф** – подводная крайняя часть континента с малыми глубинами, переходящая в континентальный склон, затем он плавно переходит в абиссальную равнину.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

### Тесты для самоконтроля

- Первый глобус в 1492 году создал:  
A) Тарагай. C) Бехайм.  
B) Эратосфен. D) Армстронг
- Часть земной поверхности, которую мы видим вокруг на открытом месте:  
A) Полюс. C) Местность.  
B) Горизонт. D) Рельеф.
- Угол между направлением на север и на определенный предмет местности.  
A) Компас. C) Ориентир.  
B) Полюс. D) Азимут.
- Азимут может меняться от:  
A)  $0^\circ - 180^\circ$ . C)  $0^\circ - 300^\circ$ .  
B)  $0^\circ - 360^\circ$ . D)  $90^\circ - 270^\circ$ .
- Признак, не относящийся к понятию «географический план»:  
A) Имеет крупный масштаб. C) Составляется для небольших участков местности.  
B) Имеет градусную сеть. D) Является подробным изображением местности.
- Мера, показывающая, во сколько раз расстояние на местности уменьшено на карте или плане местности?  
A) Азимут. C) Масштаб.  
B) Пропорция. D) Съёмка.
- Самый крупный масштаб:  
A) 1:100000. C) 1:10000.  
B) 1:350000. D) 1:25000.
- Чертеж небольшого участка земной поверхности, сделанный в определенном масштабе:  
A) План. C) Аэрофотосъёмка.  
B) Карта. D) Космический снимок.
- Линии, соединяющие точки с одинаковой высотой:  
A) Абсолютная высота. C) Относительная высота.  
B) Бергштрих. D) Горизонтали.
- Черточки на горизонталях, указывающие направление ската.  
A) Широта. C) Балка.  
B) Долгота. D) Бергштрих.
- Длина дуги меридиана в  $1^\circ$ :  
A) 1000 км. C) 111 км.  
B) 1110 км. D) 11100 км.
- Как называются линии, параллельные экватору?  
A) Меридиан. C) Экватор.  
B) Параллели. D) Горизонтали.
- Параллель, находящаяся на одинаковом расстоянии полюсов:  
A) Северный полярный круг. C) Южный полярный круг.  
B) Экватор. D) Южный/Северный тропик.
- Географические координаты - это:  
A) Параллели, меридианы. C) Широта, долгота.  
B) Градусная сетка. D) Горизонтали.
- Длина экватора:

- A) 30000 км.  
B) 40000 км.
16. Географическая долгота:  
A) Измеряется от экватора от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ .  
B) Измеряется от экватора от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .
17. Что расположено на координатах  $0^\circ$  широты и  $0^\circ$  долготы?  
A) Африка.  
B) Атлантический океан.
18. Расстояние какой-либо точки земной поверхности от начального меридиана, выраженное в градусах:  
A) Географическая долгота.  
B) Азимут.
19. Географическая широта Южного полюса:  
A)  $66,5^\circ$  с. ш.  
B)  $23,5^\circ$  ю. ш.
20. Расстояние какой-либо точки на земной поверхности от экватора, выраженное в градусах:  
A) Географические координаты.  
B) Географическая долгота.
21. Сильно уменьшенные изображения больших частей земной поверхности на плоскости, географические объекты которых переданы условными знаками:  
A) План.  
B) Географическая карта.
22. Какое из следующих утверждений является верным:  
A) Географическая карта точно передает положение на земной поверхности объектов, но не их свойств.  
B) С уменьшением масштаба карты увеличивается подробность изображения объектов.
23. По содержанию карты делятся на:  
A) Общегеографические, топографические.  
B) Тематические, полиграфические.
24. На какой карте рельеф земной поверхности изображается горизонталями:  
A) Физической.  
B) Топографической.
25. В каком состоянии находятся горные породы в нижней части мантии?  
A) В жидком.  
B) В твердом.
26. Толщина земной коры больше:  
A) Под океанами.  
B) Под равнинами.
27. Крупный блок земной коры - это:  
A) Материк.
- C) 400000 км.  
D) 10000 км.
- C) Измеряется от начального меридиана от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .  
D) Измеряется от начального меридиана от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .
- C) Индийский океан.  
D) Географический полюс.
- C) Географические координаты.  
D) Географическая широта.
- C)  $90^\circ$  ю.ш.  
D)  $0^\circ$  ш.
- C) Географическая широта.  
D) Азимут
- C) Аэрофотосъемка.  
D) Космическая съемка.
- C) На карте показана поверхность Земли полностью или отдельных ее частей в крупных масштабах.  
D) Кривизна Земли не позволяет производить на карте точные измерения расстояний и площадей.
- C) Климатические, тематические.  
D) Общегеографические, тематические.
- C) Тектонической.  
D) Геологической.
- C) Мягком.  
D) Расплавленном.
- C) Под горами.  
D) Под платформами.
- C) Равнина.

- В) Платформа. D) Литосферная плита.
28. Вещества, одинаковые по составу, строению, составляющие горные породы:  
А) Минералы. C) Полезные ископаемые.  
В) Почва. D) Перегной.
29. Осадочная горная порода обломочного происхождения:  
А) Песок. C) Мрамор.  
В) Гранит. D) Известняк.
30. Осадочная горная порода (горючая) органического происхождения:  
А) Известняк. C) Песок.  
В) Мрамор. D) Торф.
31. Какие из перечисленных пород относятся к магматическим?  
А) Базальт и гранит. C) Торф и каменный уголь.  
В) Мел и соль. D) Мрамор и кварцит.
32. Горные породы, измененные в условиях давления и высокой температуры?  
А) Земная кора. C) Метаморфические породы.  
В) Мантия. D) Магматические породы.
33. Виды движения земной коры:  
А) Медленное поднятие/опускание. C) Горообразование.  
В) Землетрясения. D) Все вышеперечисленные.
34. Место на поверхности Земли, расположенное над очагом землетрясения:  
А) Кратер. C) Вулкан.  
В) Эпицентр. D) Гейзер.
35. Силу землетрясения измеряют по Международной \_\_\_ балльной шкале:  
А) 3. C) 7.  
В) 5. D) 12.
36. Большинство вулканов расположены на побережье океанов:  
А) Тихого. C) Индийского.  
В) Атлантического. D) Северного Ледовитого.
37. Горячий источник, периодически действующий в виде фонтана:  
А) Родник. C) Гейзер.  
В) Источник. D) Скважина.
38. Горы, располагающиеся в ряд на сотни километров:  
А) Высокие горы. C) Горная страна.  
В) Средние горы. D) Горный хребет.
39. Высоко приподнятые над уровнем моря обширные участки земной поверхности, характеризующиеся резкими колебаниями высот:  
А) Холмистая равнина. C) Ущелье.  
В) Горы. D) Возвышенность.
40. Понижение между двумя горными хребтами:  
А) Горная долина. C) перевал.  
В) Впадина. D) Ложе.
41. Какое выветривание происходит под воздействием воды и воздуха?  
А) Физическое. C) Органическое.  
В) Химическое. D) Осадочное.
42. Обширные территории ровной или холмистой поверхности Земли, отдельные участки которой различаются по высоте:  
А) Равнины. C) Долины.  
В) Котловины. D) Впадины.
43. Плоскогорьями называют равнины, лежащие на высоте ... над уровнем моря.  
А) Менее 100 м. C) Не более 200 м.  
В) 100-200 м. D) 200-500 м.



60. Выпавшая влага непосредственно из воздуха - это...
- A) Иней, роса. C) Роса, снег.  
B) *Дождь, снег.* D) Изморозь, град.
61. Движение воздуха в горизонтальном направлении из мест высокого давления к местам низкого давления:
- A) Воздушные массы. C) Местные ветры.  
B) Ветер. D) Амплитуда.
62. Ветры, которые меняют свое направление 2 раза в год:
- A) Муссон. C) Пассаты.  
B) Бриз. D) Западные ветры.
63. Ветер, дважды меняющий направление в течение суток на берегу моря:
- A) Муссон. C) Пассаты.  
B) Бриз. D) Северо-восточные ветры.
64. Состояние нижней атмосферы в данном месте за короткий период времени:
- A) Климат. C) Погода.  
B) Воздушная масса. D) Местные ветры.
65. Большие участки тропосферы, отличающиеся друг от друга температурой, влажностью, прозрачностью, называют:
- A) Климатом. C) Погодой.  
B) Воздушными массами. D) Влажностью.
66. Какая из перечисленных воздушных масс не существует:
- A) Арктический воздух. C) Тропический воздух.  
B) Воздух умеренных широт. D) Пустынный воздух.
67. Самый длинный день и ночь в северном полушарии:
- A) *22 июня, 22 декабря.* C) 2 января, 2 июля  
B) 23 сентября, 21 июня D) 21 марта.
68. Момент, когда Солнце находится в зените на Северном Тропике:
- A) летнего солнцестояния. C) весеннего равноденствия.  
B) зимнего солнцестояния. D) осеннего равноденствия.
69. Положение Земли, когда день равен ночи на всех широтах:
- A) Солнцестояние. C) Зенит.  
B) Полярный день. D) *Равноденствие.*
70. Определите основную причину смены времен года.
- A) *Наклон земной оси к плоскости орбиты.* C) Притяжения в Галактике.  
B) Влияние орбиты Луны. D) Изменение расстояний между Землей и Солнцем.
71. Параллель, южнее которой не бывает полярной ночи или полярного дня (в северном полушарии):
- A) Северный тропик. C) *Северный полярный круг.*  
B) Южный тропик. D) Южный полярный круг.
72. Пояс солнечной освещенности, получающий наибольшее количество тепла:
- A) Северный умеренный. C) Южный полярный.  
B) Жаркий. D) Тропический.
73. Широта Северного тропика:
- A) 66,5° с. ш. C) 23,5° с. ш.  
B) 66,5° ю. ш. D) 23,5° ю. ш.
74. Широта Северного полярного круга:
- A) 23,5° с. ш. C) 66,5° с. ш.  
B) 23,9° ю. ш. D) 66,5° ю. ш.
75. Какой природной зоне свойственны черноземы?
- A) Саванны. C) Экваториальным лесам.

- В) Степи. D) Субтропическим лесам.
76. Многолетний средний режим погоды в данной местности:  
A) *Климат.* C) Атмосфера.  
B) Прогноз. D) Облачность.
77. Какой из природных факторов не влияет на климат?  
A) *Геологический возраст пород.* C) Близость морей и океанов.  
B) Географическая широта. D) Рельеф.
78. В местах, удаленных от океанов, осадков выпадает мало, зима холодная, лето жаркое, большая суточная и годовая амплитуда. Это климат:  
A) Умеренный. C) Морской.  
B) *Континентальный.* D) Сухой.
79. Запасы пресных вод на суше возобновляются благодаря:  
A) *Круговороту.* C) Океаническим течениям.  
B) Выветриванию. D) Приливным явлениям.
80. Небольшие участки суши, окруженные со всех сторон водой:  
A) Полуостров. C) Континент.  
B) *Остров.* D) Залив.
81. Часть Мирового океана:  
A) Материки, полуострова. C) Исток, устье, долина.  
B) Течения, приливы. D) *Моря, заливы, проливы.*
82. Сколько промилле составляет средняя соленость воды в Мировом океане?  
A) 10 ‰. C) 35 ‰.  
B) 21 ‰. D) 47 ‰.
83. Волны возникающие на поверхности океанов в результате землетрясений:  
A) Прилив. C) *Цунами.*  
B) Шторм. D) Ураган.
84. Приливные явления происходят главным образом под влиянием:  
A) Землетрясений. C) Разности давления.  
B) *Притяжения Луны.* D) Ветра.
85. Периодические поднятия уровня воды в океанах и морях в течение суток:  
A) *Волны.* C) Прилив.  
B) Отлив. D) Цунами.
86. Горизонтальное перемещение водных масс в виде огромных потоков, движущихся по определенным постоянным путям с одинаковой скоростью:  
A) Волны. C) Приливы.  
B) *Течения.* D) Отливы.
87. Место впадения реки в море, озеро, залив, океан:  
A) Русло, C) *Устье.*  
B) Исток. D) Межень.
88. Место, откуда берет начало река:  
A) Устье. C) Приток.  
B) Межень. D) *Исток.*
89. Вытянутое в длину углубление поверхности, по которому течет река:  
A) Пойма. C) *Котловина.*  
B) Бассейн. D) Долина.
90. Часть речной долины, заливаемая водами при половодьях:  
A) Дельта. C) Русло.  
B) Устье. D) *Пойма.*
91. Река со всеми своими притоками.  
A) *Речная система.* C) Русло реки.  
B) Речная долина. D) Бассейн реки.





### **Задания для контрольных работ**

1. Исторические модели и современное представление о Вселенной, роль этих знаний для науки и культуры.
2. Космологическая концепция Пифагора-Аристотеля-Птолемея и Коперника-Галилея, их принципы и отличия.
3. История картографии и развития топографии в России, значение для развития Российского государства
4. Абсолютная высота над уровнем моря и методы ее исчисления. Исчисление глубин и высот.
5. Картографические условные знаки их общая характеристика.
6. Глобус. Его общая характеристика и значение. Градусная сеть и географические координаты
7. Способы ориентирования на местности. Компас. Азимут. Ориентирование и движение по азимуту.
8. Поверхность Конрада, поверхность Мохоровича, слой Гутенберга, слой Голицына, их расположение и особенности.
9. Почвенные горизонты. Основные типы почв и их характеристика.
10. Высочайшие горы по континентам и частям света, их общее описание, классификация, значение в природе и для человека.
11. Особо опасные природные явления в литосфере.
12. Классификация рек, реки России. Реки и каналы – как главные водные хозяйственные пути, их значение.
13. Понятие водораздела, Главный водораздел Земли. Речной бассейн, водосборная площадь. Питание рек.
14. Вычисления падения реки, уклона реки, значение в хозяйстве и безопасности антропоферы.
15. Испаряемость, количество осадков и коэффициент увлажнения как факторы формирования и питания рек.
16. Свойства и значение болот в формировании геобиоценозов.
17. Охрана рек. Самоочищение водоемов. Факторы самоочищения.

18. Общая циркуляция атмосферы. Понятие ветер и его основные характеристики. Анемометр. Шкала ветров.
19. Классификация основных групп облаков по внешнему виду и предсказание по облакам погоды. Синоптические карты.
20. Атмосферные осадки, условия формирования, распределения.

### **Указания по выполнению контрольных работ**

Контрольная работа выполняется в формате А4, шрифт 14, Ариал, через 1,5 интервала. Титул стандартный: с указанием Вуза, специальности и группы, фамилии, темы контрольной работы (без ковычек и слова «тема»). Содержание с названием глав и подпунктами, указанием страниц. Основной текст объемом не менее 12 страниц, обязательно с наличием в тексте ссылок в виде [1] с номером источника в соответствии с его номером в списке литературы. Рисунки, схемы, таблицы выносят отдельно в приложение, в тексте включают ссылку на номер рисунка. Список литературы должен включать полные выходные данные источника с указанием используемых страниц (например, С. 10-15), содержать не менее 3 источников за последние 10 лет, в том числе учебники или учебные пособия, после чего можно указывать ссылки на электронные ресурсы (Сайт/раздел/название статьи или темы).

Тема контрольной работы выбирается по начальной букве фамилии в соответствии со схемой:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З | И | К  | Л  | М  | Н  | О  | П  | Р  | С  | Т  | У  | Ф  |
|   |   | Ё |   | Х |   | Ц |   | Ч |    | Ш  |    | Щ  |    | Э  |    | Ю  | Й  | Я  | Ы  |

## **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Строение, возраст и эволюция Вселенной, методы ее изучения.
2. Характеристика галактик. Наша Галактика – Млечный Путь.
3. Звезды, общая характеристика. Солнце – как центральное тело нашей планетной системы.
4. Общий план строения Солнечной системы, ее границы и тела.
5. Смена времен года на Земле и ее механизм.
6. Современные представления о размере и форме Земли.
7. Системы координат их разработка и применение. Понятие государственной геодезической сети.
8. Картография и топография как наука, основные цели, задачи и методы. Картографическая проекция и карты.
9. Географическая карта и топографическая карта. План местности, его отличия и методы построения.
10. Масштаб, его виды, вычисление, применение и свойства.
11. Общее строение литосферы и методы ее изучения.
12. Тектоника земной коры. Тектонические плиты и их движение.
13. Горные породы и минералы, группы, состав и отличительные черты. Шкала твердости горных пород. Полезные ископаемые.
14. Почва и почвообразование. Плодородие почв и его значение.
15. Суша Земли. Образование, размеры и общая характеристика. Материки, как формы макрорельефа, их общая характеристика.
16. Рельеф местности. Основные формы и рельефообразующие факторы. Крупнейшие рельефные образования мира.
17. Общая характеристика гидросферы. Мировой океан и методы его изучения. Круговорот воды на земном шаре.
18. Материковые воды, классификация и характеристика.
19. Общие сведения и краткая характеристика океанов Земли.
20. Водные массы, поверхностные и глубоководные. Течения и их классификации. Проявление силы Кориолиса.

21. Моря как часть Мирового океана. Классификации морей.
22. Моря России, их природное и хозяйственное значение.
23. Континентальные воды их общая характеристика и значение.
24. Река, ее строение. Речная система, ее характеристики.
25. Работа рек и питание рек, речные явления. Крупнейшие реки мира и их общая характеристика.
26. Озера, классификация и значение. Крупнейшие озера Мира
27. Грунтовые воды. Происхождение и особенности. Подземные воды и их виды. Водоносные слои.
28. Болота, условия их образования, классификации болот.
29. Экологические группы гидробионтов. Водные ресурсы и проблемы их использования.
30. Основные состав, строение и свойства атмосферы.
31. Погода и ее основные явления, отличия погоды от климата.
32. Воздушные массы, их классификация и свойства.
33. Географическая оболочка, ее границы на суше и в океане.
34. Географические и климатические пояса. Природные зоны мира.
35. Природные зоны России. Их положение на карте и особенности.
36. Клетка – структурная и функциональная единица жизни.
37. Общая систематика растений и животных. Бактерии и вирусы.
38. Эукариоты. Царство Грибы. Ядовитые грибы и грибы паразиты.
39. Царство растения. Классификация, особенности строения и размножение, роль в природе эволюции растений. Цветок.
40. Царство животные. Классификация, особенности строения и размножение, роль в природе эволюции.
41. Тип хордовые. Особенности и систематика. Значение в природе и для человека. Представители фауны Тюменской области.
42. Человек как представитель класса Млекопитающие.

**НАПИСАНИЕ на ЗАКАЗ:**

1. Дипломы, курсовые, рефераты...
2. Диссертации и научные работы.

Тематика любая: ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ, экономика, техника, право, менеджмент, финансы, биология...

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. **Естествознание** и основы экологии: учеб. Пособие для средних педагогических учебных заведений / Р. А. Петросова, В. П. Голов, В. И. Сивоглазов, Е. К. Страут. – 6-е изд. испр и доп. М.: Дрофа, 2007. 301 с.: ил. ISBN 978-5-358-01593-7
2. **Козина**, Е. Ф. Методика преподавания естествознания: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Е. Ф. Козина, Е. Н. Степанян. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 496 с. ISBN 5-7695-1694-1
3. **Филоненко-Алексеева**, А. Л., Нехлюдова А. С., Севастьянов В. И. Полевая практика по природоведению и экскурсии в природу: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. – М.: Гуманит. издательский центр ВЛАДОС, 2000. 384 с. ISBN 5-691-00125-6

### Дополнительная литература

1. **Большая** Российская энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия, 2005-2008. Т. 2. С. 430-445. Т. 11. С. 228-234.
2. **Большая** энциклопедия природы / Пер с англ. Ред. Г. Дзюбенко. М.: АСТ-ПРЕСС, 2003. 232 с., ил. ISBN 5-462-00098-7 (рус).
3. **Всемирная** энциклопедия / Гл. научн. ред. и сост. А. А. Грицанов. М.: АСТ, Мн.: Харвест, Современный литератор, 2001. 1312 с.
4. **Географический** энциклопедический словарь / Гл. ред. А. Ф. Трешников. 2-е изд., доп. М.: Советская энциклопедия, 1989. 591 с.
5. **География**. Современная иллюстрированная энциклопедия / Главный редактор А. П. Горкин. М.: Росмэн-Пресс, 2006. 624 с. ISBN 5-353-02443-5
6. **Гусакова**, Н. В. Химия окружающей среды. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. 192 с. ISBN 5-222-05386-5

7. **Денисенков**, В. П. Основы болотоведения. Изд-во С.-Петербур. унта, 2000. 224 с. ISBN 5-288-02181-3
8. **Кравчук**, П. А. Рекорды природы. Л.: Эрудит, 1993. 216 с. ISBN 5-7707-2044-1, С. 117-152.
9. **Лобковский**, Л. И., Никишин, А. М., Хаин, В. Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: Научный мир, 2004. 612 с. ISBN 5-89176-279-X.
10. **Лукашов**, А. А. Горы // Большая российская энциклопедия / Председатель науч.-ред. совета Ю. С. Осипов. М.: «Большая Российская энциклопедия», 2007. Т. 7. С. 418-499. ISBN 978-5-85270-337-8
11. **Можетта**, А. Большой атлас морей и океанов / Пер. с фр. Корнеева. Л. Ю.; Лемени-Македон П. П. М.: БММ АО, 2005. 405 с. ISBN 5-88353-234-9
12. **Перрен**, Ж., Клуазо, Ж. Океаны / Пер. с фр. М.: Летний сад, 2011. 320 с., ил. ISBN 978-5-98856-126-2
13. **Программы** «Окружающий мир» для 1-4 классов / Учебно-методический комплект для четырехлетней начальной школы «ГАРМОНИЯ». – Смоленск: Ассоциация XXI век, 2005. 48 с.
14. **Реймерс**, Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека Среды: Словарь-справочник. М.: Просвещение, 1992. 320 с.
15. **Толстой**, Н. И., Агапкина, Т. А. Славянские древности: этнолингвистический словарь. В 5 томах (Т.1). Международные отношения, 1995. 577 с. ISBN 5-7133-0703-4
16. **Физическая** география материков и океанов / Под общей ред. А. М. Рябчикова. М.: Высшая школа, 1988. С. 521-535.
17. **Шамилева**, И. А. Экология: Учеб. пособие для студ. пед. вузов. – М.: Гуманит. издательский центр ВЛАДОС, 2004. 144 с.: ил. ISBN 5-691-01239-8