

Ю.А. Гледко

# ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Для студентов учреждений высшего образования

# Юлия Александровна Гледко

## Общее землеведение

*Текст предоставлен правообладателем*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=19021530](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=19021530)*

*Общее землеведение: учеб. пособие / Ю. А. Гледко.: Высшая школа;*

*Минск; 2015*

*ISBN 978-985-06-2608-0*

### **Аннотация**

Учебное пособие посвящено изучению составляющих географической оболочки. Рассматриваются факторы, формирующие географическую оболочку и основную ее структурную особенность – широтную зональность. Законы эволюции, целостности, ритмичности, круговоротов вещества и энергии в географической оболочке описаны для всех сфер Земли с учетом экологических условий. Для студентов географических специальностей учреждений высшего образования, преподавателей, специалистов в области физической географии, охраны природы и рационального природопользования.

# Содержание

Введение	5
Тема 1	9
1.1. Общее землеведение в системе географических наук	9
1.2. История развития общего землеведения	18
1.3. Основные методы исследований	30
Тема 2	36
2.1. Космические факторы	37
2.2. Планетарные факторы	50
Тема 3	63
3.1. Происхождение Земли	63
Конец ознакомительного фрагмента.	67

# Юлия Александровна Гледко

## Общее землеведение: учебное пособие

Допущено

Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по специальностям «География (по направлениям)», «Гидрометеорология», «Космоаэрокартография», «Геоэкология»

Рецензенты:

кафедра физической географии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка» (доцент кафедры физической географии кандидат географических наук *О. Ю. Панасюк*);

декан факультета естествознания, доцент кафедры географии и охраны природы учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова» кандидат педагогических наук, доцент *И.Н. Шаруха*

# Введение

Общее землеведение – это отрасль географии, изучающая закономерности структуры, функционирования, динамики и эволюции географической оболочки на разных территориальных уровнях: глобальном, континентальном, зональном, региональном, локальном. Роль общего землеведения в системе географических наук уникальна. Представления землеведения (зональность, целостность, системность, эндогенное и экзогенное происхождение ряда форм рельефа и т. д.) играют ведущую роль в формировании гипотез о строении внешних оболочек других планет Солнечной системы, определяющих программы их исследования с помощью космических средств. Большинство наук о Земле опираются на базисные представления землеведения о взаимосвязях атмосферы, гидросферы, растительности и рельефа, суши и океанов, различных природных зон.

Общее землеведение – основа географического образования, его фундамент в системе географических наук. Наиболее важной задачей дисциплины является изучение географической оболочки, ее структуры и пространственной дифференциации, основных географических закономерностей. Эта задача обуславливает теоретическое содержание дисциплины. Наиболее общим для географии является закон географической зональности, поэтому в курсе общего землеве-

дения прежде всего рассматриваются факторы, формирующие географическую оболочку и основную ее структурную особенность – горизонтальную (широтную) зональность. Законы целостности, эволюции, круговоротов вещества и энергии, ритмичности рассматриваются для всех сфер географической оболочки с учетом экологических условий.

Концепция землеведения, которая сложилась как системное учение о целостном объекте – географической оболочке – главным образом на протяжении XX в., в настоящее время приобретает дополнительную основу в виде космического землеведения, изучения глубинного строения Земли, физической географии Мирового океана, планетологии, эволюционной географии, исследования окружающей среды, ее сохранения для человечества и всего биологического многообразия. В связи с этим направленность общего землеведения заметно трансформировалась – от познания фундаментальных географических закономерностей к исследованию на этой основе «очеловеченной» природы с целью оптимизации природной среды и управления процессами, в том числе обусловленными человеческой деятельностью и ее последствиями, на планетарном уровне.

Современным направлением землеведения является создание единой интегрированной цифровой модели географической оболочки, подобной уже существующим моделям климатической системы, океанов, подземных вод и др. Ставится задача моделирования отдельных оболочек с целью по-

степенной интеграции их в единую модель планеты. Ключевым в построении данной модели в отличие от моделирования климата, океанов, оледенения является включение человеческой деятельности как основной силы, изменяющей географическую оболочку и в то же время зависящей от изменений, в ней происходящих. Перспектива создания такой модели заключается в широком использовании компьютерных технологий, развитии геоинформационных систем разного профиля и назначения, разработке новых принципов и средств сбора, обработки, хранения и передачи данных. Возникает необходимость во все большем объеме привлекать новые источники информации: аэрокосмические съемки, автоматические наблюдения с наземных и морских станций. Использование материалов аэрокосмических съемок позволяет получить новые фундаментальные знания о строении и развитии географической оболочки, организовать мониторинг геосистем разного ранга, обновить фонды топографических и тематических карт, а также создавать новые картографические документы научного и прикладного значения.

Представления и модели землеведения, существующие в настоящее время, наиболее ярко проявляются в процессе решения глобальных проблем, затрагивающих интересы всего человечества. Так, с концепциями землеведения связаны проблемы загрязнения атмосферы и гидросферы, включая переход локальных воздействий в глобальные, структурно-динамические изменения, происходящие в литосфе-

ре, нарушение регуляторной функции биоты и т. д.

Таким образом, спектр стоящих перед землеведением теоретических и практических задач огромен: исследование эволюции географической оболочки Земли; изучение истории взаимодействия природы и общества; анализ стихийных катастрофических природных явлений в их связи с хозяйственной деятельностью человека; разработка сценариев для моделирования отдельных оболочек с целью объединения их в единую модель планеты, прогнозирование глобальных изменений с учетом связей в системе «природа – население – хозяйство».

Автор выражает особую благодарность доценту, кандидату географических наук М.В. Лавринович за помощь в написании раздела «Характеристика природных зон мира».



# Тема 1

## Место общего землеведения в системной классификации географических наук

### 1.1. Общее землеведение в системе географических наук

**Географией** называется комплекс тесно связанных между собой наук, который делится на четыре блока (Максаковский, 1998): физико-географические, социально-экономико-географические науки, картографию, страноведение. Каждый из этих блоков, в свою очередь, подразделяется на системы географических наук.

Блок физико-географических наук состоит из общих физико-географических наук, частных (отраслевых) физико-географических наук, палеогеографии. Общие физико-географические науки делятся на *общую физическую географию (общее землеведение)* и региональную физическую географию.

Все физико-географические науки объединяет общий объект исследования. Большинство ученых пришли к едино-

му мнению о том, что все физико-географические науки изучают географическую оболочку. По определению Н.И. Михайлова (1985), физическая география – наука о географической оболочке Земли, ее составе, структуре, особенностях формирования и развития, пространственной дифференциации.

**Географическая оболочка (ГО)** – сложная внешняя оболочка Земли, в пределах которой происходят интенсивные взаимодействия минеральной, водной и газовой сред (а после возникновения биосферы – и живого вещества) под воздействием космических явлений, прежде всего солнечной энергии. Единой точки зрения по поводу границ географической оболочки среди ученых не существует. Оптимальными границами ГО являются верхняя граница тропосферы (тропопауза) и подошва зоны гипергенеза – граница проявления экзогенных процессов, в пределах которых находится основная масса атмосферы, вся гидросфера и верхний слой литосферы с живущими или жившими в них организмами и следами человеческой деятельности (см. тему 9).

Таким образом, география не является наукой о Земле вообще (такая задача была бы непосильной для одной науки), а изучает только определенную и довольно тонкую ее пленку – ГО. Однако и в этих пределах природа изучается многими науками (биология, зоология, геология, климатология и др.). Какое же место занимает общее землеведение в системной классификации географических наук? Отвечая на этот

вопрос, необходимо сделать одно пояснение. У каждой науки различаются объект и предмет изучения (объект науки – конечная цель, к которой стремится любое географическое исследование; предмет науки – ближайшая цель, задача, стоящая перед конкретным исследованием). При этом предмет изучения науки становится объектом изучения целой системы наук на более низкой классификационной ступени. Таких классификационных ступеней (таксонов) четыре: цикл, семейство, род, вид (рис. 1).

Вместе с географией в *цикл наук о Земле* входят геология, геофизика, геохимия, биология. Объектом всех этих наук является Земля, но предмет изучения у каждой из них – свой: для географии это земная поверхность как неразрывный комплекс естественного и социального происхождения; для геологии – недра; для геофизики – внутреннее строение, физические свойства и процессы, происходящие в геосферах; для геохимии – химический состав Земли; для биологии – органическая жизнь.

На уровне цикла в наибольшей степени выявляется предметная сущность единства географии. В цикле наук о Земле географию обособляет не только предмет изучения, но и основной метод – описательный. Старейший и общий для всех географических наук описательный метод продолжает усложняться и совершенствоваться вместе с развитием науки. В самом названии «география» (от греч. *ge* – Земля, *grapho* – пишу) заключен предмет и основной метод иссле-

дования. География на уровне цикла – это нерасчлененная география, родоначальница всех других географических наук. Она изучает наиболее общие закономерности и нерасчлененной называется потому, что ее выводы одинаково распространяются на все последующие подразделения географической науки.

*Семейство географических наук* образуют страноведение, физическая и экономическая география, картография. Все они имеют единый объект – земную поверхность, но разные предметы. Страноведение – синтез физической и экономической географии, на уровне семейства оно носит общегеографический триединый (природа, население, хозяйство) характер. Физическая география изучает географическую оболочку Земли, экономическая география – хозяйство и население в форме территориальных социально-экономических систем. Картография – наука об отображении и исследовании явлений природы и общества (их размещении, свойствах, взаимосвязях и изменениях во времени) посредством карт и других картографических изображений.

Особое место в семействе географических наук занимает история и методология географической науки. Это не традиционная история географических открытий, а история географических идей, история становления современных методологических основ географической науки. Первый опыт создания лекционного курса по истории и методологии географической науки принадлежит Ю.Г. Саушкину.

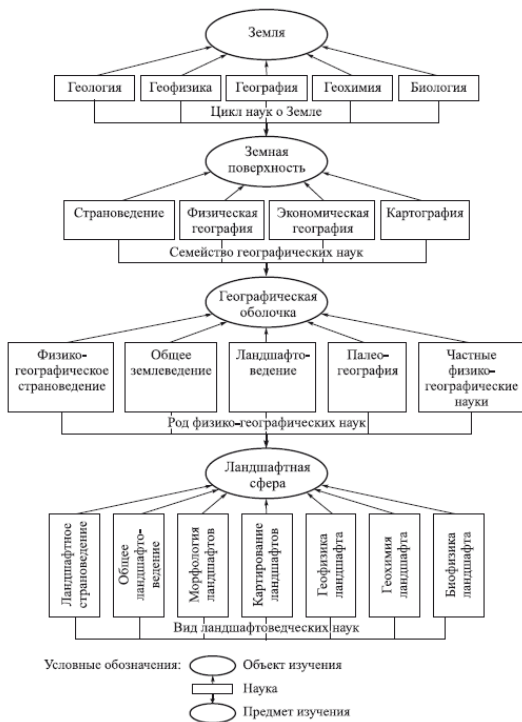


Рис. 1. Место общего землеведения в системе географических наук (по Ф.Н. Милькову)

**Род физико-географических наук** представлен физико-географическим страноведением, общим землеведением, ландшафтоведением, палеогеографией, частными отрасле-

выми науками. Эти разные науки объединяет один объект изучения – географическая оболочка. Предмет же изучения каждой из наук специфичен, индивидуален – это какая-либо одна из структурных частей или сторон географической оболочки (геоморфология – наука о рельефе земной поверхности; климатология и метеорология – науки, изучающие воздушную оболочку, формирование климатов и их географическое распространение; почвоведение – закономерности образования почв, их развитие, состав и закономерности размещения; гидрология – наука, изучающая водную оболочку Земли; биогеография изучает состав живых организмов, их распространение и формирование биоценозов). Предметом изучения ландшафтоведения является тонкий, наиболее активный центральный слой ГО – ландшафтная сфера, состоящая из природнотерриториальных комплексов разного ранга. Задача палеогеографии – изучение географической оболочки и динамики природных условий в прошлые геологические эпохи.

*Предметом изучения общего землеведения (ОЗ)* являются структура, внутренние и внешние взаимосвязи, динамика функционирования ГО как целостной системы.

*Общее землеведение* – фундаментальная наука, изучающая общие закономерности строения, функционирования и развития ГО в целом, ее компонентов и природных комплексов в единстве и взаимодействии с окружающим пространством-временем на разных уровнях его организации (от Все-

ленной до атома) и устанавливающая пути создания и существования современных природных (природно-антропогенных) обстановок, тенденции их возможного преобразования в будущем (Боков, Селиверстов, Черванев, 1998). Другими словами, общее землеведение – это наука или учение о той окружающей человека среде, где осуществляются все наблюдаемые нами процессы и явления и функционируют живые организмы.

В настоящее время ГО сильно изменилась под воздействием человека. В ней сосредоточены области наивысшей хозяйственной активности общества. Сейчас ее уже невозможно рассматривать без учета воздействия человека. В связи с этим в работах географов стало формироваться представление о сквозных направлениях (Максаковский, 1998; Котляков, 2001). В общем землеведении как фундаментальной науке особенно выделена важность таких направлений, как:

- ✓ гуманизация, т. е. поворот к человеку, всем сферам и циклам его деятельности; это новое мировоззрение, утверждающее ценности общечеловеческого, общекультурного достояния, поэтому география должна рассматривать связи «человек – хозяйство – территория – окружающая среда»;

- ✓ социологизация, т. е. повышение внимания к социальным аспектам развития;

- ✓ экологизация – направление, предполагающее рассмот-

рение человека в неразрывной связи со средой его обитания, условиями воспроизводства жизни; экологическая культура человечества должна включать осознанную необходимость и потребность соизмерять деятельность общества и каждого человека с возможностями сохранения позитивных экологических качеств и свойств окружающей среды.

В системе фундаментального географического образования курс общего землеведения выполняет несколько важных функций:

✓ Курс вводит будущего географа в его сложный профессиональный мир, закладывая основы географического мировоззрения и мышления. Процессы и явления рассматриваются в системной связи между собой и с окружающим пространством, тогда как частные дисциплины вынуждены изучать их, прежде всего, отдельно друг от друга.

✓ Землеведение – это теория ГО как целостной системы, являющейся носителем географической и иной информации развития материи, что имеет принципиальное значение для географии в целом и позволяет использовать положения землеведения в качестве методологической основы географического анализа.

✓ Землеведение служит теоретической базой глобальной экологии, которая сосредоточивает усилия на оценке текущего состояния и прогнозирования ближайших изменений географической оболочки как среды существования живых организмов и обитания человека с целью обеспечения эко-



логической безопасности.

✓ Землеведение является теоретической базой и основой эволюционной географии – огромного блока дисциплин, исследующих и расшифровывающих историю возникновения и развития нашей планеты, ее окружения и пространственно-временную неоднородность геологического (географического) прошлого. Общее землеведение обеспечивает правильность понимания прошлого, аргументированность причин и следствий современных процессов и явлений в ГО, корректность их анализа и переноса на аналогичные события былого.

✓ Землеведение – это своеобразный мост между географическими знаниями, навыками и представлениями, полученными в школьных курсах, и теорией ГО.

## 1.2. История развития общего землеведения

Развитие общего землеведения как науки неотделимо от развития географии. Поэтому задачи, стоящие перед географией, являются в той же мере и задачами общего землеведения.

Всем наукам, в том числе и географии, свойственны три ступени познания:

- ✓ сбор и накопление фактов;
- ✓ приведение их в систему, создание классификаций и теорий;
- ✓ научный прогноз, практическое применение теории.

Задачи, которые ставила перед собой география, изменялись по мере развития науки и человеческого общества.

Античная география (VIII в. до н. э. – II в. н. э.) в основном выполняла *описательную функцию* — занималась описанием вновь открытых земель. Эта задача ставилась перед географией вплоть до Великих географических открытий XV–XVII вв. Описательное направление в географии не потеряло своего значения и в настоящее время, однако уже в античное время зарождалось другое, *аналитическое*, направление, когда появились первые географические теории.

В странах Запада география восходит к древнегреческим ученым (Гомер, Фалес Милетский, Анаксимандр, Геродот,

Платон, Аристотель, Пифей, Эратосфен, Гиппарх, Страбон, Птолемей), создавшим систему основных понятий и модель, или парадигму, научного метода, которыми в течение многих столетий руководствовались западноевропейцы. Ученые Вавилонии, Ассирии собрали множество сведений о движении звезд и планет. Их утверждения, что расположение небесных тел оказывает решающее влияние на поступки людей, привели к развитию системы представлений, известной нам как астрология. Финикийцы принадлежали к числу первых мореплавателей и первооткрывателей новых земель. В своих плаваниях они проникали далеко за границы известных земель, но, занятые лишь торговлей, почти ничего не сообщали об увиденном.

***Аристотель*** (философ, ученый, 384–322 до н. э.) – основоположник аналитического направления в географии. Его труд «Метеорологика» – по существу курс общего землеведения, в котором говорится о существовании и взаимном проникновении нескольких сфер, о круговороте влаги и образовании рек за счет поверхностного стока, об изменениях земной поверхности, морских течениях, землетрясениях, зонах Земли. Аристотель одним из первых предположил, что форма Земли – шар.

***Эратосфену*** (275–195 до н. э.) принадлежит первое точное измерение окружности Земли по меридиану – 252 тыс. стадий, что близко к 40 тыс. км.

Большую и своеобразную роль в развитии общего земле-

ведения сыграл древнегреческий астроном *Клавдий Птолемей* (ок. 90—160 н. э.), живший в период расцвета Римской империи. Птолемей различал географию и хорографию. Под первой он подразумевал «линейное изображение всей ныне известной нам части Земли, со всем тем, что на ней находится», под второй – подробное описание местностей; первая (география) имеет дело с количеством, вторая (хорография) – с качеством. Птолемею были предложены две новые картографические проекции, на которых нанесена градусная сетка и показано большое количество географических объектов, за что его заслуженно считают «отцом» картографии. «Руководство по географии» (в основе геоцентрическая система мира) Птолемея из 8 книг завершает античный период в развитии географии.

В течение длительного периода Средневековья (раннего III–XI вв. и позднего XI–XV вв.) в разных государствах и регионах развитие географии и накопление сведений о Земле были неодинаковыми. Больше других пострадала Европа, где церковь преследовала науку и отвергала многие полученные ранее знания из области естествознания, например о шарообразности Земли, установленных очертаниях материков и т. д. В то же время средневековая география стран Центральной и Восточной Азии активно развивалась под влиянием торговли, строительства городов, издания книг и карт. К значительным трудам этого времени относятся работы Масуди, Бируни, Идриси, Ибн-Баттуты. Наиболее интересные

сведения были собраны Марко Поло о Китае, Индии, Цейлоне и Аравии (1271–1295) и Афанасием Никитиным о Персии и Индии (1466–1478).

Переход от феодальных отношений к капиталистическим, развитие товарного производства, поиски новых торговых путей явились основными предпосылками эпохи Великих географических открытий XV–XVII вв. Основные вехи этой эпохи:

- ✓ открытие Америки экспедициями Х. Колумба (1492–1504);

- ✓ открытие Васко де Гама морского пути в Индию (1497–1498);

- ✓ первое кругосветное путешествие Ф. Магеллана (1519–1520);

- ✓ открытие Сибири и Дальнего Востока походами Ермака (1581), И. Москвина (1639), С. Дежнева (1648), Е. Хабарова (1650–1653);

- ✓ поиски северо-западного и северо-восточного путей в Индию (экспедиции Дж. Кабота, Г. Гудзона, А. Баренца).

Достижением географии стало также широкое использование навигационных приборов и карт. Изобретение книгопечатания с металлических пластин И. Гутенбергом способствовало появлению печатных карт и атласов. Точность карт становилась более высокой благодаря использованию картографических проекций, разработанных главным образом фламандским картографом Г. Меркатором (1512–1594). Ос-

новные центры развития географии в этот период – Венеция, Флоренция, Голландия. Известные европейцам территории земного шара в результате Великих географических открытий увеличились в шесть раз. Было изучено 60 % всей суши, а также практически вся акватория Мирового океана.

Промышленная революция в капиталистических странах Европы, активная торговля колониальных держав (Португалии, Испании, Великобритании, Франции, Голландии), а также успехи науки оказывали существенное влияние на дальнейшее развитие географии. Продолжались крупные экспедиции с открытием Австралии и многих островов Тихого океана (Дж. Кук), изучением севера Евразии, Камчатки, Сахалина (П. Крузенштерн и Ю. Лисянский, В. Беринг, И. Прончищев, Д. Лаптев, С. Челюскин, Г. Шелихов), открытием Антарктиды (Ф. Беллинсгаузен и М. Лазарев). Крупные успехи были достигнуты в изучении внутренних частей Азии (Н. Пржевальский, П. Семенов-Тянь-Шанский, В. Обручев), Африки (Д. Ливингстон, Г. Стэнли, В. Юнкер, Е. Ковалевский, Н. Вавилов), Южной Америки (А. Гумбольдт, А. Веспуччи).

На рубеже XVI и XVII вв. начинают оформляться контуры землеведения. В 1650 г. в Голландии **Бернхард Варений** (1622–1650) публикует «Всеобщую географию» – труд, с которого можно вести отсчет времени общего землеведения как самостоятельной научной дисциплины. В нем нашли обобщение результаты Великих географических открытий и

успехи в области астрономии, опирающейся на гелиоцентрическую картину мира. Предмет географии, по Б. Варению, составляет земноводный круг, образованный взаимопроникающими друг в друга частями – землей, водой, атмосферой. Земноводный круг в целом изучает всеобщая география. Отдельные области – предмет частной географии.

В XVIII–XIX вв., когда мир был в основном открыт и описан, на первое место вышли *аналитическая и объяснительная функции*: географы анализировали накопленные данные и создавали первые гипотезы и теории. Через полтора столетия после Варения разворачивается научная деятельность *Александра фон Гумбольдта* (1769–1859). А. Гумбольдт – ученый-энциклопедист, путешественник, исследователь природы Южной Америки – представлял природу как целостную, взаимосвязанную картину мира. Величайшая заслуга его состоит в том, что он вскрыл значение анализа взаимосвязей как ведущей нити всей географической науки. Пользуясь анализом взаимосвязей между растительностью и климатом, он заложил основы географии растений; расширив диапазон взаимосвязей (растительность – животный мир – климат – рельеф), обосновал биоклиматическую широтную и высотную зональность. В своем труде «Космос» Гумбольдт сделал первый шаг к обоснованию взгляда на земную поверхность (предмет географии) как особую оболочку, развивая мысль не только о взаимосвязи, но и о взаимодействии воздуха, моря, Земли, о единстве неорганической

и органической природы. Ему принадлежит термин «жизнесфера», по своему содержанию аналогичный биосфере, а также термин «сфера разума», получивший много позже название «ноосфера».

В одно время с А. Гумбольдтом работал *Карл Риттер* (1779–1859), профессор Берлинского университета, основатель первой кафедры географии в Германии. К. Риттер ввел в науку термин «землеведение», пытался количественно оценить пространственные соотношения между различными географическими объектами. К. Риттер создал научную школу, в которую входили такие крупные географы, как Э. Реклю, Ф. Ратцель, Ф. Рихтгофен, Э. Ленц, внесшие значительный вклад в понимание географических особенностей отдельных частей Земли и обогатившие содержание теоретического землеведения и физической географии.

Развитие географической мысли в России в XVIII–XIX вв. связано с именами крупнейших ученых – М.В. Ломоносова, В.Н. Татищева, С.П. Крашенинникова, В.В. Докучаева, Д.Н. Анучина, А.И. Воейкова и др. *М.В. Ломоносов* (1711–1765) – организатор науки, великий практик. Он исследовал Солнечную систему, открыл атмосферу на Венере, изучал электрические и оптические эффекты в атмосфере (молнии). В труде «О слоях земных» ученый подчеркнул важность исторического подхода в науке. Историзм пронизывает все его творчество независимо от того, говорит ли он о происхождении чернозема или о тектонических движениях.



ях. Законы формирования рельефа, изложенные Ломоносовым, до сих пор признаются учеными-геоморфологами. Ломоносов является основателем Московского государственного университета (МГУ).

**В.В. Докучаев** (1846–1903) в монографии «Русский чернозем» и **А.И. Воейков** (1842–1916) в монографии «Климаты земного шара, в особенности России» на примере почв и климата вскрывают сложный механизм взаимодействия компонентов географической оболочки. В конце XIX в. Докучаев приходит к важнейшему теоретическому обобщению в общем земледоведении – закону мировой географической зональности. Он считает зональность всеобщим законом природы, который распространяется на все компоненты природы (в том числе и неорганические), на равнины и горы, сушу и море.

В 1884 г. **Д.Н. Анучин** (1843–1923) организует в МГУ кафедру географии и этнографии. В 1887 г. кафедру географии открывают в Петербургском университете, год спустя – в Казанском. Организатором кафедры географии в Харьковском университете в 1889 г. стал ученик Докучаева **А.Н. Краснов** (1862–1914), исследователь степей и зарубежных тропиков, создатель Батумского ботанического сада. В 1894 г. он стал первым в России доктором географии после публичной защиты диссертации. Краснов говорил о трех чертах научного земледоведения, отличающих его от старой географии:

- ✓ научное землеведение ставит задачей не описание разрозненных явлений природы, а отыскание взаимной связи и взаимной обусловленности между явлениями природы;
- ✓ научное землеведение интересуется не внешняя сторона явлений природы, а их генезис;
- ✓ научное землеведение описывает не неизменную, статичную природу, а природу изменяющуюся, имеющую свою историю развития.

Краснов – автор первого русского учебника для университетов по общему землеведению. Во введении к «Основам землеведения» автор утверждает, что география изучает не отдельные явления и процессы, а их сочетания, географические комплексы – пустыни, степи, области вечных снегов и льдов и т. п. Такой взгляд на географию как науку о географических комплексах был новым в географической литературе.

Наиболее четко мысль о наружной оболочке Земли как объекте физической географии была высказана **П.И. Броуновым** (1852–1927). В предисловии к курсу «Общая физическая география» П.И. Броунов писал, что физическая география изучает современное устройство наружной земной оболочки, состоящей из четырех концентрических сферических оболочек: литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Все эти сферы проникают одна в другую, обуславливая своим взаимодействием наружный облик Земли и все происходящие на ней явления. Изучение этого взаимодей-

ствия – одна из важнейших задач физической географии, делающая ее вполне самостоятельной, отличной от геологии, метеорологии и других родственных наук.

В 1932 г. **Л.Л. Григорьев** (1883–1968) выступает со статьей «Предмет и задачи физической географии», в которой говорится о том, что земная поверхность представляет собой качественно особую вертикальную физико-географическую зону или оболочку. Она характеризуется глубоким взаимопроникновением и активным взаимодействием литосферы, атмосферы и гидросферы, возникновением и развитием именно в ней органической жизни, наличием в ней сложного, но единого физико-географического процесса. Несколько лет спустя, в 1937 г., рассмотрению географической оболочки как объекта физической географии Григорьев посвящает специальную монографию. В его же работах нашел обоснование и один из основных методов исследования ГО – балансовый метод, учитывающий в первую очередь радиационный баланс, баланс тепла и влаги.

В эти же годы **Л.С. Бергом** (1876–1950) закладывались основы учения о ландшафте и географических зонах. В конце 1940-х гг. предпринимались попытки противопоставить учения А.А. Григорьева о физико-географической оболочке и физико-географическом процессе и Л.С. Берга о ландшафтах. Единственно правильную позицию в развернувшейся дискуссии занял **С.В. Калесник** (1901–1977), показавший, что эти два направления не противоречат друг другу, а отра-

жают разные стороны объекта физической географии – географической оболочки. Данная точка зрения нашла воплощение в фундаментальном труде Калесника «Основы общего землеведения» (1947, 1955). Работа во многом способствовала глубокому познанию географической оболочки как объекта физической географии.

Продолжающаяся дифференциация географии привела к детальным разработкам ее отдельных частей. Появились специальные исследования ледникового покрова и его палеогеографического значения (К.К. Марков), геофизического механизма дифференциации земной поверхности по географическим зонам и высотной поясности (М.И. Будыко), истории климата на фоне изменений географической оболочки в прошлом (А.С. Монин), ландшафтных систем мира в их единстве и генетических различиях (А.Г. Исаченко), ландшафтной оболочки как части географической оболочки (Ф.Н. Мильков). В эти годы был установлен периодический закон географической зональности Григорьева – Будыко, выявлена огромная роль биоорганического вещества в формировании специфических геологических образований далекого прошлого (А.В. Сидоренко), появились новые направления географии – космическое землеведение, глобальная экология и т. д.

Начало современного этапа развития землеведения знаменуют 1980-е гг. Радио- и фотокосмические методы дают возможность дистанционного видения Земли и изучения ди-

намических процессов, происходящих на ее поверхности. Стало доступным картографическое, математическое и физическое моделирование многих процессов, происходящих в географической оболочке. Особую роль играет системный подход, позволяющий рассматривать объекты природы как совокупность взаимодействующих компонентов, составляющих целостную географическую систему.

## 1.3. Основные методы исследований

Все разнообразие методов географических исследований сводится к трем категориям: общенаучные, междисциплинарные и специфические для данной науки (по Милькову, 1990).

Важнейшим *общенаучным методом* является *материалистическая диалектика*. Ее законы и основные положения о всеобщей связи явлений, единстве и борьбе противоположностей, переходе количественных изменений в качественные, отрицании отрицания составляют методологическую основу географии. С материалистической диалектикой связан и *исторический метод*. В физической географии исторический метод нашел свое выражение в палеогеографии. Общенаучное значение имеет *системный подход* к изучаемому объекту. Каждый объект рассматривается как сложное образование, состоящее из структурных частей, взаимодействующих друг с другом.

*Междисциплинарные методы* – общие для группы наук. В географии это математический, геохимический, геофизический методы и метод моделирования. *Математический метод* подразумевает использование для изучения объектов количественных характеристик, математической статистики. В последнее время широко применяется компьютерная обработка материалов. Это важный метод в географии, од-

нако следует помнить, что творческая, думающая личность не должна ограничиваться лишь тестированием и запоминанием количественных характеристик. *Геохимический* и *геофизический методы* позволяют оценить потоки вещества и энергии в географической оболочке, круговороты, термический и водный режимы.

Ключевым понятием *метода моделирования* является модель – графическое изображение объекта, отражающее структуру и динамические связи, дающее программу дальнейших исследований. Широкую известность получили модели будущего состояния биосферы Н.Н. Моисеева.

Осознание системной организации географической оболочки привело к внедрению и признанию системного подхода как общенаучного междисциплинарного фундаментального принципа физической географии. Системный подход позволил выработать стройное представление об уровнях организации географической оболочки, ее структуре, взаимосвязях. Сформировалась четкая схема исследования компонентов географической оболочки с учетом их иерархичности и взаимосвязей. Кроме того, системный подход способствовал более быстрому проникновению в науку представлений, терминов и методов из математики, физики, биологии, экологии. Благодаря этому появились такие понятия, как целостность, упорядоченность, организация, устойчивость, саморегуляция, функционирование. В свою очередь, это дало толчок к изучению природных процессов и выяснению их

роли в формировании тех или иных свойств географической оболочки. Наконец, благодаря системному подходу ускорилось понимание того, что антропогенное воздействие приводит к формированию нового типа геосистем – природно-антропогенных и техногенных (геотехнических).

К *специфическим методам* в географии относятся сравнительно-описательный, экспедиционный, картографический, аэрокосмический, метод балансов.

*Сравнительно-описательный метод*, так же как и картографический, – самый старый метод в географии. А. Гумбольдт в «Картинах природы» писал, что сравнивать между собой отличительные особенности природы отдаленных стран и представлять результаты этих сравнений – благодарная задача географии. Сравнение выполняет ряд функций: определяет ареал сходных явлений, разграничивает сходные явления, делает незнакомое знакомым. Выражением сравнительно-описательного метода служат различного рода изолинии – изотермы, изогипсы, изобары и т. д. Без них невозможно представить ни одной отраслевой или комплексной научной дисциплины физико-географического цикла.

Наиболее полное и разностороннее применение сравнительно-описательный метод находит в страноведении.

*Экспедиционный метод* называют полевым. Полевой материал, собранный в экспедициях, составляет хлеб географии, ее фундамент, опираясь на который только и может развиваться теория.



Экспедиция как метод сбора полевого материала берет начало в античные времена. Геродот в середине V в. до н. э. совершил многолетнее путешествие, давшее ему необходимый материал по истории и природе посещенных стран. В своем девятитомном труде «История» он описал природу, население, религию многих стран (Вавилон, Малая Азия, Египет), привел данные о Черном море, Днепре, Доне. Далее следует эпоха Великих географических открытий – путешествия Колумба, Магеллана, Васко да Гамы и др.). В один ряд с ними следует поставить Великую Северную экспедицию в России (1733–1743), цель которой заключалась в исследовании Камчатки (изучена природа Камчатки, открыт северо-запад Северной Америки, описано побережье Северного Ледовитого океана, нанесена на карту крайняя северная точка Азии – мыс Челюскин). Глубокий след в истории отечественной географии оставили Академические экспедиции 1768–1774 гг. Они были комплексными, в их задачу входило описание природы, населения и хозяйства огромной территории – Европейской России, Урала, части Сибири.

Разновидностью полевых исследований являются географические стационары. Инициатива их создания принадлежит А.А. Григорьеву, первый стационар под его руководством был создан на Тянь-Шане. Широкой известностью пользуются географический стационар Государственного гидрологического института на Валдае, географический стационар МГУ.

*Картографический метод* заключается в использовании карт в целях получения сведений (качественных и количественных характеристик), изучения взаимосвязей и взаимозависимостей явлений, установления динамики и эволюции явлений, нанесения данных мониторинга. Изучение географических карт – необходимое условие для успешных полевых работ. В это время выявляются пробелы в данных, определяются районы комплексных исследований. Карты – конечный итог полевых работ, они отражают взаиморасположение и структуру изученных объектов, показывают их взаимосвязи. Однако картографическое изображение недостаточно раскрывает динамику явлений, что в настоящее время преодолевается применением цифровых методов картографирования и созданием геоинформационных систем (ГИС).

*Аэрофотосъемка* используется в географии с 1930-х гг., *космические съемки* появились сравнительно недавно. Они позволяют в комплексе, на больших территориях и с большой высоты оценить изучаемые объекты.

В основу *метода балансов* положен универсальный физический закон – закон сохранения вещества и энергии. Установив все возможные пути входа и выхода вещества и энергии и измерив потоки, исследователь по их разности может судить, произошло ли накопление в геосистеме этих субстанций или они расходованы ею. Балансовый метод используется в землеведении в качестве средства исследования энергетики, водного и солевого режимов, газового состава,

биологического и других круговоротов.

Все географические исследования отличает специфический *географический подход* – фундаментальное представление о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений, комплексный взгляд на природу. Он характеризуется территориальностью, глобальностью, историзмом.

## Тема 2

# Космические и планетарные факторы формирования географической оболочки

Географическая оболочка, сформировавшаяся на планете, испытывает со стороны космоса и недр Земли постоянное воздействие. Факторы ее формирования можно разделить на космические и планетарные. К *космическим* факторам относятся движение галактик, излучение звезд и Солнца, взаимодействие планет и спутников, воздействие небольших небесных тел (астероидов, комет, метеорных потоков), к *планетарным* – орбитальное движение и осевое вращение Земли, форма и размеры планеты, внутреннее строение Земли, геофизические поля.

## 2.1. Космические факторы

**Космос (Вселенная)** – весь существующий материальный мир (согласно определению в Советском энциклопедическом словаре; в европейских языках преимущественно используется латинский термин «универсум», тоже означающий все сущее). Он вечен во времени и бесконечен в пространстве, существует объективно, независимо от нашего сознания. Материя во Вселенной сосредоточена в звездах, планетах, астероидах, спутниках, кометах и других небесных телах; 98 % всей видимой массы сконцентрировано в звездах.

Во Вселенной небесные тела образуют системы различной сложности. Например, планета Земля со спутником Луной образует систему. Она входит в более крупную систему – Солнечную, образованную Солнцем и движущимися вокруг него небесными телами – планетами, астероидами, спутниками, кометами. Солнечная система, в свою очередь, является частью Галактики. Галактики образуют еще более сложные системы – скопления галактик. Самая грандиозная звездная система, состоящая из множества галактик, – **Метагалактика**, – доступная для человека часть Вселенной (видимая с помощью приборов). По современным представлениям, она имеет диаметр около 100 млн световых лет, возраст Вселенной около 15 млрд лет, в нее входит  $10^{22}$  звезд.

Расстояния во Вселенной определяются такими величинами

нами, как астрономическая единица и световой год.

**Астрономическая единица** – среднее расстояние от Земли до Солнца:

$$1 \text{ а.е.} = 149\,600\,000 \text{ км.}$$

**Световой год** – расстояние, которое свет проходит за год:

$$1 \text{ св. год} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км.}$$

Звезды в Метагалактике образуют **галактики** (от др. – греч. galaktikos – млечный, молочный) – это большие звездные системы, в которых звезды связаны силами гравитации. Предположение о том, что звезды образуют галактики, высказал И. Кант в 1755 г.

Наша Галактика называется **Млечный путь** – грандиозное звездное скопление, видимое на ночном небе как туманная, молочная полоса. Млечный путь состоит из 200 млрд звезд и межзвездной среды. Размеры Галактики постоянно уточняются. В начале XX в. приняли следующие величины: диаметр галактического диска равен 100 тыс. св. лет. толщина – около 1000 св. лет. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород, 1/4 приходится на гелий. Расстояние от Солнечной системы до центра Галактики составляет 23–28 тыс. св. лет. Солнце находится на периферии Галактики. Для Земли это обстоятельство очень благо-

приятно: она расположена в относительно спокойной части Галактики и в течение миллиардов лет не испытывает влияния космических катаклизмов.

Солнечная система вращается вокруг центра Галактики со скоростью 200–220 км/с, совершая один оборот за 180–200 млн лет. За все время существования Земля облетела вокруг центра Галактики не больше 20 раз. На Земле 200 млн лет – продолжительность *тектонического цикла*. Это очень важный этап в жизни Земли, характеризующийся определенной последовательностью тектонических событий. Цикл начинается погружением земной коры, накоплением мощных толщ осадков, подводным вулканизмом. Далее усиливается тектоническая деятельность, возникают горы, меняются очертания материков, что, в свою очередь, вызывает изменение климата.

На 26-й Ассамблее Международного астрономического союза, которая состоялась в Праге в 2006 г., была утверждена классификация небесных тел, составляющих Солнечную систему. Теперь она выглядит так:

1. Классическая планета: это небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, для того чтобы принять близкую к сферической форму, и очищает окрестности своей орбиты (т. е. рядом с планетой нет других сравнимых с ней тел). Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля, Марс. Газовые гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

2. Карликовая планета: это небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, для того чтобы принять близкую к сферической форму, не очищает окрестности своей орбиты и не является спутником планеты. К карликовым планетам предложено относить все планеты меньше Меркурия. В настоящее время в этот класс внесены Плутон, Эрида и самое крупное тело пояса астероидов – Церера.

3. Все остальные объекты, обращающиеся вокруг Солнца, охватываются понятием «малые тела Солнечной системы». Это астероиды, кометы и почти все транснептуновые объекты (небесные тела Солнечной системы, которые обращаются по орбите вокруг Солнца и у которых среднее расстояние до Солнца больше, чем у Нептуна (30 а.е.)).

Таким образом, Солнечная система состоит из центральной звезды – Солнца, восьми планет, более 60 спутников, более 40 000 астероидов и около 1000 000 комет.

**Солнце** – центральная звезда Солнечной системы. Это ближайшая к Земле звезда. Диаметр Солнца составляет 1,39 млн км, масса –  $1,989 \cdot 10^{30}$  кг. По спектральной классификации звезд Солнце является «желтым карликом» (класс G2V), возраст Солнца оценивается в 5–4,6 млрд лет. Солнце вращается вокруг своей оси против часовой стрелки, в том же направлении движутся вокруг него планеты. Основное вещество, образующее Солнце, – водород (71 % массы светила), на гелий приходится 27 %, на углерод, азот, кисло-



род, металлы – 2 %.

Солнце излучает два основных потока энергии – электромагнитное (солнечная радиация) и корпускулярное (солнечный ветер) излучение. Тепловое поле поверхности планет Солнечной системы создается солнечной радиацией.

*Электромагнитное излучение* распространяется со скоростью света и за 8,4 мин достигает поверхности Земли. В спектре излучения выделяют невидимую ультрафиолетовую радиацию (около 7 %), видимую световую радиацию (47 %), невидимую инфракрасную радиацию (46 %). Доля самых коротких волн и радиоволн составляет менее 1 % излучения.

*Корпускулярное излучение* – поток заряженных частиц (электронов и протонов). Скорость его 1500–3000 км/с, он достигает магнитосферы за несколько суток. Магнитное поле Земли задерживает корпускулярное излучение, и заряженные частицы начинают двигаться по магнитным силовым линиям.

В пик солнечной активности поток заряженных частиц возрастает. Подходя к магнитосфере, он увеличивает ее напряженность, на Земле начинаются магнитные бури. В это время активизируются тектонические движения, начинаются извержения вулканов. В атмосфере возрастает количество атмосферных вихрей – циклонов, усиливаются грозы. Наиболее ярким и впечатляющим проявлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами являются полярные сияния – свечение верхних слоев атмосферы, вызванное иони-

зацией газов.

**Планеты** расположены от Солнца в такой последовательности: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Все планеты имеют общие свойства и особенности. К общим можно отнести следующие:

- ✓ все планеты имеют шарообразную форму;
- ✓ все планеты вращаются вокруг Солнца в одном направлении против часовой стрелки для наблюдателя, смотрящего со стороны Северного полюса мира; это направление называется прямым, в таком же направлении движутся почти все спутники и астероиды;

- ✓ осевое вращение большинства планет происходит в том же направлении – против часовой стрелки, исключение составляют Венера и Уран, которые вращаются по часовой стрелке;

- ✓ орбиты большинства планет близки по форме к окружности, эксцентриситет (отношение расстояния между центром и фокусом эллипса к длине большой полуоси) их мал, поэтому планеты не подходят близко друг к другу, их гравитационное воздействие мало, что объясняется законами планетарных движений Кеплера;

- ✓ орбиты всех планет находятся примерно в одной плоскости эклиптики, причем каждая следующая планета примерно в два раза дальше от Солнца, чем предыдущая; эта закономерность описывается правилом, которое было установлено И.Д. Тициусом в 1766 г. и получило известность благо-

даря работам И.Э. Боде в 1772 г.

**Правило Тициуса – Боде** (известно также как **закон Боде**) представляет собой формулу, приблизительно описывающую расстояния между планетами Солнечной системы и Солнцем (средние радиусы орбит). Правило формулируется следующим образом: к каждому элементу последовательности  $D_i = 0, 3, 6, 12, \dots$  прибавляется 4, затем результат делится на 10. Полученное число считается радиусом в астрономических единицах. То есть

$$R_i = \frac{D_i + 4}{10}.$$

Последовательность  $D_i$  – геометрическая прогрессия, кроме первого числа. То есть  $D_{-1} = 0$ ;  $D_i = 3 \cdot 2^i$ ,  $i \geq 0$ .

Эту же формулу можно записать по-другому:

$$R_{-1} = 0,4, R_i = 0,4 + 0,3 \cdot 2^i.$$

Результаты вычислений приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что правилу соответствует и пояс астероидов, тогда как Нептун, наоборот, выпадает из этой закономерности, причем его место странным образом занимает Плутон, который, по решению 26-й Ассамблеи Международного астро-

номического союза, планетой вообще не является.

*Таблица 1*

## **Расстояния между планетами Солнечной системы и Солнцем (средние радиусы орбит)**

Планета	$I$	$k$	Радиус орбиты (а.е.)	
			по правилу	фактический
1	2	3	4	5
Меркурий	−1	0	0,4	0,39
Венера	0	1	0,7	0,72
Земля	1	2	1,0	1,00
Марс	2	4	1,6	1,52
Пояс астероидов	3	8	2,8	В сред. 2,2–3,6

Юпитер	4	16	5,2	5,20
Сатурн	5	32	10,0	9,54
Уран	6	64	19,6	19,22
Нептун	Выпадает			30,06
Плутон	7	128	38,8	39,5
Эрида	8	256	77,2	67,7

Планеты условно делятся на две большие группы: планеты земной группы и планеты-гиганты. К первой группе относятся Меркурий, Венера, Земля, Марс. Вторую группу образуют Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Плутон по размерам и свойствам ближе к ледяным спутникам планет-гигантов.

*Планеты земной группы* отличается близкое расположение к Солнцу, небольшие размеры (радиус Меркурия равен

2440 км, Венеры – 6052, Земли – 6371, Марса – 3390 км), высокая плотность вещества (Меркурий –  $5,42 \text{ г/см}^3$ , Венера –  $5,25$ , Земля –  $5,5$ , Марс –  $3,95 \text{ г/см}^3$ ). Основными их составляющими являются силикаты (соединения кремния) и железо, следовательно, планеты земной группы – твердые тела. Планеты медленно вращаются вокруг своей оси (у Меркурия период вращения равен  $58,7$  земных суток, у Венеры –  $243$ , у Марса – немного больше суток), поэтому полярное сжатие этих планет незначительное, т. е. они имеют близкую к шару форму. Планеты земной группы обладают высокой скоростью орбитального движения (Меркурий –  $48 \text{ км/с}$ , Венера –  $35$ , Марс –  $24 \text{ км/с}$ ), имеют всего три спутника (Луна у Земли, Фобос и Деймос у Марса).

*Планеты-гиганты* расположены на большом расстоянии от Солнца, отличаются большими размерами (радиус Юпитера составляет  $69\,911 \text{ км}$ , Сатурна –  $58\,232$ , Урана –  $25\,362$ , Нептуна –  $24\,624 \text{ км}$ ), но более низкой в сравнении с планетами земной группы плотностью (Юпитер –  $1,3 \text{ г/см}^3$ , Сатурн –  $0,69$ , Уран –  $1,29$ , Нептун –  $1,64 \text{ г/см}^3$ ). Наиболее распространенными химическими элементами являются водород и гелий, следовательно, планеты-гиганты представляют собой газовые шары. Все планеты-гиганты с большой скоростью вращаются вокруг своей оси, период осевого вращения планет колеблется от  $10 \text{ ч}$  у Юпитера до  $17 \text{ ч}$  у Урана. Быстрое вращение планеты влечет большое полярное сжатие (у

Сатурна – 1/10). Скорость орбитального вращения – небольшая (полный оборот вокруг Солнца Юпитер совершает за 11,86 года, а Нептун за 165 лет).

В Солнечной системе 99,9 % массы заключено в Солнце, поэтому основная сила, управляющая движением тел в Солнечной системе, – это притяжение Солнца. Так как планеты движутся вокруг Солнца в одной плоскости практически по круговым орбитам, их взаимное притяжение невелико, но и оно вызывает отклонения в движении планет. Вероятно, большее взаимодействие планет происходит тогда, когда они подходят близко друг к другу. Известно явление, называемое «парадом планет», когда на одной линии выстраивается большинство планет. В 2002 г. на одну линию «встали» пять планет – Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн. В 2011 г. Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Уран расположились в созвездии Рыб (наблюдение за данным явлением было возможным перед восходом Солнца, главным образом в южном полушарии).

**Астероиды** (от греч. *asteroeideis* – звездopodobные) – малые тела Солнечной системы. Они образуют тонкое кольцо между орбитами Марса и Юпитера (предположительно образовались после разрушения планеты Фэтон или за счет сгустков первичного газопылевого облака). В среднем они расположены на расстоянии 2,2–3,6 а.е. от Солнца. Первый астероид назван Церера (1801 г.), к 1880 г. было известно уже около 200 астероидов, сейчас орбиты вычислены для

более 40 000 астероидов. Самый большой астероид Церера имеет диаметр 1000 км, диаметр Паллады – 608 км, Весты – 540, Гигии – 450 км. Практически все астероиды имеют неправильную форму, только самые крупные приближаются к шару.

**Кометы** (от греч. kometes – хвостатые) – небольшие несветящиеся тела Солнечной системы, которые становятся видимыми только при подходе к Солнцу. Двигаются по сильно вытянутым эллипсам. Число комет измеряется миллионами. С приближением к Солнцу у них резко обособляется «голова» и «хвост». Головная часть состоит из льда и частиц пыли. В разреженной газопылевой среде хвоста обнаружены ионы натрия и углерода. Одна из самых известных комет – комета Галлея – каждые 76 лет появляется в зоне видимости Земли.

**Метеоры** – мельчайшие твердые тела массой несколько граммов, вторгшиеся в атмосферу планеты. Мелкие частицы вещества, двигаясь со скоростью 11–12 км/с, из-за трения в атмосфере разогреваются до 1000 °С, что вызывает их свечение на протяжении нескольких секунд. Они сгорают в атмосфере, не долетая до поверхности. Метеоры делятся на единичные и метеорные потоки. Наиболее известны метеорные потоки Персеиды (падают в августе), Дракониды (октябрь), Леониды (ноябрь). Если Земля пересекает орбиту метеорного потока, частицы «налетают на планету», начинается «звездный дождь». Упавшие на поверхность плане-

ты небесные тела называются метеоритами. Наибольший метеорный кратер на Земле имеет диаметр 1265 м и расположен в Аризоне около каньона Диабло. Наиболее распространенными элементами метеоритов являются кислород, железо, кремний, магний, никель и др.

**Солнечно-земные связи** – ответные реакции ГО на изменения солнечной активности. К солнечно-земным связям необходимо отнести:

✓ динамический фактор, т. е. совокупность явлений, обусловленных движением Земли вокруг Солнца по орбите и вековыми изменениями параметров движения (прежде всего положения земной оси в пространстве);

✓ энергетический фактор, связанный с поступлением солнечной радиации; на уровне земной поверхности изменчивость энергетического фактора определяется известными обстоятельствами – суточным ритмом, сменой времени года и состоянием атмосферы и земной поверхности;

✓ вещественный поток  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц, т. е. протонов и электронов «солнечного ветра», который участвует в материальном балансе верхней части атмосферы (экзосферы и ионосферы).

В настоящее время солнечную активность связывают с регулярным образованием в атмосфере Солнца пятен, факелов, вспышек, протуберанцев. В середине XIX в. швейцарский астроном Р. Вольф вычислил количественный показатель солнечной активности, известный во всем мире как



число Вольфа. Уровень солнечной активности изменяется с периодичностью около 11 лет. Главным аспектом влияния Солнца на Землю, энергетической базой солнечно-земных связей является поток солнечной радиации, энергия электромагнитного и корпускулярного излучения. На пути к поверхности Земли солнечное излучение преодолевает несколько преград: межпланетную среду, нейтральную атмосферу, ионосферу и геомагнитное поле. Одновременно с 11-летним циклом протекает вековой, точнее 80—90-летний, цикл солнечной активности. Несогласованно накладываясь друг на друга, они вносят заметные изменения в процессы, совершающиеся в ГО. В частности, установлена корреляция между 11-летним циклом солнечной активности и землетрясениями, колебаниями уровня озер, рек, грунтовых вод, частотой полярных сияний, интенсивностью грозовой деятельности, температурой воздуха, атмосферным давлением, урожайностью сельхозкультур, повторяемостью эпидемических заболеваний, смертностью населения и др. Велико воздействие солнечной активности на общую циркуляцию воздушных масс в тропосфере. Установлено, что интенсивность ее изменяется в максимумы 11-летних циклов, а вместе с ней изменяется и тип атмосферной циркуляции.

## 2.2. Планетарные факторы

**Форма Земли.** Земля – третья от Солнца планета Солнечной системы и самая крупная планета земной группы. Вместе с Луной Земля образует систему – двойную планету.

**Фигура Земли** – понятие модельное, некоторая идеализация, с помощью которой стремятся описать форму планеты. В зависимости от цели описания пользуются различными моделями формы планеты – различными фигурами. Расположим известные модели в ряд от общих к более детализированным, считая их последовательными приближениями к истинной форме Земли (рис. 2).

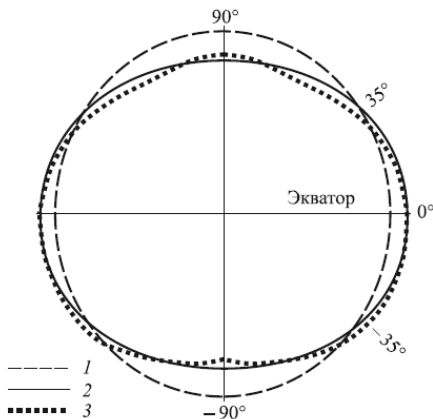


Рис. 2. Представления о форме поверхности Земли (по

Г.Н. Каттерфельду): 1 — сфера; 2 — эллипсоид вращения; 3 — геоид (кардиоид)

1. Первое приближение – *сфера*. Это наиболее общая модель формы нашей планеты. Сфера не имеет выраженной единственной оси симметрии, все ее оси равноправны, их бесчисленное множество, как и экваторов. Однако Земля, как уже отмечалось, имеет одну ось вращения и экваториальную плоскость – плоскость симметрии (а также плоскости симметрии меридианов). Это несоответствие сферической модели Земли ее реальной форме ощутимо проявляется при изучении горизонтальной структуры ГО, характеризующейся выраженной поясностью и известной симметрией относительно экватора (с элементами диссимметрии).

2. Второе приближение – *эллипсоид вращения*. Тип симметрии эллипсоида вращения отвечает указанным выше особенностям формы Земли (выраженная ось, экваториальная плоскость симметрии, меридиональные плоскости). Эта модель используется в высшей геодезии для расчета координат, построения картографических сеток и других вычислений.

3. Третье приближение – *трехосный кардиоидальный эллипсоид вращения*. В этой модели северный полярный радиус больше южного на 30-100 м.

4. Четвертое приближение – *геоид*. Понятие ввел в 1873 г. немецкий физик И.Б. Листинг. Геоид – уровенная поверх-

ность, совпадающая со средним уровнем Мирового океана (МО) и являющаяся геометрическим местом точек пространства, имеющих одинаковый потенциал тяжести. Теоретически поверхность геоида в каждой точке перпендикулярна направлению силы тяжести (т. е. линии отвеса) и отождествляется со средним положением спокойной водной поверхности в океанах и открытых морях, мысленно продолженной также и под материками. Поверхность геоида всюду выпуклая (что отвечает выпуклости океанической поверхности).

Несмотря на всю сложность своей поверхности, геоид мало отличается от сфероида. Отклонения, за отдельными исключениями, составляют не более  $\pm 100$  м, т. е. поверхность геоида редко выступает над поверхностью сфероида более чем на 100 м и редко погружается под поверхность сфероида более чем на такую же величину. Средняя же величина отступления геоида от наиболее удачно подобранного земного эллипсоида не превышает  $\pm 50$  м.

Элементы земного эллипсоида, рассчитанные Ж.-Б.-Ж. Деламбром (1800), Ф.-В. Бесселем (1841), Д. Хейфордом (1909) и другими учеными, неодинаковы, так как вычислены по геодезическим измерениям разных по протяженности дуг меридианов и параллелей. Земной эллипсоид, принятый для обработки геодезических измерений и установления единой государственной системы координат, называется *референц-эллипсоидом*.

На территории СССР пользовались эллипсоидом Бесселя до 1946 г. Однако этот эллипсоид был рассчитан в основном по данным Западной Европы. На Дальнем Востоке его поверхность сильно уклонялась от поверхности Земли.

Более точные результаты размеров земного эллипсоида получены в 1940 г Ф.Н. Красовским и А.А. Изотовым по результатам астрономо-геодезических работ, выполненных на территории СССР, Западной Европы и США. Размеры земного эллипсоида, получившего название «референц-эллипсоид Красовского», были приняты для геодезических и картографических работ на всей территории СССР.

Отклонения поверхности референц-эллипсоида Красовского от поверхности геоида не превышают 150 м.

В настоящее время основные геометрические параметры общеземного эллипсоида определяются более точными методами с использованием искусственных спутников Земли. Для сравнения в табл. 2 приведены размеры земного эллипсоида, определенные Бесселем, Красовским и в глобальной геоцентрической системе координат WGS – 84 (World Geodetic System, 1984).

## *Таблица 2*

### **Размеры земного эллипсоида**

Автор	Годы	Размеры земного эллипсоида		
		Экваториальный радиус $a$ , м	Полярный радиус $b$ , м	Полярное сжатие, $\alpha = \frac{a-b}{a}$
Бессель	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,15
Красовский	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3
WGS – 84	1984	6 378 137	6 356 752	1:298,257

При картографических работах (составление карт мелких масштабов) Землю достаточно принимать за шар, объем которого равен объему земного сфероида. Исходя из размеров эллипсоида Красовского  $R = 6\,371\,110$  м.

Значение астрономического положения Земли для природы ее поверхности:

1. Благодаря тому что в центре Солнечной системы находится одинарная звезда Солнце, орбитальное и осевое движение Земли, как и других планет, равномерно, и поэтому все природные процессы на Земле ритмичны, их колебания не выходят за критические для жизни пределы.

2. Так как Земля образована в ближайшей к Солнцу части прото-планетного облака, она состоит из тяжелых элементов, обеспечивших ее высокую плотность.

3. По этой же причине масса Земли достаточно велика ( $5,98 \cdot 10^{24}$  кг), чтобы удержать около себя водород в количестве, необходимом для образования больших масс воды, но она не настолько огромна, чтобы подобно Юпитеру планета состояла в основном из водорода. Также следует отме-

тить, что соответствующие плотность и масса Земли позволяют удерживать вокруг планеты атмосферу.

4. Земля находится на таком расстоянии от Солнца, при котором приливное трение невелико и планета быстро вращается вокруг оси.

5. Вместе с тем удаление Земли от Солнца благоприятно для температурного режима атмосферы.

Значение шарообразной формы Земли для природы ее поверхности:

1. Солнечные лучи на шаровую поверхность Земли падают на различных широтах под разными углами; интенсивность нагревания земной поверхности уменьшается от экватора к полюсам, что проявляется в распределении тепла, а следовательно, и разнообразии климатов.

2. В сочетании с вращением Земли в поле солнечной радиации шарообразность обуславливает зональность природы.

3. Влияние сферической формы проявляется в циркуляции воздуха, океанических течениях, приливно-отливных движениях воды и других географических явлениях.

4. Шарообразная форма планеты обуславливает разделение ее на освещенную и не освещенную Солнцем части (день и ночь), а следовательно, влияет на тепловой режим Земли.

Земля совершает множество движений одновременно. В географии принято учитывать и анализировать три из них: орбитальное движение, осевое (суточное) вращение и дви-

жение системы «Земля – Луна».

**Орбитальное движение Земли.** Вокруг Солнца Земля вращается по эллиптической орбите (длина 934 млн км) со скоростью 29,765 км/с. Солнце расположено в одном из фокусов этой орбиты. Средний радиус орбиты 149,6 млн км. В афелии (самой удаленной от светила точке) расстояние до Солнца составляет  $152 \cdot 10^6$  км и приходится на 5 июля, а спустя полгода, в перигелии (2 января), оно уменьшается и составляет  $147 \cdot 10^6$  км. Полный оборот вокруг Солнца Земля совершает в течение года за 365 сут 6 ч 9 мин 9 с.

Географические следствия орбитального движения Земли:

1. Земная ось наклонена по отношению к плоскости орбиты и образует с нею угол, равный  $66^\circ 33'$ . В процессе движения ось перемещается поступательно, поэтому на орбите возникают 4 характерные точки (рис. 3):

✓ **21 марта и 23 сентября** – дни равноденствий: наклон земной оси оказывается нейтральным по отношению к Солнцу, а обращенные к нему участки планеты равномерно освещены от полюса до полюса; на всех широтах в эти сроки продолжительность дня и ночи равна 12 ч;

✓ **22 июня и 22 декабря** – дни летнего и зимнего солнцестояний: плоскость экватора наклонена по отношению к солнечному лучу под углом  $23^\circ 27'$ : Солнце в этот момент находится в зените над одним из тропиков.

2. С наклоном земной оси к плоскости орбиты связано



наличие таких характерных параллелей, как тропики и полярные круги. **Полярный круг** – параллель, широта которой равна углу наклона земной оси к плоскости орбиты ( $66^{\circ}33'$ ). **Тропик** – параллель, широта которой дополняет угол наклона земной оси до прямого ( $23^{\circ}27'$ ). Полярные круги являются границами распространения полярного дня и полярной ночи. Тропики являются границами зенитального положения Солнца в полдень. На тропиках Солнце бывает в зените один раз, в пространстве между ними – два раза в году.

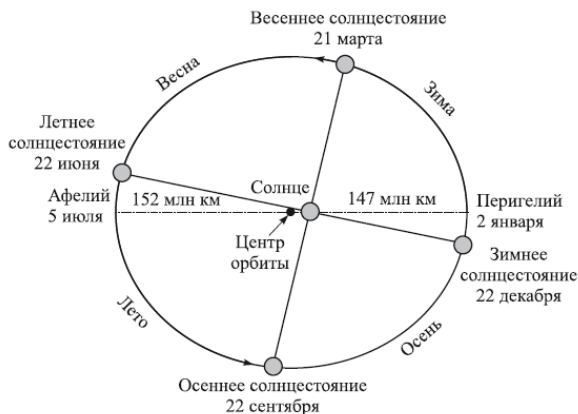


Рис. 3. Движение Земли по орбите вокруг Солнца

3. Смена времен года: зима, весна, лето, осень – северное полушарие (СП); лето, осень, зима, весна – южное полу-

шарие (ЮП). Характерно неравномерное распределение года по сезонам (весна содержит 92,8 сут, лето – 93,6, осень – 89,8, зима – 89,0 сут), что объясняется делением эллиптической орбиты Земли линиями солнцестояний и равноденствий на неравные части, для прохождения которых требуется разное время.

4. Образование поясов освещения, которые выделяются по высоте Солнца над горизонтом и продолжительности освещения. В **жарком поясе**, расположенном между тропиками, Солнце дважды в год в полдень бывает в зените. На линиях тропиков Солнце стоит в зените только один раз в году: на Северном тропике (тропик Рака) в полдень 22 июня, на Южном тропике (тропик Козерога) – в полдень 22 декабря.

Между тропиками и полярными кругами выделяются **два умеренных пояса**. В них Солнце никогда не бывает в зените, продолжительность дня и высота Солнца над горизонтом сильно меняются в течение года.

Между полярными кругами и полюсами расположены **два холодных пояса**, здесь бывают полярные дни и ночи. Следовательно, в году бывают дни, когда Солнце вообще не показывается из-за горизонта или не опускается за горизонт.

5. Смена времен года обуславливает годовой ритм в ГО. В жарком поясе годовой ритм зависит, главным образом, от изменения увлажнения, в умеренном – от температуры, в холодном – от условий освещения.

**Осевое вращение Земли.** Земля вращается с запада на

восток против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки (23 ч 56 мин 4 с). Ось вращения отклонена на  $23^{\circ}27'$  от перпендикуляра к плоскости эклиптики. Средняя угловая скорость вращения, т. е. угол, на который смещается точка на земной поверхности, для всех широт одинакова и составляет  $15^{\circ}$  за 1 ч. Линейная скорость, т. е. путь, проходимый точкой в единицу времени, зависит от широты места. Географические полюсы не вращаются, там скорость равна нулю. На экваторе каждая точка проходит наибольший путь и имеет наибольшую скорость – 455 м/с. Скорость на одном меридиане разная, на одной параллели одинаковая.

Географические следствия осевого вращения Земли:

1. Смена дня и ночи, т. е. изменение в течение суток положения Солнца относительно плоскости горизонта данной точки (осевое вращение дает основную единицу времени – сутки). С этим связан суточный ритм солнечной радиации, интенсивность которой зависит от угла наклона земной оси, а также ритмы нагревания и охлаждения поверхности, местной циркуляции воздуха, жизнедеятельности живых организмов.

2. Деформация фигуры Земли – сплюснутость у полюсов (полярное сжатие), связанная с возрастанием центробежной силы от полюсов к экватору.

3. Существование *силы Кориолиса* – отклоняющего действия вращения Земли. Сила Кориолиса всегда перпендикулярна движению, направлена вправо в северном полушарии

и влево – в южном. Величина ее зависит от скорости движения и массы движущегося тела, а также от широты места (рис. 4):

$$F = 2mvw\sin\varphi,$$

где  $m$  – масса тела;  $v$  – линейная скорость тела;  $w$  – угловая скорость вращения Земли (важна только в вековом аспекте, для небольших отрезков времени угловая скорость принимается постоянной);  $\varphi$  – широта места.

4. Ось вращения, полюсы и экватор являются основой географической системы координат. Экватор служит плоскостью симметрии, относительно которой размещаются пояса освещения, меняются величина солнечной радиации и другие важные параметры. От полушария (северного и южного) зависит направление силы Кориолиса, а от широты – ее величина, полюсы не участвуют в суточном вращении.

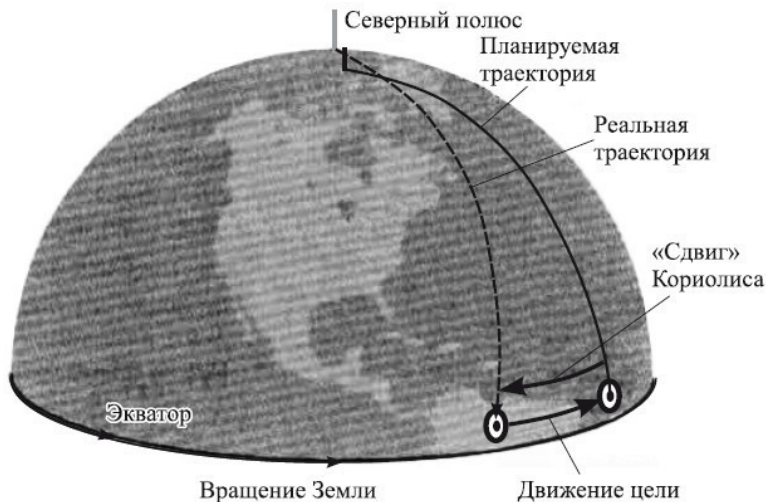


Рис. 4. Сила Кориолиса

**Движение в системе «Земля – Луна».** Двойная планета «Земля – Луна» вращается вокруг общего центра масс (барицентра), находящегося внутри планеты Земля на расстоянии  $0,737R$  (радиуса Земли) от ее центра. Поэтому все точки описывают одинаковые орбиты, центробежные силы повсеместно одинаковы и направлены в одну сторону – от Луны. Равнодействующая сил притяжения Луны и центробежной есть **приливообразующая сила**. На всей половине Земли, обращенной к Луне, больше сила притяжения, а на половине, обращенной от Луны, – центробежная сила. Воздействие Луны – спутника Земли велико. Оно создает

приливное торможение суточного вращения нашей планеты, которое имеет большое географическое значение, если рассматривать длительные (в сотни миллионов лет) отрезки геологического времени. Приливное торможение, вызывая замедление вращения, уменьшает полярную сплюснутость Земли и силу Кориолиса, отклоняющую движущиеся массы воздуха и воды. Это влияет на циркуляцию атмосферы и вод океана, от которых, в свою очередь, зависят условия климата. Считают, что из-за замедления суточного вращения Земли продолжительность суток за последний 1 млрд лет возросла на 6 ч.

# **Тема 3**

## **Происхождение земли, ее внутреннее строение и состав**

### **3.1. Происхождение Земли**

Вопрос о том, как возникла Земля, занимает умы людей уже не одно тысячелетие. Ответ на него всегда зависел от уровня знаний людей. Первоначально существовали наивные легенды о сотворении мира некоей божественной силой. Затем Земля в работах ученых приобрела очертания шара, который являлся центром Вселенной. В XVI в. появилось учение Н. Коперника, которое поместило Землю в ряд планет, вращающихся вокруг Солнца. Это был первый шаг в подлинно научном решении вопроса о происхождении Земли.

В настоящее время есть несколько гипотез, каждая из которых по-своему описывает периоды становления Вселенной, происхождение Солнечной системы и связь между Солнцем и Землей (гипотезы Канта – Лапласа, Шмидта – Фесенкова, Ж. Бюффона, Ф. Хойла). Разные гипотезы тем не менее едины в том, что все планеты произошли из единого сгустка материи, а дальше судьба каждой из них решалась

по-своему. Земле предстояло пройти путь почти в 5 млрд лет, испытать ряд фантастических превращений, прежде чем мы увидели ее в современном облике. Необходимо заметить, что гипотезы, не имеющие серьезных недостатков и отвечающей на все вопросы о происхождении Земли и других планет Солнечной системы, пока нет. Однако можно считать установленным, что Солнце и планеты образовались одновременно (или почти одновременно) из единой материальной среды, из единого пылегазового облака.

В настоящее время считается, что образование Земли началось 4,6 млрд лет назад. Согласно некоторым гипотезам, промежуточной стадией формирования планет из межзвездной пыли и газов явилось образование так называемых *планетезималей* — твердых и крупных (до нескольких сотен километров в поперечнике) тел, последующее скопление и объединение которых становится процессом аккреции уже непосредственно планеты. По геологическим меркам Земля сформировалась очень быстро, примерно за первые 100 млн лет своей истории достигнув 93–95 % сегодняшней массы. Наиболее вероятно, что первоначально Земля не имела атмосферы и гидросферы, а ее поверхность непрерывно изменялась в результате интенсивной метеоритной бомбардировки.

Образование планеты сопровождалось сильным гравитационным сжатием и выделением столь большого количества тепла, что первые сотни миллионов лет у поверхности Земли



существовал магматический океан, или расплавленная первичная *астеносфера*. Так как в расплаве (магме) находились вещества, разные по составу и плотности, в том числе и радиоактивные, началась *гравитационная дифференциация*. При этом более плотные вещества (тяжелые металлы) погружались, образуя металлическое (железное) ядро планеты, а менее плотные (силикаты) всплывали, постепенно создавая мантию и литосферу. Дифференциация сопровождалась дегазацией мантийного вещества, при которой легкокипящие фракции переходили в газообразное состояние и, выходя на поверхность, формировали первичную плотную и горячую атмосферу Земли. Наиболее вероятно, что вначале атмосфера состояла из углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), аммиака ( $\text{NH}_3$ ), возможно также сернистого водорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и хлористого водорода ( $\text{HO}$ ), но, главное, в ней появился водяной пар, количество которого постепенно увеличивалось и, по некоторым оценкам, могло достигать порядка  $10^{21}$  кг, что составляет около 70 % массы современной гидросферы Земли.

Постепенное истощение источников внутреннего тепла Земли привело к остыванию и кристаллизации магмы с последующим образованием первичной твердой земной коры. Дальнейшее остывание верхних слоев планеты и понижение температуры ниже точки кипения неизбежно вызвало конденсацию водяного пара и тем самым появление жидкой фазы воды. Можно полагать, что озера первичной гидросферы на поверхности молодой планеты неоднократно испаря-

лись и появлялись вновь, пока не установился температурный режим, в среднем повсеместно допускавший существование жидкой воды.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.