

В.Н. Киселев

**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ
МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ**
**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО
ОКЕАНА И ОБЩИЙ ОБЗОР ЕВРАЗИИ**
(Курс лекций)

**Минск
БГПУ
2008**

УДК 911
ББК
А

Рецензенты:

доктор географических наук, профессор БГУ Н.К. Чертко;

доктор геолого-минералогических наук, профессор БГПУ М.Г. Ясовеев

Киселев, В.Н.

Физическая география материков и океанов. Физическая география Мирового океана и общий обзор Евразии (Курс лекций): Учебн. пособие для педагогических вузов / В.Н. Киселев. – Мн.: БГПУ, 2008. – 296 с.

В издаваемом курсе лекций освещаются основные сведения о физико-географических условиях Мирового океана: происхождение, геологические условия, рельеф дна, физические и химические свойства вод, течения, полезных ископаемых, органический мир и экологические проблемы. Приведены также основные сведения о физико-географических условиях Евразии.

Предназначено для студентов педагогических университетов по специальности 1-02.04.05 – география. Дополнительные специальности.

УДК 911
ББК

ISBN

© Киселев В.Н., 2008
© Оформлено

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий курс лекций читается студентам факультета естествознания Белорусского государственного педагогического факультета им. М.Танка на дневной и заочной формах обучения как структурная часть единой дисциплины «Физическая география материков и океанов». Она занимает особое место в подготовке учителей географии. По своей информативности и сложности эта дисциплина не имеет себе равных в учебном географическом процессе.

Физическую географию материков продуктивнее изучать, освоив исходные сведения о Мировом океане, отражающие общие закономерности, свойственные географической оболочке (возникновение, развитие, пространственная дифференциация и др.). Следующим шагом является переход к изучению самого крупного и сложного по природным условиям материка Евразии. Общие сведения об этом материке предваряют его региональный обзор, усваиваемый студентами в дальнейшем учебном процессе.

Сейчас не существует проблемы привлечения фактического материала по данной дисциплине, который кроме научных, научно-популярных и периодических изданий в обилие представлен в предметной области Интернет. В связи с этим возникла необходимость в объяснении этого материала. Следует отметить, что проблема объяснения в физической географии не нова: она постоянно сопровождает весь учебный процесс. Курс лекций ориентирован именно на объяснение исходного фактического материала.

По физической географии материков и океанов опубликовано достаточно много учебной и научной литературы, из которой почерпнута информация для издаваемого курса лекций. Однако в количественном отношении учебников и учебных пособий оказалось недостаточно (одна из причин – увеличивающийся набор студентов), а по цене и недоступной, особенно для студентов заочной формы обучения. Возникла необходимость дополнить существующую электронную версию этого курса, внося в нее уточнения и дополнения, его изданием в качестве учебного пособия. Его издание, как представляется, будет полезно выпускникам, будущая профессиональная деятельность которых будет проходить не в крупных городах, а в агрогородках и других населенных пунктах в сельской местности.

Автор выражает признательность доктору географических наук, профессору Н.К. Чертко и доктору геолого-минералогических наук, профессору М.Г. Ясовееву за рецензирование рукописи курса лекций.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Физическая география – наука о географической оболочке Земли и её структурных частях. Основными структурными частями этой оболочки в пространственном распределении является суша и океаны с водной поверхностью (акваторией). Вся суша разделена на территории большой размерности – материки.

Под материком (от слова “матёрый” – крепкий) или континентом понимается крупный массив земной коры, большая часть поверхности которого выступает над уровнем Мирового океана (Океана) в виде суши, а периферическая часть погружена под уровень воды (подводная окраина материка). Для материка характерна общая мощность земной коры до 35-45 км и присутствие гранитного (гранитно-метаморфического) слоя. В современную геологическую эпоху существует 6 материков: Евразия, Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия и Антарктида.

Большие по площади акватории, расположенные между материками называются океанами. В своей совокупности они образуют Мировой океан – непрерывную водную оболочку Земли, окружающую материки и острова и обладающую общностью солевого состава. В понятие “Океан” включают также массу его вод, подстилающую земную кору и мантию.

Часть дна океана, прилегающая к материкам, характеризуется материковым типом коры и составляет подводную часть материка, в которой по особенностям рельефа выделяют шельф, материковый склон и материковое подножье. Подножье граничит с ложем океана или с ложем котловин краевых морей (если окраина материка обрамляется зоной островных дуг). Ложе свойственно сравнительно тонкая кора океанического типа, включающая базальтовый и надбазальтовый слой.

Физическая география материков и океанов изучает строение, природные условия, историю формирования и развитие материков и их природных комплексов всех уровней и океанов. Можно сказать, что физическая география материков и океанов изучает пространственную неоднородность природы Земли. Эта пространственная неоднородность заключена, прежде всего, в **морфоструктурах**. Самыми крупными из них являются **морфотектуры** (от греч. *morphe* – форма и *tectura* – покрытие) планетарного масштаба, к которым относятся выступы материков и ложе океанов и переходные зоны между ними, т.е. самые крупные формы рельефа Земли (по Герасимову они именуются **геотектурами**).

В формировании морфоструктур ведущая роль принадлежит эндогенным процессам в их взаимодействии с экзогенными. Их морфологические различия определяются свойственной им геологической историей и, как следствие, неодинаковым геологическим строением.

Морфоструктуры планетарного масштаба (геотектуры) расчленяются на морфоструктуры более мелкого порядка – отдельные возвышенности, горные хребты, плато, равнины, низменности и т.д. вплоть до **морфоскульптур** – мелких форм рельефа (долины рек, ледниковых форм рельефа, овраги, балки и т.д.). в их образовании и развитии основная роль принадлежит экзогенным процессам.

Формирование и развитие морфоструктур разного порядка и размерности (особенно планетарных – морей и океанов) – главная причина глобальных физико-географических изменений и современной дифференциации географической оболочки на природные комплексы, которые в своей совокупности определяют основные черты геологических условий, рельефа, почв, растительности, численность и хозяйственную деятельность населения конкретных территорий.

В морфоструктуре континентов существуют присущие им общие черты. На каждом континенте обязательно есть крупная горная система субмеридионального или меридионального простирания. Для Северной Америки – это будут Кордильеры, Южной – Анды, Австралии – Большой водораздельный хребет, Африки – система гор и нагорий от Драконовых гор на юге до Эфиопского нагорья на севере, для Азии – Верхоянский хребет, Европы – Уральские горы на границе с Азией. Примечательно, что в Восточном полушарии названные горные системы располагаются на востоке континентов, в Западном – на западе. Для Евразии следует отметить её особенность – величайшую горную систему субширотного простирания на юге этого суперконтинента от Атлантического океана до Тихого.

Каждый континент обязательно имеет обширную равнину или низменность – Центральные равнины бассейна Миссисипи (Северная Америка), Амазонская низменность (Южная Америка), Большой Артезианский бассейн (Австралия), Бассейн Конго (Африка), Восточно-Европейская равнина (Европа), Западно-Сибирская низменность (Азия). Помимо этого, каждый континент обязательно включает одно или несколько среднегорий или плоскогорий. Среди них Аппалачи в Северной Америке, Бразильского плоскогорье в Южной Америке, Макдоннелл, Масгрейв и другие в Австралии, Тибести, Ахагар, Дарфур в Африке, Скандинавские горы в Европе, Средне-Сибирское плоскогорье в Азии. Приведенным перечнем среднегорий и плоскогорий не исчерпывается все их разнообразие на континентах, здесь названы только наиболее примечательные из них.

Причина такой закономерности заключена в эндогенных процессах в земной коре, которые во взаимодействии с экзогенными, при своём главенстве, привело к образованию морфоструктурных подразделений материков и Мирового океана различной размерности.

В своем взаимодействии эндогенные и экзогенные процессы образуют **единый физико-географический процесс**, играющий главную роль в функционировании и образовании современной структуры географической оболочки. Его теоретическую концепцию сформулировал А.А. Григорьев (1943, 1948). В дальнейшем эту идею развивал Д.Л. Арманд (1977), который под природным процессом понимал перестройку материальной системы в результате цепи последовательных и сопряженных взаимодействий, приводящих к тому, что эта система в течение определенного времени меняет свое состояние, приобретая новые, ранее не характерные для нее свойства.

Это положение о едином физико-географическом процессе как сложной совокупности частных процессов, происходящих в географической оболочке, служит методологической основой современных исследований состояния и изменчивости (в том числе и под влиянием антропогенных факторов) природной среды на конкретных территориях географического ранга (ландшафт, регион, страна, материк, и др.).

Земная кора на платформах – континентального типа, мощностью от 35 до 75 км, трёх или четырёхслойного строения. Верхний осадочный слой (средняя плотность 2,4-2,5 т/м³), мощностью до нескольких километров, состоит из разновозрастных изменённых или неизменённых осадочных и вулканических пород, которые нередко разорваны, смяты в складки или смещены по разрывам. В образовании осадочного слоя большую роль играют живые организмы, захоронив себя в былых биосферах. Остальные два или три слоя часто объединяют в единую консолидированную кору, учитывая трудность её исследования и неоднозначность объяснения полученных результатов.

В двухслойной модели консолидированной коры выделяют верхний гранитный (гранитно-метаморфический, гранитно-гнейсовый) и нижний базальтовый (гранулит-базитовый) слои со скоростью продольных сейсмических волн 5,5-6,5 и 6,5-7,5 км/сек соответственно. Эти слои, которые разделены поверхностью Конрада (К), не всегда уверенно различаются (Хаин, Михайлов, 1985). В трёхслойной модели консолидированной коры выделяется следующие слои: гранитный (скорость прохождения продольных волн 5,5-6,4, диоритовый (6,4-6,7) и базальтовый (6,8-7,7 км/сек), разделённые поверхностями К₁ и К₂ (Павленкова, 1979).

Традиционные названия слоёв земной коры “гранитный”, “диоритовый” и “базальтовый” условны, так как они могут включать и другие горные породы той же основности, но разной степени метаморфизма. В частности, более или менее полно известен вещественный состав гранитного слоя, доступный для исследования в результате буровых работ.

Консолидированную кору подстилает субстрат (переходный слой между корой и астеносферой). Границей с субстратом служит поверхность Мохоровичича. Скорость продольных сейсмических волн при переходе через эту поверхность сверху вниз возрастает с 6,7-7,6 до 7,9-8,2 км/сек и больше. Плотность вещества также возрастает с 2,9-3,0 до 3,1-3,5 т/м³. Переход коры к мантии носит сложный характер, поэтому выделяется несколько поверхностей Мохоровичича (М₁, М₂ и т.д.).

Континентальную кору пониженной мощности (менее 30 км), с менее четко выраженным гранитным слоем иногда называют субконтинентальной. Сейсмические разделы в коре нередко являются границами зон регионального метаморфизма или зонами повышенного дробления и проницаемости пород, а не смены их состава. Океаническая земная кора имеет толщину до 5-10 км. В современное геологическое время она находится под морскими водами, если их глубина больше 3,5 км, и подразделяется на три слоя: верхний (менее 1 км) – осадочный, средний – в основном базальтовый, и нижний, сложенный габбро, серпентинитами – ультраосновными породами с содержанием кремнезёма менее 40 %.

С глубиной температура горных пород повышается и в верхней мантии под материковой корой она предполагается близкой к 600-700 °С. В пределах территории Беларуси значение температур на поверхности Мохоровичича изменяется от 340 до 460 °С (Зуй, Цыбуля, Левашкевич, 1991). В астеносфере, нижняя граница которой находится на глубинах 250-350 км, температура, по всей видимости, близка к точке плавления (1500-1600 °С) горных пород.

По этой причине вязкость вещества здесь сильно понижена по сравнению с земной корой. Астеносфера – основной очаг образования магмы. В ней происхо-

дит медленной перемещение разогретого до плавления вещества, которое служит предполагаемой причиной вертикальных и горизонтальных движений земной коры.

Земная кора, представляющая собой хрупкую оболочку, разбита на отдельные геологически разновозрастные, более или менее активные глыбы, которые подвержены постоянным движениям, как вертикальным, так и горизонтальным. Крупные (несколько тысяч километров в поперечнике), относительно устойчивые глыбы земной коры с низкой сейсмичностью и слабо расчленённым рельефом получили название **платформ**. Они имеют кристаллический складчатый фундамент и разновозрастный осадочный чехол. В зависимости от возраста платформы делятся на древние (докембрийские) и молодые (палеозойские, мезозойские и кайнозойские). Древние платформы являются ядрами современных континентов, общее вздымание которых сопровождается быстрым поднятием (с образованием антеклизы) или опусканием (синеклизы) их отдельных структур (щитов и плит).

Господствующая до 1960-х годов концепция **фиксизма** утверждала постоянное (фиксированное) положение континентов на поверхности Земли и главенствующее значение вертикальных движений в развитии земной коры. Складчатость горных слоёв – результат постоянного уменьшения (контракции) объёма Земли в результате её длительного охлаждения.

Крупные прогибы земной коры с мощной толщей морских осадков, согласно этой концепции, получили название геосинклиналей или геосинклинальных складчатых поясов, которые в современном лике Земли представлены горными системами, и образование которых связано, согласно контракционной гипотезе, с уменьшением объёма Земли.

В соответствии с концепцией **фиксизма** причина разделения земной коры на платформы и геосинклинали заключена в пространственно неравномерном протекании глубинных процессов в астеносфере и, возможно, нижней мантии (неравномерный разогрев вещества и вертикальное перемещение его масс).

В 1912 г. немецкий геофизик и метеоролог А. Вегенер выдвинул первые доводы в пользу идеи дрейфа континентов (концепция **мобилизма**). Аргументами в пользу дрейфа материков, кроме совпадения их очертаний, служили также окаменелые остатки представителей древних флор и фаун, особенности геологического строения береговых районов, палеоклиматические данные (покровные оледенения) и некоторое сходство современных флор и фаун.

Дрейф континентов А. Вегенер объяснял влиянием центробежных сил, возникающих при вращении Земли вокруг своей оси. К 50-ым годам 20 столетия эта гипотеза с неубедительной причиной образования разломов и раздвижения материков, была практически забыта. Переосмысление идей А. Вегенера привело к тому, что, вместо дрейфа континентов, вся литосфера стала рассматриваться как подвижная твердь Земли, и данное представление, в конечном итоге, возродило концепцию **мобилизма**.

Её современный вариант получил название **“новой глобальной тектоники”** или **“тектоники литосферных плит”**. Возрождение этой концепции, основывающейся на результатах изучения рельефа дна, современных магнитных полей океанов и на данных палеомагнетизма, связано с именем американского геолога Г. Хесса. Её основные положения в настоящее время разделяются подавляющим большинством учёных и специалистов в области наук о Земле.

Однако, причины и механизм передвижения блоков земной коры не находили объяснения. В развитие этой концепции, по мере накопления новой научной информации, было сформировано представление о новообразовании океанов в процессе их расширения (**спрединга**), начиная от осей срединных хребтов, и заполнения базальтовой магмой, изливающейся в рифтовых щелях. Позднее представление о спрединге, рождающем новую океанскую кору, было дополнено представлением о её **субдукции** – поглощении в глубоководных желобах, окаймляющих вулканические островные дуги, происходящем вдоль наклонных сейсмоактивных зон, уходящих глубоко в мантию.

Согласно новой глобальной тектонике, литосфера, включая верхнюю мантию, “разломана” на литосферные плиты – глыбы материковой коры с припаянными к ним обширными участками океанической коры, крупнейшими из которых являются: Евразийская, Северо-американская, Южно-американская, Африканская, Индо-Австралийская, Антарктическая, Тихоокеанская. Эти плиты, кроме Тихоокеанской, несут на себе континенты. Кроме того, существуют плиты меньшей размерности: Наска, Кокос, Карибская, Аравийская, Филиппинская и др.

Причина перемещения литосферных плит заключена в обмене веществом между верхней и нижней мантией в результате **конвекционных** (от лат. *convectio* – принесение, доставка) **течений**, образующих замкнутые ячейки, имеющие горизонтальные размеры в несколько тысяч километров. Плиты расходятся от срединно-океанических хребтов к молодым складчатым поясам Альпийско-Гималайскому и Циркумтихоокеанскому. Причина этого расхождения заключена в том, что именно под срединно-океаническими хребтами происходит подъём разогретого вещества мантии, который раздвигает по обе стороны от оси хребта ранее вынесенную породу, образуя “щель” – **рифт**.

Аналогичные рифты образуются и под материками, стремясь расколоть его на отдельные глыбы, например в восточной Африке. Именно процесс раздвигания океанического дна получил название спрединга. Для каждого участка срединно-океанических хребтов скорость раздвигания непостоянна и изменяется от 2-4 см/год (Атлантический океан) до 17-18 см/год (Тихий). При раздвигании океанического дна происходит перемещение континентов вместе с литосферными плитами, на которых они пассивны.

Движущиеся плиты сталкиваются в планетарном поясе сжатия, образуя горные пояса в результате коробления края континентов. В зоне глубоководных желобов в этом поясе сжатия происходит подвиг (субдукция) океанической, более тяжёлой коры под континентальную, менее тяжёлую, т.е. океаническая кора вместе с континентальной и нижележащим слоем литосферы уходит под материк в менее вязкую астеносферу. Погружаясь глубже в недра Земли, они образуют нисходящую ветвь конвективного движения вещества в мантии. Однако на некоторых разломах перемещение плит происходит только горизонтально, без существенного раздвигания или надвигания.

Погружаясь в мантию, океаническая и континентальная кора переплавляется, слагающие их породы теряют воду, металлы, часть кремнезёма и другие подвижные соединения и элементы. Более тяжёлые вещества опускаются вместе с нисходящей ветвью конвективной ячейки, лёгкие (магма, богатая водой и кремнезёмом) поднимаются на поверхность напорзлающего края плиты, формируя вулканические цепи островных дуг и континентальных окраин.

Наиболее очевидным проявлением протекающих в литосфере процессов является вулканизм и землетрясения, приуроченные к сейсмическим зонам, которые совпадают со срединно-океаническими хребтами в океанах, рифтами и поясом сжатия на материках. Сторонники глобальной тектоники плит считают, что конвекционные ячейки в мантии существуют 200-300 млн. лет, после чего происходит их перестройка. По этой причине тектонические циклы совпадают с конвекционными. Главным процессом, определяющим эту эволюцию Земли, является плотностная дифференциация первичного вещества планеты, приводящая к выделению тяжёлого ядра и образования её геосфер (Сорохтин, 1974).

Новые геологические материалы о наличии вертикальных токов (струй) расплавленного вещества, поднимающихся от границ самого ядра и мантии к земной поверхности, легли в основу построения новой, так называемой **«плюмовой» тектоники, или гипотезы плюмов**. Она опирается на представления о внутренней (эндогенной) энергии, сосредоточенной в нижних горизонтах мантии и во внешнем жидком ядре планеты, запасы которой практически неисчерпаемы. Высокоэнергетические струи (плюмы) пронизывают мантию и устремляются в виде потоков в земную кору, определяя тем самым все особенности тектономагматической деятельности. Некоторые приверженцы плюмовой гипотезы склонны даже считать, что именно этот энергообмен лежит в основе всех физико-химических преобразований и геологических процессов в теле планеты.

В последние десятилетия геологами и географами много сделано для изучения движения плит. В учебной географической литературе практически все особенности структуры литосферы объясняются с позиций тектоники литосферных плит. В основном это справедливо. Однако при беглом взгляде на обзорные географические карты видно, что многочисленные морфоструктуры (или их отдельные территории) имеют не только линейно протяжённые структуры, но и многочисленные округлые, концентрические, спиралевидные и вихревидные образования (например, в Альпах, Апеннингах, Карпатах и др.).

Геологическими исследованиями выявлено, что значительную роль в их образовании сыграли силы, возникающие при вращении всего земного шара и отдельных глыб или блоков литосферы. Это явление получило название **ротогенеза** (от лат. *roto* – вертеть), а сами структуры ротационными (Кац и др., 1991).

Ротогенез – это образование структур литосферы вследствие вращательных движений Земли вокруг своей оси, а также в результате поворотов при горизонтальном перемещении литосферных плит и вращения отдельных жёстких блоков земной коры. Причина ротогенеза возможно заключена в процессах конвекции в мантии (Гарбар, 1987). Проблемы ротогенеза и мобилизма находятся только в начальной стадии разработки, в этих планетарных процессах пока много неясного.

В последнее время многие исследователи всё больше стали склоняться к мысли, что неравномерным распределением эндогенной энергии Земли, как и периодизацией некоторых экзогенных процессов, управляют внешние по отношению к планете (космические) факторы.

Из них наиболее действенной силой, непосредственно влияющей на геодинамическое развитие и преобразование вещества Земли, по-видимому, служит эффект гравитационного воздействия Солнца, Луны и других планет, с учётом инерционных сил вращения Земли вокруг своей оси и её движения по орбите. Основанная на этом постулате концепция **центробежно-планетарных мельниц** поз-

воляет, во-первых, дать логическое объяснение механизму дрейфа материков, во-вторых – определить главные направления подлитосферных потоков.

Пространственная неоднородность природы Земли заключена не только в территориальном сочетании морфоструктур (и морфоскульптур), но и в своеобразии климата, горных пород, почв, растительности, животного населения и их генетической совокупности – ландшафтов конкретных территорий. Для учебных целей и решения практических задач в использовании природных ресурсов и их охраны необходима генерализация (объединение этих индивидуальных черт в доступные для изучения (и применения на практике) природные комплексы.

Это выделение и картографирование природных (физико-географических, или полных по набору природных черт) комплексов разной размерности и строения получило название **физико-географического районирования**. Физико-географическое районирование включает исследование состава, структуры, процессов формирования и динамики комплексов. В физико-географическом районировании существует два основных подхода: зональный и региональный (незональный). Первый из них связан с зональным распределением по поверхности земли температуры, осадков, почв, растительности, животного мира и ландшафтов. Система единиц: пояс – зона – полоса (подзона). Второй, региональный – учитывает индивидуальные региональные отличия тектонико-геоморфологических образований (морфоструктур различного порядка). Система единиц: материк (континент) – субматерик (группа стран или подконтинент, например Центральная Европа, Восточная Африка, Юго-Восточная Азия и т.д.) – страна (Альпы, Гималаи, Урал, Восточно-Европейская равнина и т.д.) – область, или провинция (Полесье, Поозерье и т.д.) – район.

При районировании больших территорий применяется наложение схем зонального и регионального районирования (например, в пределах физико-географических стран выделяются зоны в узком смысле слова) или в пределах природной зоны может быть несколько стран. Физическая география, кроме этих подходов, располагает широким набором принципов и методов районирования, которые применяются в отраслевых исследованиях (климатологии, геофизике, геохимии, геоморфологии, гидрологии и др.).

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Прежде чем анализировать сложную экологическую ситуацию в мире следует хотя бы в общих чертах определиться с глобальными проблемами человечества географического плана. Современное человечество образует сложную антропосистему с различными уровнями организации: биологическим, экономическим, управленческим, политическим, религиозным, этическим и так далее. В историческом развитии на каждом уровне организации восприятие окружающей среды, использования её ресурсов и отношения к ней менялись как у каждого индивида (члена общества), так и у групп людей, объединенных в общности по экономическим, политическим, религиозным, этническим и другим признакам.

В результате длительного взаимодействия природы и человечества сформировалось **современная ойкумена**, т.е. часть планеты, населенная человеком. В этом понимании термин «ойкумена» впервые был употреблен древнегреческим географом Гекатеем Милетским (около 546-480 до н. э.) в его «Землеописании». Незаселенная человеком территория, считалась пустыней, т.е. природа без человека пуста, она должна быть домом для человека.

Человек являет высшую форму развития живых организмов на Земле. Подобно животным и растениям, он – природное существо, но в своем отношении к природе возвышается над всеми другими организмами. Это его положение обусловлено тем, что в отличие от других организмов, над которыми полностью господствует природа, человек способен противостоять ей как общественное, обладающее сознанием существо. Сознание позволяет ему оценить результаты своего труда, включая и рукотворные изменения окружающей среды. Поэтому отношение человека к природе отличается активностью.

На начальном этапе эволюции человека, примерно 2 млн. лет назад, взаимодействие между ним и биосферой не носило всеобъемлющего характера, и человек больше зависел от природы, чем она от него. Применяя простейшие орудия, прежде всего палку, гоминиды выработали способность к коллективной защите от крупных хищников, добывали пищу. Затем палка из средства защиты превратилась в средство нападения. Со временем всё шире стали использоваться земельные и биологические ресурсы, появились города.

Резкий рост населения земного шара в последние столетия, увеличивающаяся потребность в пище и сырье привели к рукотворному преобразованию обширных территорий планеты. Изменение природы человеком со временем приобрело глобальный характер.

Истощение природных ресурсов, включая истощение почв, загрязнение воздуха и водной среды приобрели угрожающие масштабы. Была изобретена атомная бомба – средство самоуничтожения человека. Всё это чрезвычайно обострило ситуацию к концу XX века и поставило под вопрос существование человека как биологического вида. В наши дни стал реальностью кризис природно-общественных отношений, за которым просматривается продовольственный кризис, связанный с разрушением природной среды.

Одним из движущих мотивов преобразования природной среды служит стремление человека к экологическому комфорту, представление о котором в процессе

развития общества претерпевало большие изменения, поскольку требования, предъявляемые к окружающему миру, непрерывно возрастали. Развитие медицины, успехи сельского хозяйства, способствовавшие увеличению численности населения Земли, привели к тому что, улучшение условий обитания человека породило серьёзные экологические проблемы.

Современную среду обитания человека (ойкумену 20 века) по степени антропогенного изменения биоты можно классифицировать следующим образом. В первую очередь выделяются урбанизированные территории, на которых прежняя, естественная биота практически уничтожена. К ним относятся города с высоким уровнем концентрации промышленности. Следующими по степени изменения являются территории, где естественный растительный покров полностью заменен возделываемыми, т.е. сельскохозяйственными землями. Несколько меньшему антропогенному воздействию подверглись территории с островным нахождением естественных экосистем (лесов, озёр).

На больших площадях природная среда не изменена непосредственно человеком, но оказалась в зонах рассеивания загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу или гидросферу. Вовлечённые в биологический круговорот, эти вещества приводят к изменению видового разнообразия и структуры биоценозов. Загрязняющие вещества поступают и на территории полностью или частично преобразованные человеком. Чрезвычайно трудно обнаружить участки земной поверхности, на которых природная среда сохранялась бы в своём естественном состоянии. Наиболее значимые из них включены в заповедники, заказники и другие охраняемые территории. Однако и здесь нередко проявляется негативное влияние человека.

Особую категорию земель в ойкумене составляют опустыненные территории, возникновение которых связано с антропогенной деятельностью: эродированные сельскохозяйственные угодья, карьеры, отвалы и другие объекты техногенного происхождения, большей частью или полностью лишённые растительности. Разительно отличаются от них ботанические сады, парки, природные объекты ритуального значения и благоустроенные зоны отдыха. Естественно, современная среда обитания человека не мыслима без инфраструктуры – шоссейных и железных дорог, каналов, аэродромов, связи. Горными выработками освоена литосфера.

Приведённая упрощённая классификация территорий указывает на чрезвычайно сложную ситуацию в среде обитания человека, возникшей в результате исторического развития антропосистемы, и на величайшую средообразующую деятельность человека. Современные масштабы техногенного воздействия на биосферу позволяют говорить о ней как о **технобиосфере** или **антропобиосфере**, развитие которой определяется взаимодействием человека, природной среды и техники. Охватив своим влиянием всю биосферу, человек изменяет воздушную оболочку Земли, химический состав природных вод и производит существенное изменение естественного хода эволюции жизни, создавая, в частности, культурные сорта растений и породы домашних животных.

Сфера взаимодействия общества и природы, в пределах которой разумная деятельность представляет главным, определяющим фактором развития биосферы и человечества, называется **ноосферой**. В.И. Вернадский, предугадавший наступление эпохи научно-технической революции в XX веке, основной предпосылкой перехода биосферы в ноосферу считал научную мысль. Материальным её

выражением в преобразуемой человеком биосфере является труд. Единство мысли и труда не только создаёт социальную сущность человека, но и предопределяет переход биосферы в ноосферу. «Наука есть максимальная сила создания ноосферы» – таково главное положение В.И. Вернадского в учении о биосфере, призывающем преобразовать, а не разрушить ойкумену.

Свои функции в биосфере живое вещество может выполнить лишь при определённых её физических и химических параметрах, сохранившихся на протяжении нескольких миллиардов лет геологического развития Земли. Человек изменяет эти параметры, создаёт реальную угрозу разрушения среды своего обитания. Теоретически возможно полное уничтожение человеком биосферы. Возникшие в XX веке глобальные проблемы показали, что существуют естественно-исторические ограничения, накладываемые биосферой на развитие человечества.

Биосфера настолько сложна, что нарушение её современной устойчивости может привести к принципиально новому, непредсказуемому состоянию этой оболочки. Накопилось уже достаточно фактов и признаков наступления очередного общебиосферного биоценотического кризиса, причины которого – в разрушении естественных экосистем и уничтожения многих видов, а так же популяций организмов, ареалы и численность которых необратимо сокращаются. В то же время существуют явные признаки активизации эволюционного процесса, прежде всего в мире микроорганизмов.

Антропогенные изменения в биосфере происходят на фоне увеличения численности населения Земли с одновременным истощением ресурсов. Хотя создание ноосферы как высшей материальной целостности «очеловеченной природы» представляется уже не реальным, необходим механизм регулирования отношений человека с биосферой.

В середине XIX века в естествознании и философии родилась идея управления природой. А.Л. Чижевский, например, утверждал: «В покорении природы и победе над ней заключается конечный итог, конечное торжество человеческого знания. Но для того, чтобы победить природу, надо её изучать до возможной глубины. Без этого глубокого изучения победа над природой не возможна и попытки бороться с ней бессмысленны».

Усилия по созданию ноосферы, без глубокого познания законов развития и функционирования природы и общества, ведут к разрушению биосферы. Тем самым становится реальностью пророчество итальянского мыслителя Леонардо да Винчи: «На Земле появятся существа, которые будут убивать друг друга. Их злоба будет безгранична; их неистовая сила уничтожит леса и планеты; и даже насытившееся они не остановятся в распространении разрушений, мук и гонений среди живых существ. Ничего не останется, ни на земле, ни под водой, что не было бы преследуемо и не подвергалось бы искоренению; тот, кто жил в одной стране, будет изгнан в другую».

Необходимо уточнить понятие экологической проблемы. Состояние природной среды или отдельных её компонентов, имеющее эмоциональную, количественную или качественную оценку, называется **экологической ситуацией**. Антропоцентрическое, с позиции человека, понимание экологической ситуации, которая требует улучшения или предотвращения, называется **экологической проблемой**.

Современная экологическая ситуация в мире, с которой связаны проблемы охраны и воспроизводства биологических ресурсов, сложилась в результате дей-

ствия следующих факторов: усложнение и количественного роста антропосистемы; достигнутым уровнем развития промышленности и сельского хозяйства; недостаточным вниманием со стороны многих парламентов и правительств к экологическим проблемам; слабым в ряде случаев контролем за состоянием биологических ресурсов или вообще их отсутствием; неполноты научного познания организации и распределения жизни на Земле, сохраняющейся экологической безграмотности большинства населения Земли, включая специалистов, разрабатывающих тот или иной «глобальный проект» преобразования природы. Особенно следует подчеркнуть значение просветительской деятельности в оценке экологической ситуации, как в мире, так и на конкретных территориях.

В современном мире экологические, социально-экономические и политические проблемы переплелись настолько тесно, что каждая из них не может иметь изолированного, независимого решения. Учёные и политики ищут пути преодоления их. В географической литературе наиболее часто обсуждаются следующие проблемы (кроме войны и мира), прямо или косвенно связанные с природными ресурсами и средой проживания населения Земли, конкретных стран или регионов:

- рост населения и деградация земель,
 - проблемы голода и ухудшения качества продуктов питания,
 - энергетическая проблема,
 - экологические проблемы городов и промышленных центров,
 - экологические проблемы горного дела и промышленного производства,
 - экологические проблемы сельскохозяйственного производства,
 - изменение климата,
 - экологические проблемы, вызванные использованием и загрязнением вод,
 - природоохранное и заповедное дело,
-
- проблемы санитарии и гигиены окружающей среды,
 - экологическое образование и воспитание.

Рост населения и деградация земель. В экологии среди факторов живой природы важнейшим считается численность организмов. Существует понятие «ёмкость среды», т.е. сколько организмов может вместить среда, обеспечив их жизненным пространством и ресурсами. Отсюда и представление об оптимальной численности. История человечества знает много примеров гибели цивилизаций, когда географическое пространство не обеспечивает их ресурсами при увеличивающейся численности населения (конкретный пример – о. Пасхи). Ежегодно население Земли увеличивается на 70-80 млн. человек и, естественно, возникает вопрос, может ли планет прокормить их. Проблема продовольствия является самой критической в мире.

В апреле 1974 г. более чем 1500 граждан мира (лауреаты нобелевской премии, деятели науки и культуры, официальные лица) 100 государств обратились в ООН с «Декларацией о продовольствии и народонаселении», в которой, в частности, утверждалось, что битва за хлеб проиграна. Вместе с ростом населения идёт процесс деградации земель (опустынивание, заболачивание, эрозия почв, разрушение естественных луговых угодий и т.д.). Решить продовольственную проблему можно только развитием сельского хозяйства.

Развитие сельского хозяйства за последние десятилетия значительно осложнило экологическую дилемму, которая заключается в следующем. Если цивилизация стремится к максимальной продуктивности сельскохозяйственных земель, то

природа к максимальной стабильности. Наиболее сложные и поэтому наиболее стабильные естественные природные экосистемы имеют наименьшую продуктивность. Человечество не откажется от дальнейшего развития сельского хозяйства, и по этой причине будет нарастать экологическая опасность, заключающаяся в следующем:

- расширение обрабатываемых земель сокращает площади с естественными экосистемами, увеличение урожайности возделываемых культур требует применения удобрений и средств защиты растений (пестицидов) – отсюда загрязнения среды,

- изменение биоразнообразия в результате увеличения ассортимента возделываемых сортов и широкой интродукции и акклиматизации и сокращения представителей дикой флоры и фауны.

Проблема голода и ухудшения качества продуктов питания непосредственно связана с первой.

Энергетическая проблема вызвана необходимостью энергетического обеспечения существующего и потенциального народно-хозяйственного и жилищно-коммунального комплексов при исчерпаемости природных углеводородных и других ресурсов. **Экологические проблемы городов и крупных промышленных центров** вызваны тем, что эти искусственные экосистемы не могут функционировать без производимой энергии. Отсюда возникает комплекс проблем экологического порядка – энергообмен и массообмен в биосфере, загрязнение среды в результате трансграничного переноса и другие.

Экологические проблемы горного дела и промышленного производства проявляются в разрушении естественной природы и в загрязнении атмосферного воздуха, вод, почв, в накоплении загрязняющих веществ в растениях, грибах, животных и человеке.

Экологические проблемы сельскохозяйственного производства, включая мелиоративное освоение новых, ранее не пригодных по каким-либо причинам к производству сельскохозяйственной продукции земель, также многообразны, как и предыдущие.

Экологические проблемы, вызванные использованием и загрязнением вод столь очевидны, что не нуждаются в дополнительном объяснении.

Природоохранное и заповедное дело. В сложившуюся систему охраняемых территорий уже включены наиболее примечательные природные объекты, которые по каким-либо причинам географического и экологического порядка не могли быть изменены или еще слабо нарушены человеком. Эта система охраняемых территорий, по мере роста численности населения и экономико-географических преобразований, должна постоянно пополняться новыми охраняемыми территориями и объектами, хотя возможности ее расширения снижаются.

Проблемы санитарии и гигиены окружающей среды. Ухудшение качества окружающей среды во многом вызывается ее замусориванием, принявшем глобальные масштабы. В конечном итоге практически все результаты экономических усилий и жизнедеятельности человечества оказывается на полигонах захоронения, в мусорных свалках и на станциях аэрации.

Экологическое образование и воспитание призваны подготовить следующее поколение населения конкретных стран к восприятию накопленных экологических проблем, проведению научных исследований, обобщению опыта предше-

ствующих поколений по использованию ресурсов и отношений с природной средой, а так же принятию оптимальных решений в области природопользования с учетом экономических и экологических реалий. Несмотря на многообразие проблем, стоящих перед человечеством, включая политические, экономические, связанные с войнами, этническими и религиозными конфликтами, все проблемы экологического порядка относятся к важнейшим.

При анализе экологических проблем следует учитывать развитие в современной физической географии положения о **гетерохронности** (метахронности по К.К. Маркову) – неодновременном переходе географической среды из одного качественного состояния в другое на отдаленных территориях, и представления о **синхронности** происходящих процессов в конкретных регионах географического ранга (материках, поясе, зоне, стране и т.д.).

Ухудшение состояния среды на конкретной территории, где ведётся интенсивная хозяйственная деятельность человека, может быть объяснена антропогенным фактором. Но подобное ухудшение среды может быть вызвано её естественными причинами. В частности, снижение устойчивости и гибель лесов из ценных пород (в Беларуси – ель) происходит в Европе, Азии и в Соединенной Америке, как в условиях загрязнения среды, так и на охраняемых территориях. Не выявив гетерохронности или синхронности в изменении параметров среды, можно не корректно объяснить причины экологической ситуации.

Следующее обстоятельство, которое необходимо учитывать при анализе экологической ситуации, – **цикличность**. В изменчивости природной среды существуют циклы различной продолжительности – от суточного до многолетних и вековых. Хорошо известны 11-летние и вековые циклы солнечной активности, оказывающие влияние на погодно-климатические условия, первичную продуктивность лесов, уровень режим озёр и т.д. Изменение состояния среды на вершине цикла или у его минимума, вызванное естественными причинами, может быть неверно связано с началом хозяйственных мероприятий (например, осушение болот) или с работой крупных промышленных производств, хотя они не всегда отрицательно влияют на эту среду.

Ярким примером дискуссии и неоднозначности выводов о причинах, породивших ту или иную проблему, может быть изменение климата в XX и XXI веках. Вывод о том, что изменение глобального климата отчасти обусловлено хозяйственной деятельностью человека, с большой осторожностью был сформулирован в оценочном докладе Международной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 1995 г.

Согласно этой идеи, антропогенное увеличение углекислого газа в атмосфере, начиная с середины 1880-х гг., привело к повышению ее температуры на 0,5 °C, несмотря на то, что это потепление маскируется колебаниями прозрачности атмосферы. О катастрофических последствиях потепления для человечества или населения конкретных стран существует огромный объём публикаций. Однако в настоящее время нет убедительных доказательств влияния человеческой деятельности на климат больших территорий. Более того, обнаруживаемую палеоданными синхронность изменений концентрации углекислого газа и повышение температуры воздуха за последние 160 лет, по мнению некоторых климатологов, следует интерпретировать как отображающую влияние приземной температуры воздуха на концентрацию CO₂.

С одной стороны, антропогенному усилению парникового эффекта в прогнозах дальнейшего потепления климата отводится основная роль. С другой, согласно Ю.В. Казанцеву (2003), данный сценарий развития климатической ситуации не является корректным, так не существует самого парникового эффекта, а климатическая система Земли находится в равновесном состоянии, что исключает возможность антропогенного воздействия на климат.

Анализ временных рядов приземной температуры воздуха для Европы позволяет считать современное потепление климата природно обусловленным и являющимся результатом суперпозиции различных циклических вариаций, в особенности связанных с изменением солнечной активности. Мощность зарегистрированного глобального потепления климата близка к той, которую дают прогностические климатические оценки, но она не отличается от мощности естественной изменчивости. Это обстоятельство не позволяет утверждать, что современное потепление климата связано с ростом парниковых газов в атмосфере.

Глобальный климат постоянен при неизбежных его локальных изменениях. Несомненно, также колебания климата в разных пространственных масштабах. Изменение приземной температуры цикличны и ничего кроме циклов разной продолжительности в изменчивости климата не существует (Котляков, 1997).

В первом приближении все экологические проблемы можно разделить на три больших группы: изменение численности организмов, переселение организмов человеком и изменение среды обитания. Для каждой этой группы можно привести множество примеров. Уменьшение численности организмов приводит, как правило, к обеднению, вплоть до исчезновения, наиболее ценных для человека видов в биоразнообразии. Красные книги призваны приостановить этот процесс. О последствиях переселения организмов можно судить по хорошо известному завозу в Австралию кроликов.

Информацией об изменении среды произрастания растений, обитания животных и проживания человека насыщена вся географическая и экологическая литература и периодические издания.

Экологические проблемы, отражающие жизнеспособность и численность живых организмов, включая человека, можно разделить на две большие группы. Первая из них объединяет проблемы, вызываемые естественным ходом изменения природных условий жизни – климата, почв, водного режима и других естественных явлений среды. Вторая группа проблем включает последствия, возникающие в живой природе в результате хозяйственной деятельности человека – неграмотного, нерационального использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

Действуя одновременно, естественная динамика условий существования организмов и антропогенные их изменения могут привести (и приводят) к наиболее неблагоприятным результатам для биоты. В частности, атмосферная засуха, как следствие естественной ритмики увлажнения, при одновременном мелиоративном осушении болот создает условия для возникновения наиболее угрожающих лесных пожаров, в огне которых гибнет лесная флора и фауна. Продолжительные засухи и, как следствие, обезвоживание территории, гибель посевов, разрушение домашними животными растительного и почвенного покрова приводят даже в XX и XXI веках к голодной смерти значительной части населения некото-

рых государств. Природные и антропогенные экологические проблемы характеризуются масштабностью их проявления.

Важна, таким образом, приоритетность принятия решений по снижению их последствий. Для дикой природы масштабность проявления может определяться гибелью растений и животных, их заболеваемостью, снижением продуктивности, изменением численного соотношения между отдельными группами организмов и перемещением животных с целью поиска лучших мест обитания. Для человека масштабность проявления экологических проблем определяется состоянием его здоровья, уровнем смертности и рождаемости населения.

Экологические проблемы имеют также и географическое содержание: они присущи часто определенной территории и конкретным средам – воздушной, водной и почвенно-грунтовой. Некоторые из них, например, глобальные изменения климата, охватывают биосферу в целом. Проявление других ограничено конкретными географическими пространствами.

Есть экологические проблемы, свойственные Европе (например, перенос загрязняющих веществ западным потоком воздушных масс и выпадение кислотных дождей) или конкретным регионам со свойственными им природными ресурсами (осушение болот в гумидной зоне, деятельность горнодобывающей промышленности). Крупные промышленные центры и отдельные экологически опасные предприятия загрязняют окружающую среду определенной географической размерности. Площадь, на которой происходит значительное изменение биоты, может варьировать от небольшой, узколокальной территории (хутора) до суши и океана в целом. Как невозможно перечислить все современные экологические проблемы, так же невозможно определить территорию, на которой существует конкретная проблема. В итоге, проявления такого рода проблем сводятся к глобальному экологическому ухудшению современной ойкумены.

Территории Беларуси свойственны не только специфичные, связанные с функционированием ее народнохозяйственного комплекса экологические проблемы, но и проблемы планетарного характера. Последние еще более угрожающи. От них невозможно отгородиться государственными границами. При решении внутренних проблем, возникших на территории Беларуси, следует использовать как собственный, так и международный опыт в деле охраны природы.

Для более полного изучения экологических проблем антропогенного происхождения их можно подразделять по источникам загрязнения (кто загрязняет), загрязняющим веществам (чем загрязняют) и по изменениям в биоте, вызванным использованием природных (климатических, водных, почвенных, минерально-сырьевых и биологических) ресурсов. Экологические проблемы по масштабности проявления и источникам возникновения, а также по экономическим затратам на их решение чрезвычайно разнообразны. Важнейшая экологическая проблема современности – сохранение природного биоразнообразия.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Мировым океаном называется непрерывная водная оболочка Земного шара, над которой выступают элементы суши – материки и острова и которая обладает единством, т.е. взаимосвязанностью частей и общностью солевого состава. Мировой океан как водная оболочка Земли, в отличие от суши, представляет собой единое, целостное природное тело. Единство океана как водной массы обеспечивается его специфическими особенностями (Физическая география Мирового океана, 1980):

- Океан обладает огромной поверхностью (361 млн. км^2) и колоссальным объемом вод ($1,3 \text{ млрд. км}^3$);
- постоянством солевого состава и небольшим изменением плотности океанических вод;
- в толще вод океана вертикальные различия океанологических характеристик вполне сравнимы с пространственными;
- жизненная среда океана непрерывна;
- движение вод океана непрерывно;
- воды океана обладают соленостью;
- в океане нет резких природных границ;
- в Мировом океане осуществляется глобальный механизм трансформации энергии и обмена веществ.

Воды Мирового океана образуют основную часть гидросферы Земли – **океаносферу**. Общий объем воды на планете составляет 1386 млн. км^3 , из которых на воды океана приходится 96 %, т.е. 1338 млрд. км^3 . Мировой океан покрывает почти $\frac{3}{4}$ поверхности Земли, что составляет 361 млн. км^2 или 71% её территории. Относительно общих размеров нашей планеты Мировой океан – лишь тонкий слой воды, однако толщина этого слоя в 3,14 раза превышает среднюю высоту суши, а площадь распространения почти в 2,5 раза.

В отличие от земной поверхности, состоящей из отдельных разрозненных массивов различных размеров, Мировой океан представляет собой единое целое. Его воды имеют неравномерное распределение по поверхности Земли по полушариям и отдельным широтным поясам. Более водным является южное полушарие, где поверхность воды составляет 81 %. В северном полушарии на долю Мирового океана приходится уже 61 %. В отдельных широтных зонах суша преобладает над океаном – в северном полушарии на широтах $50-70^\circ$, а в южном – 75° и южнее.

Наибольший удельный вес суши в общей поверхности широтного пояса (72 %) приходится на параллель 70° с. , а наибольшее преобладание водной поверхности (99,9 %) – на параллель 60° ю. ш. Земной шар делят иногда на так называемые океаническое и материковое полушария, граница между которыми проходит по большому кругу, пересекающему экватор вблизи меридианов 90° в. и 90° з. д.

В океаническом полушарии, «полюс» которого расположен в координатах $47^\circ 15' \text{ ю.ш.}$ и $177^\circ 30' \text{ в.д.}$, водная поверхность занимает 90,6 % всей площади. Здесь расположены Антарктида, Австралия, небольшая часть Южной Америки, а

так же ряд крупных островов севернее и северо-западнее Австралии. В материковом полушарии («полюс» – $47^{\circ}15'$ с.ш., $2^{\circ}30'$ з.д.), где расположена основная часть суши, водная поверхность занимает 51 % территории всего полушария.

Часть Мирового океана, расположенная между материками, обладающая большими размерами, самостоятельной системой циркуляции вод и атмосферы над ней, существенными особенностями гидрологического режима, называется **океаном**. Вопрос о границах океанов и морей дебатировался уже более 150 лет. К сожалению, до сих пор нет общепризнанного подразделения Мирового океана и общепринятых границ океанов, морей, заливов и проливов.

Границы Мирового океана, принятые в 1953 г. Международным географическим обществом, делят его на четыре океана: Атлантический, Тихий, Индийский и Северный Ледовитый. Каждый из этих океанов рассматривается без входящих в него морей, а Атлантический и Тихий океаны разделены на северную и южную части по экватору.

На юге границы между Атлантическим, Индийским и Тихим океаном проведены по меридианам южных оконечностей Южной Америки, Африки и Австралии (о. Тасмания) до Антарктиды. Для удобства составления морских карт водные границы океанов и морей определяются по меридианам, параллелям и локсодромии (от греч. *loxós* – косою и *dromos* – путь; линии, пересекающие меридианы под постоянным углом), т.е. таким образом, чтобы на карте они были представлены прямыми линиями. Однако, границы, принятые Международным гидрографическим бюро, не нашли широкого признания.

В разных странах, и в научной литературе и в географических атласах, до настоящего времени приводятся существенно различающиеся между собой подразделения Мирового океана: он делится на три, четыре и даже пять океанов. Так, например, в Германии принято выделять лишь три океана. Северный Ледовитый океан включается под названием «Северное полярное море» или «Арктическое море» в состав Атлантического океана.

Границы этого океана так же проводятся по-разному: в одних случаях Норвежское и Гренландское моря относят к Северному Ледовитому океану, в других – к Атлантическому. Некоторые географы выделяют Южный океан (Антарктический океан, Южное море), состоящий из южных окраин Атлантического, Индийского и Тихого океанов и окружающий Антарктиду.

В отечественной географической литературе Мировой океан принято подразделять на четыре океана: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый.

Тихий океан, часто называемый Великим, – самый большой по площади и объёму вод и самый глубокий (и по средней, и по предельной глубине). Он покрывает более 1/3 поверхности Земли (181 млн. км²). Наибольшая глубина Тихого океана (и в Мировом океане в целом) $11\,022$ м; она измерена экспедицией советского исследовательского судна «Витязь» в 1957 году в Марианском желобе. Его средняя глубина примерно на 200 м превышает среднюю глубину Мирового океана, составляющую около 3700 м.

Тихий океан охватывает водные пространства между Азией и Америкой, от Берингова пролива до Антарктиды. На юго-востоке его граница с Индийским океаном проходит от п-ова Малакка (долгота $98^{\circ}18'$ в.) через острова Суматра, Ява, Сумба, Тимор, Танимбар и Чут до Новой Гвинеи и далее до Австралии ($11^{\circ}05'$

ю.ш., 142°03' в.д.), от Австралии до о. Тасмания и от него по меридиану 146°55' в.д. до Антарктиды.

Атлантический океан – второй по величине (94 млн. км²). Он представляет собой относительно узкий (шириной около 5 000 км) S-образный бассейн, протягивающийся от Арктики до Антарктиды. Атлантический океан самый протяжённый с севера на юг. Северная граница океана проходит от побережья Норвегии (на северной широте 61°) через Фарерские острова и о. Исландия до Гренландии (на широте 70°09'), далее по юго-восточному и юго-западному побережьям этого острова до параллели 70° с.ш., по этой параллели до Баффиновой Земли и по восточной границе Гудзонова пролива до п-ова Лабрадор. Южной границей служит побережье Антарктиды.

На юго-западе граница с Тихим океаном проходит от Южной Америки (на западной долготе 69°55') через острова Хозисон и Смит (Бородино), входящие в архипелаг Южных Шетландских островов, до Антарктического полуострова в Антарктиде (на 61°12' з.д.), а на юго-востоке граница с Индийским океаном – по меридиану м. Игольный (20° в.д.) от Африки до Антарктиды. Атлантический океан немного мелководнее (примерно на 200 м), чем Мировой океан. Его максимальная глубина – 8742 м зарегистрирована в глубоководном желобе Пуэрто-Рико.

Индийский океан – третий по своей величине океан (74 млн. км²). Он простирается между Австралией на востоке и Африкой на западе и от Азии до Антарктиды. Его водные границы с другими океанами были приведены выше. Средняя глубина Индийского океана 3840 м и приблизительно равна средней глубине Мирового океана, максимальная – 7729 м находится в Яванском желобе.

Северный Ледовитый океан представляет собой округлый, окружённый сушей, полярный бассейн небольших размеров (12 млн. км²) с центром около Северного полюса. Он мелководный – средняя глубина составляет всего 1 117 м, максимальная – 5 527 м в котловине Нансена. Почти круглый год океан покрыт льдами. Северный Ледовитый океан связан с Атлантическим только проливами между Гренландией и Исландией и между Исландией и Северной Европой.

Из общей площади водной поверхности Мирового океана существенную часть занимают моря и большие заливы – почти 1/6 его часть, около 60 млн. км², из которых более 25 млн. км² приходится на Тихий океан, около 15 млн. км² – на Атлантический, около 10 млн. км² – на Индийский и около 8 млн. км² – на Северный Ледовитый океан. По удельному весу морей в общей площади океанов первое место занимает Северный Ледовитый океан (56%), далее следует Атлантический (16%), Тихий (14%) и Индийский (13%) океаны. Наиболее глубоко в материк врезаются моря Атлантического океана. Здесь находятся наиболее значительные внутренние моря (Средиземное и др.).

Море – это сравнительно небольшая часть океана, вдающаяся в сушу или обособленная от других его частей берегами материков, полуостровов и островов. Море обладает геологическими, гидрологическими и другими чертами, существенно отличающимися от соответствующих черт океана. Чем более замкнуто море сушей, тем в большей степени оно отличается от океана. Условно морем называют некоторые открытые части океанов, например, Саргассово море, некоторые заливы (Гудзонов, Мексиканский) или некоторые крупные озёра (например, Каспийское, Мёртвое).

По степени обособленности и особенностям гидрологического режима моря подразделяют на: внутренние (внутриматериковые и межматериковые), окраинные и межостровные.

Внутренние моря – это моря, глубоко вдающиеся в сушу и сообщающиеся с океаном или с прилегающим морем проливами. Внутренние моря имеют затруднённую связь с океаном, поэтому их гидрологический режим существенно отличается от гидрологического режима прилегающих районов океана. **Межматериковые моря** расположены между двумя или несколькими материками (например, Средиземное море, Красное море). **Внутриматериковые моря** находятся внутри какого-либо материка. К морям этого типа относятся моря Азовское, Балтийское, Белое.

Окраинные моря отделяются от океана островами или полуостровами, или вдаются в материк и имеют относительно свободную связь с океаном, поэтому гидрологический режим этих морей имеет большое сходство с режимом смежных районов открытого океана. К числу окраинных морей относятся моря Баренцево, Чукотское и др. Они расположены обычно на шельфе.

Межостровные моря окружены кольцом островов или архипелагов, пороги между которыми препятствуют свободному водообмену с открытой частью океана (например, Яванское море, море Фиджи или Банда).

Выделение морей, их границ, размеров и даже названий не совсем ещё установилось; даже число морей по разным данным сильно отличается: от 17 (Маркус, 1930) до 89 (Вюст, 1936). По подразделению, принятому Международным гидрографическим бюро (МГБ) и Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО в целях упорядочения международного обмена океанографическими материалами, насчитывается 59 морей. В океанах и морях выделяются также отдельные их части и районы, отличающиеся очертаниями, морфологией дна и гидрологическим режимом. Это – заливы, бухты, лиманы, лагуны, фиорды, проливы.

Залив – часть океана или моря, вдающаяся в сушу, но имеющая свободный водообмен с остальной частью открытого океана или моря (за исключением особых случаев одностороннего стока морских вод в залив, например, Сиваш). Вследствие свободного водообмена, залив по гидрологическому режиму мало отличается от прилегающего района океана или моря. В виде примеров можно назвать заливы Бискайский и Гвинейский в Атлантическом океане, Аляска в Тихом океане, Бенгальский в Индийском.

Иногда название залив даётся отдельным частям океана, которые по своему гидрологическому режиму являются морями. Так, например, Мексиканский, Персидский и Гудзонов заливы следует отнести к морям, а море Бофорта правильнее считать заливом. Однако традиционные названия довольно прочно укрепились и в практике, и в науке. **Бухта** (от нем. *bucht*) – небольшой залив, сильно отчленённый мысами или островами от основного водоёма (океана или моря). Бухты обычно хорошо защищены от ветров и часто используются для устройства портов. Примером таких водных объектов могут служить Цемесская бухта в Чёрном море (Новороссийский порт), Золотой рог в Японском море (Владивостокский порт), Находка (там же).

Лиман (от греч. *limēn* – гавань, бухта) – это залив с извилистыми невысокими берегами, отделённый от моря песчаной косой с узким проливом, соединяющим

лиман с морем; образующийся при затоплении морем долин равнинных рек в результате относительного погружения прибрежных частей суши (например, Днепровский и Днестровский лиманы на побережье Чёрного моря). На гидрологический режим лиманов может сильно влиять впадающая в него река. Эти водные объекты часто относят к озёрам или устьевым областям рек.

Губа – распространённое на севере России поморское название далеко вдающихся в сушу морских заливов и бухт, в которые обычно впадают крупные реки (Чёшская в Баренцевом море, Обская в Карском море).

Фиорд (от норв. *fjord*) – узкие глубокие морские заливы с высокими крутыми и скалистыми берегами, возникшие в результате обработки древним ледником и последующим затоплением морем речных долин и тектонических впадин. Они имеют длину до 200 км. и более, и глубину свыше 1 км. Они наиболее распространены в Норвегии (Согнефиорд), Гренландии, Чили и др.

Фьёрд (от швед. *fjärd*) – мелководный залив с невысокими, но крутыми скалистыми берегами и множеством скалистых островов. Многочисленны в Швеции и Финляндии.

Пролив – относительно узкое водное пространство, разделяющее какие-либо два участка суши и соединяющие смежные водные бассейны (отдельные океаны, моря или их части). Например, Берингов пролив, соединяющий Тихий и Северный Ледовитый океаны и разделяющий Азию и Америку; Гибралтарский, соединяющий Средиземное море с Атлантическим океаном и разделяющий Европу и Африку; Лаперуза между островами Сахалин и Хоккайдо, соединяющий Охотское и Японское моря.

Шириной пролива считают расстояние между разделёнными водой участками суши, длиной пролива – расстояние между основными водными объектами (между входным и выходным створами). Предельные величины проливов: длина около 1760 км (Мозамбикский), ширина 1120 км (Дрейка).

Происхождение впадин океанов. Множество гипотез о происхождении впадин океанов можно объединить в три основные группы (Физическая география Мирового океана, 1980):

- первичности океанов, т. е. образование их в период возникновения самой земной коры;
- вторичного образования впадин в пределах отдельных участков материковой коры;
- формирования океанов в процессе горизонтальных движений глыб земной коры.

Согласно первой гипотезе земная кора океанического типа сформировалась еще в архее, до образования кислородно-азотной атмосферы и покрывала весь земной шар. Вулканические и изверженные породы при охлаждении Земли явились основой базальтового слоя планеты, т. е. первичной базальтовой коры. Рельеф не был расчленен на впадины и выступы. Существовали лишь понижения, заполненные водой.

Первичная базальтовая кора представляла собой пленку пузырчатого силикатного вещества, напоминающего пензу. Вулканическая деятельность приводила к образованию первичных возвышенностей. Вода размывала эти возвышенности, и в мелководных бассейнах начался процесс терригенного осадков накопления (из продуктов выветривания).

Накопленные вулканические породы (лавы и туфы), песчано-глинистые осадки и химические отложения в результате метаморфизма превратились в комплекс амфиболитов и гнейсов, которые явились древнейшими породами в первичных ядрах будущих континентов. Дальнейшее преобразование земной коры шло через геосинклинальный процесс.

В протерозое (следующие 2 млрд. лет) закладываются крупные прогибы. Их развитие сопровождалось вулканизмом и складчатостью. Осадочные и вулканические отложения подверглись уплотнению, перекристаллизации и гранитизации. Геосинклинальная область испытывала поднятие и консолидировалась. Все эти процессы привели к возникновению в конце протерозоя гранитно-метаморфического фундамента, который «спаял» архейские массивы между собой, и к началу палеозоя образовался монолитный остов древних платформ.

Древние платформы занимали значительно меньшую площадь, чем в современное геологическое время. Примерно 85 % земной поверхности занимали пространства океанической коры. В мелководном океане с множеством вулканических островов объем воды был значительно меньше, чем сейчас. Его дальнейшее развитие сопровождалось углублением котловин и увеличением объема воды. По мере увеличения расчлененности рельефа суши и развития органической жизни возросли процессы терригенного и биогенного осадконакопления.

В последующие геологические эры (палеозой, мезозой и кайнозой) происходило наращивание площади материков и оформление их переходных зон. Геологические процессы приводили к изменению в соотношениях суши и акватории, размеров материков и океанов, их объединению или распаду. В частности, в результате альпийского орогенеза исчез океан Тетис, закрытие которого началось в меле. В мезозой начали формироваться срединные океанические хребты.

Гипотеза о первичности Океана не объясняет существование микроконтинентов (Европы, Сибири, Казахстана и Китая) и распад Гондваны.

Гипотеза о вторичности океанических впадин возникла давно и имела большое число сторонников (начиная с Э. Зюсса). Суть ее заключается в следующих позициях. Образование океанических впадин происходит на месте материков. Так, Атлантический океан возник в результате «обрушения» части континента, существовавшего между Европой и Северной Америкой (Штиле, 1964). Интрузии основных изверженных пород настолько интенсивно проплавливают земную кору, что она теряет свои свойства, присущие ей под материками и превращается в кору океанического типа (Архангельский, 1941).

Дальнейшее развитие этой гипотезы принадлежит В. В. Белоусову (1968). Согласно его версии, образование океанов началось в конце палеозоя, когда расплавленный материал мантии начал подниматься вверх к поверхности в виде огромных диапиров, которые внедрялись в материковую кору и изливались на поверхность. Под тяжестью плотных метаморфических пород, слагающих этот тип земной коры, происходило опускание части материков и образование океанических впадин. Этот процесс назван «океанизацией» или «базификацией» земной коры. Океанические впадины всех океанов оформились в конце мела. В современное геологическое время «океанизация» земной коры продолжается в срединных океанических хребтах.

Превращение мощной материковой коры в тонкую океаническую у геофизиков (В.А. Магницкий и др.) не нашел объяснения: легкая кора не может погрузиться в

плотное вещество мантии. Если это произошло, то переработке подвергся бы нижний базальтовый слой, а в океаническом типе коры сохранился бы верхний гранитный слой.

В последние годы наибольшей популярностью пользуется гипотеза формирования океанических впадин в результате дрейфа литосферных плит. Конвекционная ячейка существует 200-300 млн. лет (по оценкам Хесса, 1955). За это время мантийный материал, поднявшись в осевых частях срединно-океанических хребтов, двигаясь от хребтов к материкам, достигает зон, где он «всасывается» обратно в мантию.

Материки пассивно перемещаются на этом мантийном материале. Дно океана замещается новым мантийным материалом и обновляется каждые 300-400 млн. лет. Это объясняет наличие сравнительно маломощного чехла осадочных пород на дне океанов, отсутствие горных пород древнее юры (195-135 млн. лет назад) и малое количество вулканических подводных гор.

Геологическое строение океанической земной коры: Общая мощность океанической земной коры варьирует от 5 до 15 км, средняя составляет 6-8 км. По своему строению она принципиально отличается от континентальной, так как полностью выпадает гранитный слой. Океаническая кора состоит из 3 слоев: осадочного, базальтового и габбро-серпентинитового.

Осадочный (первый) слой с поверхности покрывает дно океана. Его мощность колеблется от нескольких метров до 2 км вблизи континентов и на некоторых крупных подводных плато и возвышенностях, удаленных от материков. На участках крутого уклона (уступы, склоны гор и др.) осадки соскальзывают, обнажая породы второго и третьего слоев. Наименьшая мощность осадочного слоя наблюдается в пределах срединно-океанических хребтов. Дно рифтовой долины покрыто тонким (менее 1 мм) слоем органических осадков.

В океаническом ложе мощность осадков не превышает 500 м и закономерно увеличивается при движении от срединно-океанических хребтов к континентам. Аномально высокие мощности установлены по перифериям океанов (периокеанические прогибы), превышая 15 км, и в котловинах окраинных морей (Охотское, Японское).

Стратиграфический диапазон осадочного слоя океанской коры – от позднеюрского до голоценового. Распределение разновозрастных осадков на дне Мирового океана носит закономерный характер: в центральных районах (срединно-океанические хребты) располагаются наиболее молодые (современные) образования, а по мере приближения к континентам все более и более древние покровы. Такое изменение в пространстве возраста осадочных пород океана свидетельствует о его последовательном раскрытии вдоль рифтовой долины и исчезновении древних отложений в зонах субдукции.

Базальтовый (второй) слой океанской коры сложен чередующимися базальтовыми лавовыми потоками, брекчией, вулканическим пеплом и долеритовыми дайками (интрузивный аналог базальта).

Верхняя часть базальтового слоя формировалась в условиях подводного вулканизма, проявляющаяся в виде гигантских поверхностей базальтовых потоков различной формы. Иногда потоки лав перекрывались донными осадками, образуя своеобразный «слоеный пирог». С глубиной количество и мощность базальтовых пластов увеличиваются, а слои осадочных пород исчезают.

В нижней части базальтового слоя располагаются долеритовые дайки, образующие систему субвертикальных трещин, которые ранее служили каналами для базальтовых лав, изливавшихся на океанское дно. Мощность базальтового слоя варьирует от 1,5-2,0 км (в районах подводных поднятий) до 500 м (в наиболее глубоких впадинах).

Образование базальтового слоя происходит в зоне рифтовой долины срединно-океанических хребтов. Вулканизм хребтов связан с плавлением мантийных пород при снятии давления. Когда две смежные океанские плиты расходятся в стороны, горячие мантийные породы поднимаются и заполняют образующийся промежуток. В первую очередь плавится базальтовая составляющая мантии, так как имеет наиболее низкую температуру плавления. При этом происходит выплавление базальта, из которого формируется второй слой океанской коры.

Габбро-серпентинитовый (третий) слой называют истинным фундаментом океанской коры. Он прослеживается стабильно во всех частях океанов и характеризуется постоянством мощности (5-6 км) и скорости распространения сейсмических волн. Этот слой сложен в основном габброидами и серпентинизированным перидотитом – ультраосновной магматической породой мантийного происхождения, видоизмененной в результате контакта с океанскими водами.

Верхняя часть слоя представлена габбро, которые образовались при медленной кристаллизации базальтовых расплавов в магматическом очаге. Нижняя часть – состоит из серпентинитов, возникших при гидратации основных пород мантии по трещинам литосферы.

На материковых окраинах, в пределах шельфа, земная кора имеет строение типичное для материков, но это – так называемая **субконтинентальная кора**. Под осадочным чехлом здесь залегает гранитный слой. Под ним располагается базальтовый. Средняя мощность коры на шельфах составляет около 30 км. Осадочный чехол на материковых окраинах залегает на поверхности складчато-метаморфического фундамента, состоящего из гранитов, гнейсов, кристаллических сланцев, кварцитов, мраморов и других метаморфических пород.

В районах выхода к побережьям древних платформ фундамент имеет докембрийский возраст, а в зонах распространения палеозойской складчатости (каледонид, герцинид) – возраст от силурийского до пермского. Рельеф поверхности фундамента на шельфах большей частью не согласуется с современным подводным рельефом.

В связи с довольно большой расчлененностью рельефа фундамента осадочный чехол материковых окраин имеет значительные изменения мощностей. Возраст их колеблется от триасово-юрского до кайнозойского, но в некоторых прогибах в основании осадочной толщи встречаются и нижнепалеозойские породы. На узких шельфах вдоль открытых побережий (например, шельфы Африки, Южной Америки, Австралии) пакки осадков залегают моноклинально, с наклоном в сторону океана, что обусловлено длительным погружением материковых окраин в мезозое и кайнозое.

На широких шельфах (например, Северное и Охотское моря) чередуются прогибы с мощной толщей отложений и поднятия фундамента, где мощность осадков сокращена. В зоне материкового склона мощность осадков повсеместно увеличивается книзу, достигая максимума в предматериковых прогибах, где за счет их накопления произошла инверсия рельефа от прогибов к наклонным равнинам.

В переходных зонах на островных дугах и подводных хребтах фундамент сложен мезозойско-кайнозойскими складчато-метаморфическим и вулканогенным комплексами пород, а на дне котловин краевых морей он образован, как правило, позднемеловыми и палеогеновыми покровами базальтов. Рельеф фундамента здесь согласуется с современным рельефом, что объясняется геологической молодостью переходных зон.

На подводных склонах хребтов и островных дуг залегают осадки неогенового возраста. В котловинах краевых морей наблюдаются толщи кайнозойских, а местами и верхнемеловых, отложений от 1 до 12 км мощностью, заполняющих впадины фундамента.

На ложе океана поверхность фундамента образована кровлей второго слоя земной коры, сложенного толеритовыми базальтами различного возраста. На островах и вершинах подводных гор преобладают щелочные базальты, а в зонах разломов встречаются долериты, габброиды и ультраосновные породы (перидотиты, серпентиниты и другие). Возраст базальтов фундамента закономерно увеличивается в обе стороны от оси срединно-океанических хребтов – от неоген-четвертичных в рифтовых до позднеюрско-мелового вблизи материковых окраин. Основные черты рельефа фундамента совпадают с общим морфоструктурным планом ложа океанов. Осадочный чехол состоит здесь из рыхлых (терригенные и биогенные илы, глубоководные глины), полууплотненных (илы, мергели, вулканические пеплы, рыхлые известняки) и уплотненных (плотные известняки, кремни, песчаники) отложений.

Распределение мощностей осадочного чехла на ложе океана характеризуется четко выраженной симметричностью относительно оси срединно-океанических хребтов. На флангах хребтов осадки имеют гнездовое распространение, заполняя межгрядовые долины мощностью от 100 до 300 метров. В рифтовой зоне осадки отсутствуют, залегая тонким слоем лишь в желобах поперечных разломов и некоторых продольных ложбинах.

В зонах абиссальных холмов осадки не только заполняют ложбины, но и облекают холмы и гряды, а также хоронят мелкие неровности рельефа фундамента. Мощность их 300-600 м, до 1 км в ложбинах. На абиссальных равнинах мощность осадочного чехла около 1 км и чуть более, а в предматериковых прогибах – 3-4 км, местами до 8-10 км и более.

Существуют различия в общей мощности осадочного чехла котловины отдельных океанов, обусловленные их размерами и удаленностью от источников сноса терригенного материала. Наиболее значительные мощности наблюдаются в Северном Ледовитом океане, Северной Атлантике и северной части Атлантического и Индийского океанов, и отдельных районов Тихого океана. Наименьшие мощности (не более 400-500 метров) отмечаются на огромных просторах котловин Тихого океана.

В целом же закономерное увеличение мощностей и возраста осадочного чехла относительно оси срединно-океанических хребтов, как и возраста пород фундамента, свидетельствует о формировании их в условиях последовательного раздвижения литосферных плит с образованием в рифтовых зонах новой, молодой океанической коры.

Рельеф дна. Несмотря на то, что морфологию дна Мирового океана изучают сравнительно давно, существуют различные точки зрения на выделение форм

подводного рельефа и их размеры. Это объясняется пока недостаточно полной изученностью дна океанов. Наибольшее распространение получили глубины от 3 до 5 км (53,5 %). Они занимают 73,8 % всей площади океанов. Глубины от 3 км до 200 м – 16,5 %, и только 7,2 % поверхности – глубины менее 200 м. Средняя глубина Мирового океана равна – 3794 м.

В зависимости от глубины Мировой океан подразделяют на следующие **батиметрические зоны**: литоральную (прибрежную, ограниченную глубинами в несколько метров), неритовую (до глубины около 200 м), батимальную (до глубины около 3 км), абиссальную (от 3 до 6 км), гипабиссальную (глубже 6 км). С конца XIX века установилась традиция отождествлять различные глубины Океана с основными формами рельефа его дна, выделяя материковую отмель (до 200 м), континентальный склон (от 200 м до 2-3 км), ложе океана (от 3 до 6 км) и глубоководные впадины (глубже 6 км).

Рельеф дна Мирового океана в основном горный и холмистый и по своей сложности и разнообразию не уступает рельефу суши. Его дно может быть подразделено на следующие **геоморфологические структуры**: геотектуры (планетарные морфоструктуры), региональные, локальные (морфоскульптуры) и микро-рельеф.

К геотектурам относятся крупнейшие морфоструктуры, имеющие всеобщее распространение и переходящие из одного океана в другой: подводные окраины континентов, переходная зона, океаническое ложе, срединно-океанические хребты. К региональным морфоструктурам (внутри геотектур) относят подводные хребты, островные дуги, возвышенности, вали, плато, котловины желоба. При более детальном расчленении рельефа выделяют локальные структуры (морфоскульптуры): горы, холмы, уступы, террасы и др. Наконец поверхность всех указанных морфоединиц осложнена микро-рельефом.

Рассмотрим каждую из геоморфологических структур. **Подводные окраины континентов** занимают площадь 80,61 млн. км², что составляет 22,4 % общей площади Мирового океана. В ее состав входят шельф, материковый (континентальный) склон, материковое (континентальное) подножие.

Шельф (от англ. *shelf* – полка, выступ, отмель) – подводная равнина вокруг материков, простирающаяся от береговой линии до глубины, на которой резко увеличивается крутизна дна. Он является продолжением прибрежных материковых равнин. Углы наклона шельфа обычно не превышают 1°.

Ширина шельфов колеблется от 1 до 1 500 км, составляя в среднем 78 км. Наиболее широки шельфы Северного Ледовитого океана, а самые глубоководные (около 350 м) шельфы окружают Антарктиду. Общая площадь шельфов составляет 31,08 млн. км², т.е. 8,6 % поверхности Мирового океана.

Фундамент шельфов слагают континентальные геологические структуры, перекрытые осадочным чехлом, маскирующим коренное ложе, что и обуславливает значительную выравненность рельефа (неровности обычно не превышают 20 м). Однако неотектонические движения и дислокации, хотя и в сглаженном виде, находят свое выражение на поверхности шельфов, особенно прилегающих к прибрежным горным районам.

На шельфах имеются отрицательные формы рельефа – подводные каньоны, краевые впадины, линейные депрессии (U-образные каналы, межваловые низины, долины, ледниковые выемки, рифовые каналы). Все они являются транспортными

артериями осадочного материала. Положительные формы рельефа – это банки и гряды структурного или аккумулятивного характера (гряды, песчаные валы и отмели, рифы, террасы, бровки, сбросовые уступы и др.).

Характер рельефа современных шельфов обусловлен множеством факторов, главными из которых являются: ширина шельфа, интенсивность поставки осадочного материала и его тип, гидродинамическая энергия, колебания уровня моря, климатический и палеоклиматический режим, деятельность живых организмов и химические процессы. Действие такого довольно большого количества факторов обусловило и достаточно большое морфологическое разнообразие шельфов. Выделяют два основных типа шельфов: гляциальные (ледниковые) и нормальные (внеледниковые).

Гляциальные шельфы приурочены к областям развития современных и четвертичных оледенений. Они расположены в Северном Ледовитом океане, северных частях Атлантики и Тихого океана, Антарктике. В пределах ледникового шельфа рельеф более расчленен – поднятия сменяются котловинами, продольными и поперечными полостями глубиной 600-700 м (шельф Лабрадора, Гудзонова залива, Ньюфаундленда, Новой Шотландии).

Расчлененность объясняется дополнительным воздействием тектонического фактора. Например, желоба являются продолжением крупных разломов, установленных на прилегающей суше (Лабрадорский), либо продолжением фиорда (Гренландский и Норвежский), в образовании которого определяющую роль играл тектонический фактор. Шельфы, расположенные южнее областей воздействия ледников, характеризуются широким распространением реликтовых затопленных речных долин (например, долины против устья реки Гудзон и подводный каньон Блок).

Нормальные шельфы внеледниковых областей имеют выровненный, террасовидный рельеф. Они широко распространены в Атлантическом и Индийском океанах, в восточной части Северного Ледовитого океана. Основным рельефообразующим фактором явилась речная эрозия в период низкого стояния уровня Океана.

В экваториальных широтах шельфы осложнены биогермами, возникшими в результате деятельности кораллов и известковых водорослей (подводные и надводные рифы). Обилие биогерм маскирует эрозионные и абразивные формы рельефа и создает новые морфоструктуры и морфоскульптуры поверхности дна. Такие шельфы называются **карбонатными** (Юкатанский, лагуна Большого Барьерного рифа).

Материковый (континентальный) склон начинается на глубине 200-600 м резким перегибом дна. Склоны выражены в виде огромного простого уступа, либо в виде серии уступов, осложненных ступенями, террасами, глыбовыми расчленениями и каньонами. Средний угол наклона в его пределах равен 3-4°, местами до 45° и лишь в редких случаях угол достигает 90°. На участках резкого уклона осадки под воздействием силы тяжести соскальзывают, обнажая скалистые породы.

Материковый склон – это сравнительно узкий участок океанического дна, его ширина меняется от 8 до 270 км. Площадь равна 24,5 млн. км², что составляет 6,8 % площади Мирового океана. Высота склона в среднем от 3 км (котловины окраинных морей) до 6 км (островные дуги), а иногда более 10 км (Марианская островная дуга).

Континентальный склон совместно с шельфом образует **континентальную террасу**.

В пределах материкового склона выделяют две типичные **формы рельефа**: крутые уступы и поперечные подводные каньоны.

Череда крутых уступов не замаскирована осадками, а расположенные между ними субгоризонтальные ступени покрыты рыхлыми илами. Крупные ступени, шириной десятки и сотни километров, выделяют как краевые плато, которые представляют собой погруженные блоки континентальной окраины, перекрытые осадочным чехлом (плато Блэйк, Гвинейское, Сан-Паулу, Фолклендское в Атлантическом океане; Чукотское, Норвежское, Исландское в Северном Ледовитом океане; Мозамбикское, Эксмути и Натуралиста в Индийском океане; Квинсленд и Новозеландское в Тихом океане).

Поперечные подводные каньоны – это глубоковрезанные V-образные долины эрозионно-тектонического происхождения, по которым с континентов поступает обломочный материал, перемещаемый мутьевыми (суспензионными) потоками. Часто подводные каньоны являются продолжением современных речных долин крупных рек (Гудзон, Конго, Амазонка, Нигер, Ганг, Миссисипи и др.). Протяженность каньонов достигает многих сотен километров.

Материковое (континентальное) подножие располагается между континентальным склоном и дном океанских котловин. Верхняя граница проходит на глубине 2-4 км, нижняя – порядка 5 км. Это наклонная слабоволнистая равнина шириной от 200 до 1000 км, имеющая форму вогнутой кривой, выполаживающейся в сторону океана. Углы наклона не выходят за пределы 10° . Площадь материкового подножия – 25 млн. км², или 7 % площади Мирового океана. Континентальное подножие сложено толщей осадков мощностью несколько километров, накопившейся у основания континентального склона за счёт сноса с континентов. В осадочное тело подножия врезаны подводные каньоны и долины, которые служат путями переноса осадочного материала. Важная особенность материкового подножия в том, что именно здесь интенсивно накапливается осадочный материал, сносимый с континента по подводным каньонам.

В устьях каньонов формируются мощные конусы выноса, в которых сосредоточены огромные массы терригенного материала. Один из наиболее крупных – Бенгальский, намытый рекой Ганг. Рельеф подножия выровненный, осложненный системой холмов высотой от 10 до 300 м (в среднем около 40 м). Предполагают, что это либо конусы выноса подводных каньонов, либо результат оползания крупных блоков осадочных пород или намывающей деятельности придонных течений. Аккумулятивные формы континентальных подножий лучше всего развиты в Атлантическом и Индийском океанах с более интенсивным поступлением, по сравнению с Тихим океаном, в эти бассейны терригенного материала с континента.

Кроме того, в пределах подножий выделены крупные тектонические прогибы (периокеанические прогибы), протяженностью сотни и тысячи километров с амплитудой прогибания свыше 10 км. В рельефе прогибы практически не выражены, так как заполнены мощной толщей осадков. Аккумулятивные процессы почти полностью подавляют тектонические формы рельефа, придавая им сглаженный характер. В связи с этим предлагается различать **два типа рельефа материковых подножий**: аккумулятивный и структурно-вулканический.

По морфологическому строению подводные окраины континентов можно разделить на следующие три типа (Физическая география Мирового океана, 1980).

1. Пассивные – дивергентные – асейсмичные – атлантические, состоящие из шельфа, материкового склона и материкового подножия. Этот тип окраин присущ Атлантике, Северно-Ледовитому океану и западному сектору Индийского океана. Дивергентные окраины отражают переход от океана к континенту внутри жёсткой литосферной плиты. Такие окраины не являются границами плит. Они образуются в результате раскола континентов и зарождения нового океана. Континент вместе со спаянным участком океанской коры составляют единую плиту.

Такие окраины формируются на границах плит в ходе первичного континентального рифтогенеза, а затем отодвигаются от этих границ в противоположные стороны, постепенно охлаждаясь и погружаясь. Со временем они становятся районами сильного прогибания и накопления мощных осадочных толщ, достигающих 15 км и более. В результате тектонической стабильности на пассивных окраинах образуются широкие континентальные шельфы, широкие холмистые прибрежные равнины (например, Мексиканский залив, Жёлтое море), широкие лагуны и барьерные острова, обширные эстуарии.

Дивергентные окраины окаймляют Тихий и Северный Ледовитый океан, Индийский океан (без Зондской дуги), Антарктиду (без дуги Скоша), частично окраины Средиземного моря. К ним относят Красное море и Аденский залив, Калифорнийский залив, Восточно-Африканскую рифтовую систему, окраину Южной Австралии, моря Лабрадор и Норвежское и др.

2. Активные – конвергентные – сейсмичные - тихоокеанские, в состав которых входят шельф, континентальный склон и глубоководный желоб. Шельфы активных окраин узкие и ограничены глубоководными желобами. Континентальное подножие характерно только для пассивных окраин, на конвергентных границах плит, отмеченных глубоководными желобами, континентальные подножия отсутствуют. Активные континентальные окраины развиваются на границах двух сходящихся плит в результате деформации или деструкции (от лат. *destructio* – нарушение нормальной структуры) земной коры, часто связанной с её пододвиганием (субдукцией) в глубины земли.

Этот тип характерен для побережья Тихого океана. В отличие от пассивных окраин, континент и соседствующее с ним океанское дно принадлежат разным плитам. На большинстве конвергентных границ океанская кора пододвигается под континентальную (например, западная окраина Южной Америки). В других случаях океанская кора пододвигается под преобразованную океанскую (Малые Антильские и Южные Сандвичевы острова), а иногда континентальная кора уходит под континентальную (например, в геологическом прошлом Тибет, в таких случаях кора имеет сдвоенную мощность). В связи с тем, что для этого типа окраин характерны землетрясения, их называют также сейсмичными окраинами. К конвергентным окраинам приурочены океанские желоба, а также прибрежные горные цепи или островные вулканические дуги в зависимости от того, сталкиваются ли океанская плита с континентальной или две океанские плиты.

3. Трансформные окраины образуются в результате сдвиговых смещений плит относительно друг друга и могут пересекать как пассивные, так и активные окраины. Характеризуются слабо выраженными землетрясениями (Калифорнийский залив, зона разломов Хантер, Сан-Андреас, Королевы Шарлотты и др.).

Переходная зона является своеобразной межookeанической зоной дробления (крашинга) из-за необычности рельефа, состоящего из огромного количества островов, разделенных проливами и внутренними морями. Степень расчлененности рельефа этой зоны не имеет аналогов не только в пределах дна Мирового океана, но и на суше. Наиболее ярко она выражена вдоль северного и западного побережий Тихого океана, от берегов Аляски до Новой Зеландии.

Ширина зоны достигает почти 4 тыс. км, протяженность – 12 тыс. км. Общая площадь переходной зоны – 30,62 млн. км², или 8,5 % общей площади Мирового океана. Переходная зона включает в себя глубоководные котловины окраинных морей, островные дуги и глубоководные желоба.

Глубоководные котловины окраинных морей – это обширные депрессии с плоским или слаборасчлененным дном. Форма чаще овальная, изометрическая. Глубины составляют 3-5 км. Различают два типа котловин окраинных морей:

- располагающиеся между материковой отмелью и островной дугой (Охотское, Южно-Китайское, Коралловое);
- ограниченные с внешней и внутренней сторон хребтами островных дуг (Филиппинская).

Котловины представляют собой либо реликты океанического ложа, отшнурованные островными дугами и вовлеченные в процесс развития земной коры, либо новообразования в тылу этих дуг в результате местного растяжения и обрушения земной коры и излияния базальтовых лав. Например, серия котловин Средиземного (Альборанская, Алжиро-Прованская, Тирренская, Ионическая, Леванта) и Черного морей представляет собой реликт древнего океана Тетис, западная часть которого еще не закрылась, а на месте восточной сформировался Кавказско-Гималайский складчатый пояс. Дно котловин в основном выровнено, на некоторых из них возвышаются подводные плато, пороги и хребты, разделяющие котловины на ряд более мелких впадин (Японское море – возвышенность Ямато; Филиппинское море – хребет Кюсю-Палау).

В зависимости от проявления магматической деятельности различают активные окраинные моря с излиянием базальтов по разломам дна и неактивные.

Островные дуги – это система надводных и подводных горных хребтов, приуроченных к единому цоколю. Обычно хребты имеют дугообразную форму, иногда встречаются и прямолинейные (Тонга-Кермадек). Протяженность дуг – от 1000-2000 (Курильская, Марианская) до 3000-4000 км (Кюсю-Палау, Тонга-Кермадек).

Выделяют два типа островных дуг:

- молодые дуги, целиком сложенные вулканогенными породами (небольшие вулканические острова);
- зрелые дуги, имеющие в основании континентальные или субконтинентальные складчатые структуры (крупные острова).

Кроме того, островные дуги подразделяют на одинарные (Идзу-Бонинская, Волкано), состоящие из двух-трех параллельных гряд (Курильская, Алеутская) и раздваивающиеся (Соломоновы острова). На островных дугах идет активная тектоническая деятельность, о чем свидетельствует их высокая сейсмичность и вулканизм. Считается, что именно здесь протекают наиболее важные метаморфические и магматические процессы, приводящие к формированию континентальной коры.

Глубоководные желоба сопряжены с островными дугами и расположены с внешней стороны изгиба. Это своеобразные морфоструктуры, возникшие в результате активного, продолжающегося и в наше время, взаимодействия океанического ложа и дуг. В рельефе они выражены огромными прогибами длиной несколько тысяч километров (Перуано-Чилийский желоб – более 6000 км) при ширине в пределах 20 км. Желоб имеет ассиметричную V-образную форму. Крутизна склонов различна: со стороны островной дуги – 10-25°, а со стороны океана – 3-8°.

С глубиной крутизна возрастает, переходя порой в почти узкое ущелье (Тонга, Кермадек). Глубины в желобах почти в 1,5 раза больше, чем в прилегающих океанических котловинах. При поступлении в желоб большого количества осадочного и вулканического материала V-образная форма исчезает, и рельеф представляет собой плоскую или всхолмленную равнину (часть Яванского желоба, южная часть Перуано-Чилийского желоба). Существование таких желобов устанавливается только по геофизическим данным.

В связи с тем, что переходная зона представляет комплекс элементов рельефа, выделяет несколько типов переходных зон: Витязевский, Марианский, Курильский, Японский и Средиземноморский (по Леонтьеву, 1974).

Витязевский тип представлен областью, включающий желоб Витязь. Для него характерно отсутствие четко выраженной островной дуги, малая мощность осадочного чехла в желобе и слабая сейсмичность.

Для **Марианского типа** характерны четко выраженная островная дуга в основном в виде подводного хребта, очень глубокий желоб (глубже 11 км), интенсивная сейсмичность, малая мощность осадочного чехла в желобе и котловине (например, Марианская переходная зона).

Курильский тип во многом сходен с Марианским, но отличается обособленностью морских котловин, субокеаническим типом земной коры, большими размерами островов, появлением участков субматериковой коры. Сейсмическая и вулканическая активность максимальны. Глубины желобов – 7,5-9,0 км.

Японскому типу характерно слияние островных дуг в единые мощные массивы суши в виде островов или полуостровов. Появляются крупные участки типичной материковой земной коры. Сейсмоактивность большая, однако вулканизм уже ослаблен. Глубина желобов от 6,5 до 8,5 км. Роль материковой коры в строении **Средиземноморского типа** переходной зоны нарастает. Субокеанические котловины представляют собой «окна», окруженные со всех сторон материковой корой. Бывшие островные дуги превратились в молодые горные сооружения, образующие край континента или полуострова. Вулканизм слабый. Глубоководные желоба с глубинами 5,0-5,5 км (Эллинский желоб в Средиземном море) сохранились в виде реликтов или отсутствуют вовсе. Сейсмичность остается достаточно высокой.

Океаническое ложе представляет собой наиболее обширную по площади часть дна Мирового океана, занимающую 194,81 млн. км², или 54 % общей площади Мирового океана. В составе его рельефа выделяют глубоководные (абиссальные) равнины, подводные горы и океанские поднятия.

Абиссальные равнины располагаются между материковым подножием (атлантический тип) или глубоководными желобами (тихоокеанский тип) и системой срединно-океанических хребтов в пределах глубин от 4 до 6 км. Наиболее мелко-водные равнины Атлантического океана (2,6-3,1 км), глубоководные – в Тихом оке-

ане (до 6,9 км). В зависимости от особенностей рельефа различают плоские и холмистые равнины.

Плоские равнины имеют субгоризонтальную поверхность с углами наклона не более $2-5^\circ$. Они характерны для Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого океанов. Холмистые равнины присущи Тихому океану (80 % площади его ложа). Они изобилуют холмами высотой не более 500 м и горами высотой до 4 км. Образование холмов связано с внедрением лакколитов (караваеобразный интрузив). Они чаще встречаются группами. Диаметр холмов – от 1 до 10 км, крутизна склонов – $1-15^\circ$.

Подводные горы в зависимости от происхождения могут быть вулканическими (гайоты или гайо) и глыбовыми.

Вулканические горы чаще выражены плосковершинными конусами с крутизной склонов $5-15^\circ$. Некогда они поднимались над уровнем моря. В тропических районах вокруг них вырастали коралловые рифы, образуя рифовые пояса. В дальнейшем в результате нисходящих тектонических движений вулканические горы опустились под воды океана, оставив на своем месте кольцевые коралловые атоллы. Наиболее многочисленны гайоты в Тихом океане. Сросшиеся вулканы образуют вулканические хребты или цепи, подобно Гавайской гряде.

Глыбовые горы имеют тектоническое происхождение и связаны вертикальными и горизонтальными движениями земной коры.

Океанические поднятия разделяют равнины на отдельные котловины с перепадом высот до 2 км. Они имеют различные формы, от изометрических (Бермудское поднятие, Шацкого) до линейно-вытянутых (Восточно-Индийский, Мальдивский, Лайн), в зависимости от направления разломов.

Срединно-океанические хребты и поднятия – это единая система, представляющая собой непрерывную цепь горных хребтов и поднятий, протягивающаяся по дну океанов на расстояния более чем 60 тыс. км, занимающая площадь равную $55,8$ млн. км^2 , или около 15 % площади Мирового океана и опоясывающая почти весь земной шар.

Срединно-океанические хребты и поднятия характеризуются специфическими формами рельефа, аномальными геофизическими полями, проявлением новейшей тектоники, сейсмичностью и вулканизмом. Они занимают срединное положение в Атлантическом и Индийском океанах, а в Тихом они смещены на восток к берегам Америки. Начинается система хребтов в Северном Ледовитом океане в виде хребта Гаккеля, юго-восточным продолжением которого на суше является Момский континентальный рифт в Восточной Сибири. На юго-западе срединно-океанический хребет протягивается через Норвежское и Гренландское моря, пересекает о. Исландию и продолжается вдоль оси Атлантического океана в виде Срединно-Антарктического хребта. На юге он переходит в Африканско-Антарктический хребет, который огибает Африку и далее сливается с системой срединно-океанических хребтов и поднятий Индийского океана.

Восточнее Мадагаскара, в районе о. Родригес, располагается узел сочленения трех ветвей этих хребтов и поднятий. Юго-западная ветвь протягивается до соединения с Африканско-Антарктическим хребтом. Северная ветвь постепенно поворачивает к западу и входит в Аденский залив, достигая затем района Афар в Эфиопии, где сочленяется с рифом Красного моря и Восточно-Африканской континентальной рифтовой системой. Юго-восточная ветвь протягивается в сторону Ти-

хого океана между Австралией и Антарктидой и продолжается далее в виде Южно-Тихоокеанского и Восточно-Тихоокеанского поднятий.

На севере Восточно-Тихоокеанское поднятие приближается к Американскому континенту, входит в Калифорнийский залив и переходит на сушу. Однако севернее параллели 40 с.ш. небольшая ветвь срединно-океанического хребта снова появляется у западного побережья Северной Америки. Еще два ответвления от Восточно-Тихоокеанского поднятия в сторону Южной Америки в районах Галапагосских островов и о. Пасхи.

Все хребты имеют общие черты строения. Повсеместно в пределах хребтов выделяются две основные морфоструктурные зоны:

- основная (рифтовая) зона или зона гребня, включающая в себя рифтовую долину, рифтовые горы и высокое «раздробленное плато»;
- зона склонов (флангов) со ступенями погружения.

Рельеф срединно-океанических хребтов резко расчленен, причем по мере удаления от оси горные шпиги сменяются зонами холмистого рельефа и еще более выполаживаются в районе сочленения с глубоководными равнинами. Хребты состоят из горных систем, разделенных долинообразными депрессиями, вытянутыми в соответствии с общим простираием. Высота горных вершин достигает 4 км, общая ширина колеблется от 400 до 2000 км. В основной зоне высота гор максимальна.

Здесь в пределах всех хребтов прослеживается узкая расселина – рифтовая долина Мирового океана. Ее ширина 10-40 км, глубина – от 1 до 4 км. Крутизна склонов 10-40°. Рифтовая долина наиболее молодая и тектонически наиболее активная часть срединно-океанических хребтов. Ее центральная часть состоит из застывших базальтовых куполов и рукавообразных потоков, расчлененных **гьярами** – трещинами растяжения без вертикального смещения шириной от 0,3-3 м до 20 м и протяженностью десятки метров.

Фланговая зона имеет блоково-глыбовое расчленение.

Отличительной формой рельефа срединно-океанических хребтов являются поперечные ущелья – трансформные разломы, нарушающие непрерывность хребтов. Ущелья разделяют их на отдельные сегменты и сдвигают в широтном направлении. Амплитуда смещения составляет сотни километров. Максимальная величина (до 750 км) замерена в экваториальных частях Срединно-Атлантического хребта и Восточно-Тихоокеанского поднятия. Глубина их достигает 7-8 км (Элтанин, Романш). Совместно с рифтовой долиной, которая также является крупнейшим разломом земной коры, трансформные разломы образуют глобальный сейсмоактивный пояс с частыми землетрясениями и активно действующими вулканами.

К микрорельефу относят мелкие формы океанского дна, не превышающие несколько метров. Изучают его по подводным фотографиям. Выделяют три основных типа микрорельефа: эрозионный, биогенный и хемогенный.

Эрозионный микрорельеф наблюдается на подводных горах, хребтах и других поднятиях дна. Он выражен песчаными грядами и валами, знаками ряби (рифели), промоинами и приурочен к участкам с активным придонным движением воды (материковые отмели, гребни хребтов, вершины гор).

Биогенный микрорельеф проявляется на поверхности дна в виде валиков, холмиков, нор, а также продуктов пищеварения. Все это является результатом де-

ятельности роющих донных организмов. Этот микрорельеф развит на аккумулятивных равнинах близ материков, на континентальных склонах и дне океанских котловин. На шельфе он нивелируется эрозионными процессами.

Хемогенный – результат химических процессов, протекающих на дне океана и образующих на поверхности твердых пород или вокруг небольших обломков, характерные корки диоксида марганца и других элементов. Они получили название железомарганцевых конкреций, которые и создают хемогенный рельеф, напоминающий «булыжную мостовую». Он характерен для центральных районов океана и присущ многим океанским котловинам.

Донные отложения формируются в основном за счет выноса осадочных веществ реками с континентов (85-90 % от общего количества), собственно океанского осадконакопления и вулканической деятельности. В меньшем масштабе они поставляются ледниками, связаны с морской эрозией и деятельностью ветра.

Ежегодно в Мировой океан поступает 27,1 млрд. т вещества (около 18 км^3). По другим оценкам (Лисицын, 1988 г.) только годовой речной сток составляет 23,92 млрд.т. Кроме того, в водах океана в виде взвеси содержится до 1 370 млрд. т. вещества. Основная масса осадков задерживается до глубины 3 км. В пелагиаль проникает всего 7,8 % стока осадочного вещества. Общий объем осадков на дне пелагических областей Мирового океана составляет примерно 133 млн. км^3 .

В океанах существует своеобразный круговорот осадочного вещества: он поступает с континентов, формируя осадочный шпир, который в дальнейшем вместе с литосферными плитами затягивается в зоны поглощения (субдукции), где переплавляется и в виде изверженного материала в островных дугах вновь поступает на поверхность. Выветриваясь, он снованосится в океан.

По генезису донные отложения делятся на терригенные, биогенные, вулканогенные (пирокластические), полигенные и аутигенные (Лисицын, 1974).

Терригенные (обломочные) отложения - результат эрозионной деятельности на континенте или в морском бассейне. Наиболее крупными источниками осадочного вещества являются реки. Продукты размыва разносятся по всему океану различными процессами транспортировки, в том числе гравитационными потоками, оползнями и обвалами, ветром, в высоких широтах льдами и айсбергами, а также в виде эоловой пыли. Попав в океан, терригенный материал переносится в сторону глубоководных котловин, предварительно проходя через ряд промежуточных резервуаров на континентальных шельфах, в лагунах и эстуариях. Терригенные отложения характерны в основном для береговых зон и окраин материков.

Биогенные отложения – продукт деятельности животных организмов или растений. По вещественному составу их подразделяют на кремнистые и известковые. Кремнистые состоят из остатков панцирей диатомовых водорослей (политовые и мелкоалевритовые илы в Беринговом и Охотском морях, местами в Тихом океане), радиолярий (диатомово-радиоляриевые отложения в тропическом поясе Тихого и Индийского океанов) и кремниевых губок (кремнегубковые отложения на шельфах Атлантики, в Охотском море).

Известковые (карбонатные) – это илы, состоящие из остатков донных (бентосных) фораминифер, птероподов (планктонных моллюсков), пластинок кокколи-тофорид (планктонных известковых водорослей), ракушковых и кораллово-водорослевых остатков.

Особо интересны рифообразующие кораллы. Они могут существовать при температуре от 18 до 35 °С с нормальной соленостью и при хорошей освещенности. На глубинах более 50 м они не выживают. В связи с этим рифообразующие кораллы развиты лишь в определенных географических зонах, что позволяет использовать их остатки для восстановления палеоклиматических условий. Поступление на дно биогенного материала контролируется продуктивностью организмов, которая в свою очередь обусловлена наличием необходимых для роста питательных веществ и освещенностью.

В поверхностных слоях воды биогенные элементы имеют низкое содержание из-за расходования значительной их части обитающим здесь фитопланктоном. Они не полностью используются на больших глубинах из-за отсутствия солнечного света и в результате этого там накапливаются.

Возвращению биогенных элементов обратно в фотическую зону препятствует постоянный термоклин. Районы, где термоклин не выражен или расположен близко к поверхности океана, характеризуются максимальными скоростями накопления веществ. Районы минимального биогенного накопления – это районы со слабым перемешиванием и устойчивым термоклином, например, центры субтропических круговоротов воды. Формирование и распределение биогенных осадков определяется и другими важными факторами: разбавлением биогенного материала, его растворением, преобразованием и условиями их сохранности.

Вулканогенные отложения формируются за счет деятельности вулканов. Они могут быть либо первичными, либо вторичными. Выделяются следующие виды вулканогенных отложений:

- пирокластические осадки (от греч. *pyr* – огонь и *kláō* – ломаю), образованные в результате накопления перенесённых на дно океана продуктов извержений вулканов;

- эпикластические осадки, состоящие из переотложенных обломков вулканических пород. Они могут образовываться как за счёт переотложения ранее существовавших пирокластических осадков, так и за счёт продуктов эрозии вулканических пород подводных извержений.

Вулканогенный материал вносит существенный вклад в морские осадки особенно вблизи островных дуг, где осадочные клинья могут иметь мощность до нескольких км. За прошедшие 500 лет вулканы выбросили в общей сложности около 330 км³ пирокластического материала и 50 км³ лавы, из которых 310 км³ образовалось вулканизмом в островных дугах и районах активных континентальных окраин. Вулканизмом срединно-океанических хребтов и внутриплитным выброшено всего 19 км³ вулканогенных отложений, из них 10 км³ приходится на долю одной Исландии.

Вулканогенный материал песчаного и грубого размера без примесей, располагается в непосредственной близости от вулканов. Мелкие продукты способны переноситься на большие расстояния и образуют примеси к различным другим типам осадков. Вулканогенный материал, перенесённый в воздушной среде, имеет наибольшее значение и обычно называется **тефрой**. Тефра – греческое слово, означающее *пепел*. В современном понимании оно было введено Тораринсоном (1944 г), однако ещё в 300 г. до н.э. Аристотель применил этот термин к вулканическому пеплу, выброшенному одним из действующих вулканов Италии.

Вулканогенный осадочный материал выносится в открытый океан несколькими процессами: ветром, субаэральными и субаквальными пирокластическими потоками, последующей субаэральной и подводной эрозией, временными потоками, океанскими течениями, турбулентными потоками, морскими льдами и айсбергами. Вулканогенный материал в глубоководных осадках представлен в основном (90%) вулканическим стеклом и пеплом.

Полигенные осадки - это глубоководные красные глины, представляющие собой нерастворенную часть карбонатных остатков. Они содержат глинистые минералы (гидрослюда, монтмориллонит), цеолит (сложный водный аллюмосиликат), кремнистые биогенные остатки, космическую пыль и зубы хищных рыб.

Аутигенные (хемогенные) отложения (т.е. образовавшиеся на месте нахождения или от хемо – имеющие химическое происхождение) являются продуктами физико-химических и биохимических реакций и образуются на поверхности дна или внутри осадочной толщи в результате подводных извержений или путём выпадения из гидротермальных источников. Большинство аутигенных минералов выпадает из морской воды.

Аутигенные отложения представлены:

- оолитами, мельчайшими шариками извести, химически выделенными из перенасыщенного CaCO_3 (карбонатом кальция) поверхностного слоя воды; характерны для теплых морей, где степень концентрации карбоната выше, чем в холодных морях (Каспий, Персидский залив, Багамский район Атлантики);

- металлоносными осадками и окислами железа (железо-марганцевые, чисто марганцевые и железисто-сульфидные осадки) и железо-марганцевыми конкрециями. Эти отложения тесно связаны с рифтовыми зонами срединно-океанических хребтов и континентальных рифтовых зон (Красное море). Они характеризуются повышенными концентрациями железа, марганца, меди, хрома, свинца и других металлов, формируются в районах с высоким тепловым потоком вблизи гребня срединно-океанического хребта. Содержание железа в них более 20 %.

Наиболее широкое распространение получили железо-марганцевые образования, встречающиеся в виде корок, конкреций или плёнок на поверхности пород. Железо-марганцевые конкреции – это стяжения (срастание) Fe и Mn с примесью других соединений. Марганец и железо образуют в воде гидроксиды и в начале находятся в виде коллоидных хлопьев. Обладая большой сорбционной способностью они, при движении в толще воды, захватывают из нее другие элементы, образуя обогащенные соли Fe и Mn.

На дне конкреции растут концентрическими слоями, «как луковица», вокруг какого-либо центрального ядра различного состава. Размер конкреций может варьировать от 1 см в поперечнике до 850 кг по весу. Обычно они имеют неправильную сфероидальную форму. Эти образования более чем любые другие, представляют интерес из-за своей огромной экономической ценности.

Они содержат миллиарды тонн металлов и помимо марганца богаты никелем, медью, кобальтом и др. металлами. Например, содержание меди и никеля в конкрециях, образующих широкий пояс к югу от Гавайских островов, более чем вдвое превышает концентрацию этих элементов в месторождениях, разрабатываемых на суше. К аутигенным образованиям относят также фосфориты, встречающиеся

в виде пластов от 30 см до 500 м на континентальных шельфах, склонах, плато, мелководных возвышенностях и геосинклиналях, и морской барит (BaSO_4).

Преобладающая часть площади дна океанов покрыта известковыми илами и глинистыми осадками. Кремнистые илы сосредоточены в высоких широтах, в экваториальной зоне Тихого и индийского океанов, а также в некоторых районах прибрежных апвеллингов, например, у западного побережья Южной Америки. Ледово-морские отложения встречаются в высоких широтах.

Средняя скорость осадконакопления составляет 1,7 мм за 1000 лет и может резко возрастать при лавинной седиментации в эстуариях и дельтах рек, у основания континентального склона и материкового подножья, а также в глубоководных желобах.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ВОДЫ И ИХ ДВИЖЕНИЯ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Происхождение океанических вод. Вода океанов и всей гидросферы возникла на планете в результате дегазации мантии. На начальных стадиях развития планеты этот процесс протекал очень активно. Выплавки базальтов сопровождались выделением водяного пара и газов из верхней мантии при вулканических процессах. Выделяющиеся газы должны были содержать пары воды, диоксид углерода, хлор, аммиак, метан и т.д.

Современные исследования показывают, что не менее 75 % общей массы вулканических газов составляют пары воды, вторым по значению является диоксид углерода (6-19 %). Водяные пары, поступающие в древнюю атмосферу при дегазации мантии, должны были конденсироваться, образовав уже на самых ранних этапах ее развития небольшую по объему водную оболочку. В ее состав переходили атмосферные газы и диоксид углерода, различные кислоты, сернистые соединения и аммиак.

До момента образования океанских впадин **первичная гидросфера** более или менее непрерывным слоем перекрывала поверхность планеты. На рубеже 3,8 млрд. лет, когда начался процесс конвективного движения мантийного вещества, на поверхности планеты раскрылись первые океанские впадины, и гидросфера частично заполнила их объем. Водный слой стал покрывать лишь самые глубокие абиссальные впадины.

Значительная часть первичной гидросферы поглощалась породами земной коры. Шёл процесс её гидратации и особенно активно в океанской коре при формировании габбро-серпентинитового слоя. В связи с этим прирост объема гидросферы временно приостановился. Начиная с 2 млрд. лет, после насыщения водой пород земной коры, началось новое увеличение объема гидросферы до ее современных размеров. Таким образом, вода Мирового океана является древним образованием, и по своему возрасту лишь немногим моложе Земли как планеты.

Вероятно, **химический состав вод первичного океана** определялся, прежде всего, растворением в нем атмосферных газов: диоксида углерода, аммиака, различных кислот и сернистых соединений. Значительно медленнее в ее состав переходили элементы из горных пород земной коры. На 1 кг морской воды приходится 600 грамм разрушенных горных пород, из которых в океан переходит 66 % содержащегося в них натрия, 10 % магния, 4 % стронция, 2,5 % калия и т.д. В то же время содержание хлора и брома (главных анионов) в воде во много раз больше того их количества, которое могло бы быть извлечено из 600 грамм горной породы. Отсюда следует, что все анионы морской воды возникли из продуктов дегазации мантии, а катионы – из разрушенных горных пород (Виноградов, 1967).

Общая соленость вод первичного океана несколько уступала современной. Она составляла 2,5 % (Страхов, 1960). Однако, к возрасту Земли в 2 млрд. лет солевой состав океанов уже не отличался от современного. Древние океаны характеризовались высоким температурным режимом. 3,8 млрд. лет назад температура океанических вод составляла порядка 100 °C; через 500 млн. лет снизилась до 70 °C, а к 2 млрд. лет – до +22 °C.

Таким образом, первичная гидросфера по своему объему, составу и температуре существенно отличалась от современной, но последние 2 млрд. лет эти параметры стабилизировались и в дальнейшем не изменялись.

Химический состав океанических вод, их солёность. От воды рек и озер морская вода отличается горько-соленым вкусом и большей плотностью, что объясняется растворенными в ней минеральными веществами. Морская вода является слабым (4 %) раствором и обладает всеми свойствами слабых растворов: пониженной температурой замерзания, повышенной точкой кипения и пониженной теплоёмкостью.

В ней растворены все известные химические элементы, встречающиеся на Земле. В 1 тонне морской воды содержится 999,989 грамм вещества, состоящего из 20-и первых элементов таблицы Д.И. Менделеева. Главную массу (99,9 %) составляют 11 ионов, включая Na, K, Mg, Ca, Cl, Br, F и др.

Из всего многообразия растворенных в океанической воде химических соединений преобладают хлористые соединения (88,7 %) – это хлористый натрий (77,8 %) и хлористый магний (10,9 %). В 1 км³ морской воды содержится 19,8 млн. тонн NaCl, 9,5 млн. т магния, 6,33 млн. т серы, 31 тыс. т брома, 3,9 тыс. т алюминия, 79,3 т марганца, 79,3 т меди, 11,1 т урана, 3,8 т молибдена, 2,5 т серебра, 0,05 т золота. Всего в водах океана в растворённом состоянии находится около 140 трлн. т диоксида углерода (в 1 л – 50 мг), что в 60 раз превышает его количество в атмосфере, а кислорода – 8 трлн. т. (в 1 л – 2,9 мг), что в 130 раз меньше его содержания в атмосфере. Вещества, входящие в состав морской воды, условно делят на следующие пять групп:

- главные ионы (соли) в виде ионов, комплексов и молекул (в наибольшем количестве);
- растворённые газы преимущественно в виде молекул и частично в виде гидратированных соединений (гидратация – присоединение воды к веществу);
- органические вещества в молекулярных, высокомолекулярных соединениях и в коллоидном состоянии;
- биогенные вещества;
- микроэлементы.

Азот в океане находится в виде свободных молекул N₂, растворённых газообразных соединений NH₃, ионов неорганических веществ NO₂ и NO₃, органического вещества. Таким образом, химический состав морской воды – это сложный комплекс минеральных и органических веществ, находящихся в разных формах ионно-молекулярного и коллоидного состояния.

Главные ионы (соли). Морская вода представляет собой раствор сложной смеси солей, причем состав солей сохраняется и не зависит от изменения общего их количества. Общая же солевая масса Мирового океана достигает 5·10¹⁶ т. Интересно, что если условно «рассыпать её» по поверхности континентов, то образуется слой толщиной более 200 метров.

Процесс поступления солей в Мировой океан и его расход определяют **солевой баланс**. Поступление солей в океан осуществляется за счет:

- материкового стока (3,2 млрд. т. в год);
- продуктов дегазации мантии (CO₂, CO, SO₃, SO₂ и т.д.);
- атмосферных осадков (1,0-1,3 млрд. т солей в год);
- растворения пород и осадков на дне океана.

Солевой расход Мирового океана складывается из:

- выпадения солей в осадок (2,2 млрд. т. в год);
- уноса солей при сдувании морских брызг на берег (до 0,4 млрд. т/ год);
- из потери солей при испарении воды в лагунах, заливах и т.д. (не поддаётся оценке).

Природно-расходные процессы солевого баланса вод Мирового океана, в общем, уравнивают друг друга, в связи с чем уже длительное время (сотни миллионов лет) солевой состав океанских вод постоянен. Состав солей вод океана близок к составу солей крови животных. По составу солей морская вода ближе всего к ювенильным водам, выделяющимся при вулканических извержениях, или к водам горячих источников. Отметим, что получить морскую воду лабораторным путем пока не удалось.

Растворённые газы в океане образуются за счёт обмена с атмосферой, биологических процессов в воде, речного стока и других процессов. В основном газы представлены кислородом, азотом, двуокисью углерода, сероводородом.

К и с л о р о д (O_2) поступает из атмосферы и выделяется в процессе фотосинтеза, поэтому у поверхности океана вода насыщена кислородом. Насыщенность O_2 зависит от температуры. В высоких широтах его содержание у поверхности составляет 8-9 мг/л и понижается к тропикам до 4-5 мг/л. В глубинах океана содержание кислорода меняется от большого перенасыщения до почти полного отсутствия, что определяется скоростью его потребления, процессом перемешивания вод и переносом течениями.

А з о т (N_2) поступает в процессе газообмена с атмосферой. Его содержание в 2 раза больше содержания кислорода. С глубиной содержание азота обычно убывает, но при большом распаде органического вещества его количество может увеличиться и повысить общий уровень содержания.

Д и о к с и д у г л е р о д а (CO_2) образуется в результате газообмена с атмосферой, выделяется при дыхании организмов и поглощается при фотосинтезе. В свободном состоянии его содержание равно 0,5 мг/л или в 15-20 раз меньше, чем кислорода, но из-за соединения с водой растворимость CO_2 в сотни раз превышает кислородную.

В о д о р о д (H^+) занимает особое место, так как имеет огромное значение для химических и биологических процессов. В водах океана показатель кислотности (pH) отклоняется от нейтральной в сторону слабощелочной и имеет наибольшее значение на поверхности (pH 8,0-8,35). Благодаря интенсивному потреблению CO_2 в процессе фотосинтеза, происходит его диссоциация (от *dissociatio*- распад на частицы) на водородный и бикарбонатный ионы, и последнего на водородный и карбонатный. С увеличением глубины pH уменьшается.

С е р о в о д о р о д (H_2S) образуется в придонных слоях при слабом водообмене и отсутствии кислорода, который его окисляет. Постоянно он находится в Чёрном море (6 мг/л) на глубинах свыше 150 м из-за отсутствия обмена глубинных вод через мелководный пролив Босфор и чрезвычайно медленного обмена вод по вертикали. Постоянно образуется при гниении органических остатков животного происхождения. Временное образование сероводорода отмечается в Каспийском море, глубоких фиордах Норвегии, во впадинах Балтийского моря.

Органическое вещество в океане непрерывно продуцируется в виде первичной продукции – зелёной массы растений с одновременными процессами потребления, отмирания и разложения.

В результате биохимического распада остатки отмерших организмов находятся в океане в виде взвеси и являются источником растворённых органических веществ в молекулярных и коллоидных соединениях. В составе растворённых органических веществ содержатся основные органические соединения: пектиновые, гумусовые и белковые вещества, углеводы, различные жирные кислоты, ферменты, антибиотики, витамины.

К **биогенным веществам** относятся соединения углерода (карбонаты), фосфора (фосфаты), азота (нитраты, нитриты, аммиак), отчасти кремния (силикаты). Значение биогенов равносильно значению азотных и фосфорных удобрений для роста сельскохозяйственных культур. Количество неорганических соединений азота и фосфора в океане превышает количество органических. Для жизни организмов требуются в основном нитратные ионы, в меньшей степени нитритные и ионы аммония.

Биогенные вещества в океане находятся в состоянии постоянного круговорота. Они потребляются водными растениями, в основном фитопланктоном при фотосинтезе в верхнем, хорошо освещённом слое. Затем происходит регенерация биогенных веществ в процессе выделения животными (прямая регенерация), либо в процессе разложения отмерших организмов (непрямая регенерация).

В результате прямой регенерации возврат веществ происходит непосредственно в поверхностный продуктивный слой. При непрямой регенерации накопление происходит в глубинных слоях, а вынос их в поверхностный слой осуществляется за счёт турбулентного перемешивания и за счёт вертикальной циркуляции океанских вод, особенно в зонах подъёма вод (апвеллинга).

Именно благодаря этому процессу происходит обогащение зоны фотосинтеза органическим веществом и как результат – формирование в этих зонах промысловых районов (например, районы северо-западной и юго-западной Африки, в Калифорнийском течении, у побережья Перу). Концентрация биогенных веществ зависит от соотношения скорости их производства и потребления.

Микроэлементы в водах мирового океана представлены почти все. В наибольшем количестве представлен литий (Li) – 178 мкг/кг; рубидий (Rb) – 124 мкг/кг; йод (I) – 39 мкг/кг.

Многокомпонентность океанской воды и сложность связей между ее компонентами обуславливают ее своеобразие как сложной химической системы. Поэтому, морскую воду можно характеризовать как систему, образованную множеством составляющих элементов, из которых собственно вода (H_2O) имеет над остальными лишь то преимущество, что ее количественное содержание в этой системе наибольшее (Мак Арктуру, 1972).

Солёность – это количество растворённых минеральных веществ, выраженное в граммах на килограмм морской воды, при условии, что бром и йод заменены эквивалентным количеством хлора, все углекислые соли переведены в окислы, а все органические вещества сожжены при температуре 480 °C (замещение вызвано техническими требованиями химического анализа). Общее содержание растворённых солей составляет в среднем 35 г на 1 кг воды.

Тысячные доли целого называют промилле (‰), следовательно, средняя соленость воды Мирового океана равна 35 промилле (35 ‰). Такая соленость морской воды считается нормальной. Соленость морских вод колеблется от 8 (вблизи впадения крупных рек) до 310 ‰ (Красное море). Содержание солей в водах открытого океана изменяется незначительно – от 33 до 37 ‰ и колеблется как по площади, так и по вертикальному срезу. Распределение солености на поверхности Мирового океана обычно показывается на картах **изохалин** – линий равной солености.

Изменения солености поверхностных вод определяется обменом влаги и солей с атмосферой: в районах с преобладанием выпадения осадков над испарением соленость несколько понижена, а в районах с преобладанием испарения – повышена. Эту закономерность отражает меридиональное изменение среднеширотной солености в океанах. По картам изохалин хорошо прослеживается общая тенденция уменьшения солености от низких широт к высоким.

На этом фоне выделяются два максимума солености: на широте 30° в северном полушарии и на широте 20° в южном, приуроченные к пассатным зонам (причина – в смещении термического экватора к северу от истинного экватора). В первом случае снижение солености до 32 ‰ объясняется малым испарением, обилием осадков и частичным таянием льдов. Ближе к тропической области соленость возрастает до 37,5 ‰; непосредственно в экваториальной области она несколько снижается. Высокая соленость тропических зон океана – результат интенсивного испарения при преобладании ясной погоды.

Изменение солености океанских вод по вертикали прослеживается до глубины 1,5 км, ниже этого уровня ее колебания ничтожно малы. Соленость с глубиной может понижаться (анахалинность) возрастать (катахалинность) или оставаться неизменной (гомохалинность). Такая закономерность вертикального распределения солености – ее увеличение с глубиной. Это связано с перемещением и притоком вод из других районов океана.

Изменение солености вод в открытом океане с глубиной в разных районах количественно различается. В полярных районах она возрастает на 1,5-2,5 ‰. При этом выделяется тонкий верхний, хорошо перемешанный слой однородной солености, а ниже, до глубины 1-1,5 км, наблюдается заметное повышение солености. В тропических районах, напротив, соленость с глубиной убывает, на глубине 0,8-1,0 км наступает ее минимум, после чего наблюдается ее увеличение.

Ниже 1 500 м колебания солености ничтожно малы. В ряде мест Мирового океана соленость становится однообразной со значительно более высоких горизонтов. Так, в полярных областях соленость сильно изменяется только до глубины 200 м, а глубже до дна практически остаётся неизменной. В арктических и антарктических областях однообразное распределение солености на глубинах нарушается горизонтальным движением глубинных и придонных вод.

В связи с большим разнообразием вертикального распределения солености, выделяют следующие наиболее характерные типы этого распределения (Степанов, 1974): полярный, субполярный, умеренно-тропический, экваториально-тропический, североатлантический, средиземноморский, и индомалайский. В умеренно-тропическом типе распределения минимум солености на глубинах 600-1000 м создаётся водами полярного происхождения, а понижение солености с глубиной в придонных горизонтах обусловлено перемещением антарктических вод.

Временные колебания солёности в верхнем слое воды в открытом океане незначительны, не превышая 1 ‰. Только в прибрежных частях океана, морях и заливах они могут достигать 3 ‰. В глубоководных частях океана солёность меняется только в пределах 0,02-0,04 ‰.

Температурный режим океана. Мировой океан является колоссальным аккумулятором тепла на нашей планете, и благодаря динамике вод и атмосферы это тепло перераспределяется по поверхности Земли.

Основным источником тепла для Океана служит коротковолновая солнечная радиация, состоящая из прямой радиации и радиации, рассеянной атмосферой. Дополнительное тепло Мировой океан получает в результате конденсации паров на поверхности моря, за счет теплового потока, идущего из недр, и энергии биологического вещества океана, теплового контраста вод, дифференциации плотности вод, вращения вод вместе с Землей и др. В тоже время океан теряет тепло при испарении, эффективном излучении и водообмене.

Алгебраическая сумма количества тепла, поступающего в воду и теряемого водой в итоге всех тепловых процессов, называется **тепловым балансом моря**. Все тепловые потоки в сумме равны нулю, поэтому средняя температура воды Океана за многолетний период наблюдений остается неизменной.

Температура воды Мирового океана изменяется в довольно широких пределах как по горизонтали и вертикали, так и во времени. Главными причинами пространственно-временной изменчивости являются: значительные различия подогрева и охлаждения воды в разных районах океана, перераспределение тепла течениями, перемешивание верхних и нижележащих слоев, образование и таяние льда в высоких широтах.

Для Мирового океана характерны следующие **температурные различия**:

- между водами северного и южного полушарий,
- между водами западных и восточных частей океанов в низких и средних широтах,
- необычайно высокие поверхностные температуры в северной части Атлантического океана,
- между водами Атлантико-Индийской и Тихоокеанской частями антарктического водного кольца.

Температурные различия вод северного и южного полушария более чем на 3 °С связаны в первую очередь с тем, что максимум солнечной радиации приходится на район севернее географического экватора и во вторую – с асимметричным расположением материков.

Различие в температуре между западными и восточными частями океанов в низких и средних широтах объясняется тем, что в восточных частях антициклональные движения вод переносят холодную воду из умеренных широт к экватору. Например, Бенгельское и Перуанское течения. В западных частях течения переносят теплую воду от экватора в более высокие широты. В южном полушарии температурные различия западных и восточных частей океанов под влиянием западного переноса поверхностных вод исчезают.

Необычайно высокие поверхностные температуры в северной части Атлантического океана вызваны приносом Гольфстримом и его ответвлениями теплых вод. В результате выноса огромного количества тепла южная часть Атлантического океана аномально холодная.

Различие между Атлантико-Индийской и Тихоокеанской частями антарктического водного кольца связано с эксцентрическим положением Антарктиды по отношению к Южному полюсу. Так как центр тяжести холодных материковых масс находится в восточной Антарктиде, приантарктические воды в Атлантико-Индийском секторе более холодные, чем в Тихоокеанском.

В Мировом океане температура воды изменяется от 29 °С в экваториальной зоне до -1,9 °С в полярных широтах. Но если рассматривать температурный режим не только открытых частей океана, то самые высокие температуры приурочены к внутриматериковым тропическим морям. Например, самая высокая температура поверхностных вод отмечена в Персидском заливе (35,6 °С), а самая высокая температура (62 °С) в глубинных водах зарегистрирована в Красном море и рассматривается как аномальное явление, связанное с глубинными процессами, происходящими в земной коре.

Многолетние наблюдения показывают, что средняя температура поверхностных вод Мирового океана равна 17,54 °С. Самый теплый – Тихий океан (19,37 °С), поскольку его поверхность поглощает наибольшее количество тепла, далее следует Индийский океан (17,27 °С), потом Атлантический (16,9 °С), самый холодный – Северный Ледовитый океан (-0,75 °С).

Поскольку наибольшее количество солнечного тепла поступающего на поверхность Земли приходится на зону экватора, то и самые высокие температуры поверхностных вод Мирового океана приходится на экваториальные широты и отмечаются немного севернее экватора между 5° и 10° с.ш. Здесь проходит **термический экватор Земли**. Возле него средняя годовая температура воды 27-28 °С и по сезонам года она изменяется не более чем на 2-3 °С. В тропических широтах температура западных регионов 25-27 °С, а в восточных 14-16 °С. Эта разница в температурных параметрах объясняется притоком относительно холодных вод с севера в Северном полушарии и с юга в Южном.

В умеренных широтах поверхностная температура воды 14-15 °С в Северном полушарии и около 13 °С в Южном. На севере важную обогревающую роль играют теплые течения (Гольфстрим, Куроисио) при слабом водообмене Тихого океана с Северным Ледовитым через Берингов пролив. В южном полушарии охлаждающее воздействие оказывают воды Антарктики. В полярных широтах температура воды на поверхности колеблется около нулевых значений.

С глубиной температура воды в Мировом океане понижается, но на разных широтах понижение происходит неодинаково, что объясняется различиями в проникновении солнечной радиации вглубь в разных зонах, а также адвективными факторами (адвекция – перенос, перемещение).

Перенос тепла на глубину молекулярной теплопроводностью имеет второстепенное значение, так как теплопроводность морской воды невелика, например, по сравнению с металлами (в 1000 раз меньше, чем у меди). Решающую роль в переносе тепла в глубокие слои играют конвективные и турбулентные процессы, при этом коэффициент теплопроводности увеличивается в тысячи раз и перемешивание осуществляется быстро и до больших глубин.

Наиболее интенсивное перераспределение теплых и холодных вод по вертикали происходит в зонах конвергенции и дивергенции. В зонах **дивергенции** происходит расхождение поверхностных течений, возникающие под влиянием неравномерного распределения скоростей ветровых потоков над океанами. Развитие

этих зон сопровождается восходящими потоками, в которых более холодные глубинные воды, насыщенные питательными солями, выносятся к поверхности океана. В зонах **конвергенции** происходит схождение и погружение теплых поверхностных вод Мирового океана.

В открытых частях океана понижение температуры происходит быстро до глубины 300-500 м и значительно медленнее до глубины 1200-1500 м; ниже 1500 м температура снижается очень медленно. В придонных слоях океана, на глубинах ниже 3 км, температура держится между 2 и 0 °С, достигая -1 °С в Северном Ледовитом океане.

Глубже 4000 м температура воды повышается, либо за счет повышения давления (**адиабатический прогрев**), либо за счет поступления тепла из недр Земли (**сверхадиабатический прогрев**). За счет сверхадиабатического подогрева происходит придонная конвекция, препятствующая застою воды даже в желобах, что создает условия для глубоководной жизни.

Изменение гидрологических элементов (температуры, солености, плотности и т.д.) на единицу расстояния называется **градиентом изменения** величины данного элемента. Слой, в котором вертикальные градиенты этих элементов велики и резко отличаются от градиентов в других слоях, называется слоем скачка.

Слой воды с большим вертикальным градиентом температуры выделяется как слой скачка температуры или **термоклин**. Для океанов принято считать слоем скачка тот, в котором градиент равен не менее 0,1 °С на 1 м глубины. Известны случаи, когда слои воды в океане, с температурой, отличающейся на несколько градусов, непосредственно соприкасаются друг с другом. К основным характеристикам термоклина относятся: глубина его залегания, толщина (мощность) и интенсивность (вертикальный градиент температуры).

Различают два типа термоклина: постоянный и сезонный. Постоянный (главный) термоклин существует круглогодично и залегает на сравнительно больших глубинах. Сезонный слой скачка образуется весной и исчезает зимой. Он ярко выражен в умеренных и высоких широтах в летнее время и связан с сильным прогревом поверхностных вод в этот сезон. В умеренных климатических зонах могут встречаться оба типа термоклина. Так, в Саргассовом море интервал залегания сезонного термоклина фиксируется на глубине 50-150 м, а постоянного – на глубине от 500 до 1200 м.

Если температура воды с глубиной понижается, а затем вновь увеличивается, то слой холодной воды, лежащий между верхним и глубинным слоями теплой воды, называется **холодным промежуточным слоем**, а глубинный слой с повышенной температурой – **тёплым**.

Промежуточный слой возникает в зонах конвергенции. Его возникновению способствует также обычная конвекция, вызванная зимним охлаждением, когда воды в весенний период успевают прогреться только на самых верхних горизонтах, а ниже располагаются воды, охлаждённые за зиму и опустившиеся на глубину. Это явление ярко выражено в умеренном поясе и в полярных районах. Возникновению промежуточного слоя способствует и горизонтальное перемещение теплых и холодных масс воды. Например, средиземноморские воды, пройдя Гибралтарский пролив, распространяются в Атлантике в виде теплой и соленой прослойки на глубине 1000 м.

Верхний слой воды (в среднем до 20 м), подверженный суточным колебаниям температур, называют **деятельным слоем**. Сезонные колебания температуры проникают до глубины 400-500 м. Ниже этих глубин температуры разных слоев не подвержены ни суточным, ни сезонным колебаниям.

Плотность морской воды. Плотность любого вещества – это величина, измеряемая массой вещества в единице объема. За единицу плотности принимается плотность дистиллированной воды при 4 °С и нормальном атмосферном давлении. Плотность морской воды – это масса воды (в г), заключенная в 1 см³. Для ее определения сравнивают плотность морской воды при температуре, которую она имела в природе в месте ее нахождения, с плотностью дистиллированной воды при 4°С и нормальном атмосферном давлении.

В связи с тем, что отклонения в значениях плотности воды в зависимости от температуры и солёности составляют тысячные доли единицы, в целях сокращения введено понятие **условной плотности**. Для этого у числового значения плотности отбрасывают единицу, а запятую переносят на три цифры вправо. Например, плотность морской воды при температуре 0 °С и солёности 35 ‰ составляет 1,028126 г/см³. Это значит, что масса 1 м³ такой воды на 28,126 кг больше, чем масса дистиллированной воды того же объема. При этом условная плотность пишется как 28,126.

Средняя плотность поверхностных вод Мирового океана (с морями) – 1,02474 г/см³. Если рассматривать отдельные океаны, то самую низкую плотность вод имеет Тихий океан (24,27 или 1,02427 г/см³), а самую высокую – Атлантический (25,4 или 1,02543 г/см³).

Величина плотности зависит от температуры и в меньшей степени от солёности, так как солёность изменяется в меньших пределах. На глубинах плотность зависит и от давления. Плотность изменяется на пространствах Мирового океана в соответствии со значениями температур и солёности воды. Самая большая закономерность распределения плотности на поверхности океана – изменение ее величин от минимальных в экваториальной зоне (1,0210 г/см³) до максимальных в полярных областях (1,0275 г/см³).

Изменение плотности океана по горизонтали незначительно. Это связано с тем, что температура и солёность как факторы, меняющие плотность, друг друга компенсируют. Так, на поверхности океанов температура падает от низких широт к высоким, что повышает плотность вод в этом направлении, а солёность, наоборот, убывает от низких к высоким, понижая плотность в этом же направлении. Кроме того, такие относительно малые горизонтальные различия плотности обусловлены существованием мощной горизонтальной циркуляции вод.

С глубиной изменение плотности воды аналогично изменению температуры. В верхних слоях, примерно до горизонтов 1000-1500 м, идет достаточно быстрое повышение плотности с глубиной, достигая значений 27,5, а затем происходит очень медленное увеличение плотности и на очень малые величины 27,8-27,85. В экваториальных зонах, где на поверхности находятся распреснённые теплые воды, а внизу – более солёные и холодные, плотность до глубин 200 м увеличивается резко, а затем медленно.

В умеренных климатических зонах поверхность воды в зимний период сильно охлаждается, их плотность повышается и становится больше плотности нижележащих слоев, в результате чего воды постепенно опускаются вниз. Опустившись,

холодные и плотные воды движутся в направлении экватора, а на смену им приходят новые, более теплые и менее плотные. Возникает замкнутая циркуляция вод в вертикальной плоскости, вследствие чего, глубинные воды в океанах все время остаются холодными и плотными. Ниже 4 км плотность морской воды изменяется еще более незначительно, достигая $1,0282 \text{ г/см}^3$.

На картах, линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями плотности называются **изопикны**. Слой скачка плотности называется **пикноклином**. Иногда выделяют несколько слоев скачка плотности. Например, в Балтийском море известны два пикноклина: в интервале глубин 20-30 и 65-100 м. Слой скачка плотности, вызванный сильным распреснением поверхностного слоя моря, связан с понятием **«мертвой воды»** – плотностной стратификации слоев, при которой пикноклин находится близко к поверхности моря. В этом случае при входе судна в слой мертвой воды, его ход резко замедляется.

На поверхности «мертвой воды» концентрируется и удерживается легчайший детрит, аккумулируется пассивный планктон, происходит скопление рыб, моллюсков и креветок. Пикноклин используется иногда моряками в качестве «живого грунта», позволяющего подводным лодкам лежать на нем, не работая винтами.

Давление и сжимаемость морской воды. В связи с тем, что вода гораздо плотнее воздуха, изменение давления с глубиной происходит в океане во много раз быстрее, чем его изменение в атмосфере. Давление в морях и океанах возрастает на каждые 100 м глубины на 1 МПа или на 1 атм. (1 бар) на каждые 10 м глубины. Его величина зависит от плотности воды. Под действием давления вышележащих слоев удельный объем морской воды уменьшается, она сжимается.

Сжимаемость морской воды незначительна: при нормальной солености (35 ‰) и температуре 15°C она равна 0,0000442, поэтому воздействие давления воды на глубоководные организмы не так велико, как может казаться. В случае абсолютной несжимаемости воды, объем Мирового океана увеличился бы на 11 млн. км^3 , а его уровень поднялся бы на 30 м.

К основным физическим свойствам воды относятся также оптические, акустические, электрические и радиоактивность.

Оптическими свойствами являются: проникновение света в воду, поглощение и рассеивание света в воде, прозрачность и цвет. Поверхность моря освещается непосредственно солнечными лучами (прямая радиация) и светом, рассеянным атмосферой и облаками (рассеянная радиация). Проникновение света находится в прямой зависимости от высоты Солнца над горизонтом. Так, при отвесном падении лучей в воду проникает 98 % световой энергии и только 2 % отражается, а при высоте солнца 10° над горизонтом отражается уже 34,5 %.

В связи с тем, что морская вода является полупрозрачной средой, свет на большие глубины не проникает, а рассеивается и поглощается. Степень этих процессов также зависит от высоты солнца над горизонтом. Это связано с увеличением длины пути прохождения солнечных лучей, так при высоте солнца 10° лучи проходят путь до некоторого заданного горизонта в 1,5 раза больший, чем при отвесном падении лучей.

При рассеянии происходит только изменение траектории световых лучей и уход их в сторону, при поглощении свет превращается в другую форму энергии (тепловую, химическую). Рассеяние бывает молекулярное и от содержащихся в

морской воде взвешенных частиц. Процесс ослабления светового потока с глубиной называется **экстинкцией**.

Прозрачность морской воды зависит главным образом от размеров и количества взвешенных в воде частиц. Под прозрачностью понимают глубину погружения белого диска диаметром 30 см, на которой он перестает быть видимым. Прозрачность измеряется при определенных условиях, так как ее величина зависит от времени суток, облачности, волнения моря и высоты наблюдения. Обычно измерения проводятся в полдень, при спокойной и ясной погоде, с высоты 3-7 м над поверхностью воды.

Цвет морской воды обусловлен совокупностью действий поглощения и рассеяния света, причем основную роль при этом играет диффузионный (рассеянный) поток световой энергии, идущий из глубин моря. Поток света, образованный молекулярным рассеянием, вызывает чисто голубой цвет, который и является собственным цветом абсолютно чистой (без примесей) морской воды. Окраска поверхности моря также зависит и от ряда внешних условий: угла зрения, цвета неба, наличия облаков, ветровых волн и т.д.

В открытом море цвет и прозрачность определяются взвешенными частицами органического происхождения, планктоном. Весной и осенью, в период бурного развития фитопланктона прозрачность моря уменьшается, а море приобретает зеленоватый цвет. В центральных частях океана прозрачность обычно превышает 20 м, а цвет находится в пределах синих тонов. Наибольшая прозрачность зарегистрирована в Саргассовом море (65,5 м).

Воды умеренных и полярных широт, богатые планктоном, имеют зеленовато-голубой цвет, а прозрачность воды здесь составляет 15-20 м. По мере приближения к берегам прозрачность уменьшается, вода зеленеет, иногда приобретая желтоватые и коричневые оттенки. Например, в местах впадения крупных рек цвет морской воды мутно-коричнево-желтый с прозрачностью до 4 м. Особенно резко изменяется окраска моря под влиянием растительных и животных организмов.

Массовое скопление какого-либо одного организма может окрасить поверхность моря в желтый, розовый, молочный, красный, коричневый и зеленый цвета. Это явление называется **цветением моря**. В некоторых случаях в ночное время происходит **свечение моря (биолюминесценция)**, связанное с излучением биологического света морскими организмами.

Главную роль в этом играют планктонные виды, вызывающие искристое свечение. «Разливное» по поверхности моря свечение вызывается бактериями (бактериальное свечение). Свечение крупных организмов: акул, осьминогов, рыб, особенно глубоководных, называют «внезапным» свечением. Чаще всего свечение наблюдается в теплых водах.

Акустические свойства (от греч. *akustikos* – слуховой) – это возможность распространения в морской воде звука – волнообразно распространяющихся колебательных движений частиц упругой среды. Сила звука зависит от частоты упругих колебаний в секунду, поэтому в эхолотировании используют ультразвук.

Скорость распространения звука в морской воде зависит от плотности воды, которая в свою очередь определяется соленостью, температурой, давлением и удельным объемом воды. Скорость звука в морской воде колеблется от 1400 до 1550 м/с, что в 4-5 раз превышает скорость распространения звука в воздухе. По

мере продвижения звука в воде происходит преломление и отражение звуковых волн, а также его затухание вследствие поглощения и рассеивания.

В толще океанской воды на некоторой глубине имеется зона, где скорость звука минимальна. Здесь звуковые лучи, претерпевая многократное внутреннее отражение, распространяются на сверхдальние расстояния (максимально зарегистрированное 19 200 км). Этот слой с минимальной скоростью распространения получил название **звукового канала**. В Мировом океане канал расположен в среднем на глубине 1 км, а в полярных морях на глубине 50-100 м.

Электрические свойства – это способность морской воды проводить электрический ток. Морская вода хорошо проводит электрический ток в связи с тем, что в отличие от пресной воды почти полностью представляет собой ионизированный раствор. Электропроводность морской воды зависит от солености и температуры: чем они выше, тем выше электропроводность. Причем более существенную роль играет соленость.

Радиоактивные свойства. Поскольку в морской воде растворены радиоактивные элементы, она обладает радиоактивностью. Основная доля приходится на изотоп ^{40}K , значительно меньше содержание изотопов Th, Rb, C, U и Ra. Естественная радиоактивность воды в 180 раз меньше радиоактивности гранита и в 40 раз меньше радиоактивности осадочных пород континентов.

Льды и льдообразование. Льды на поверхности морей и океанов могут образовываться только в условиях длительного зимнего периода в высоких широтах. Температура замерзания у соленой воды ниже, чем у пресной воды на $1,5^{\circ}\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$. Чем выше соленость, тем ниже температура замерзания. Например, при солености 35 ‰ замерзание происходит при $-1,9^{\circ}\text{C}$, а при солености 40 ‰ – при температуре $-2,2^{\circ}\text{C}$. В открытом океане, с глубинами в несколько километров, даже в высоких широтах вся масса воды за зимний период не может охладиться до точки замерзания, поэтому образование льда в океанах затруднено.

Для замерзания морской воды необходимы следующие условия: большая потеря тепла, переохлаждение воды относительно точки замерзания и присутствие ядер кристаллизации (пыль, снежинки). Наиболее благоприятные условия для образования льда имеют шельфовые моря полярной части Мирового океана: здесь наиболее низкие зимние температуры, сравнительно малые глубины, способствующие быстрому перемешиванию всей толщи воды и наиболее быстрое охлаждение воды у берегов, так как зимой суша холоднее, чем море.

Первоначально вокруг ядер кристаллизации образуются мельчайшие диски льда. Срастаясь между собой, они превращаются в **иглы**. На спокойной воде иглы достигают длины 10 см, а на взволнованной – от 0,5 до 2 м. Ледяные иглы скапливаются, смерзаются и образуют так называемое **сало**, которое в виде пятен или налета серовато-свинцового цвета покрывает море. Если на поверхность воды выпадает снег, то образуется **снежура**.

Скопление снежуры и ледяного сала называется **шугой**. Если во время льдообразования происходит волнение, то лед образуется на дне водного бассейна – это **внутриводный (глубинный) и донный лед**. При спокойном море сало переходит в сплошной тонкий и эластичный слой – **нилас**, с толщиной не более 10 см. **Блинчатый лед** представляет собой небольшие диски диаметром 30-50 см, образующиеся при слабом волнении.

Постепенно лед срастается, образуя сплошной покров. С этого времени морская вода начинает терять тепла значительно меньше и нарастание льда снизу идет очень медленно. Лед становится практически прозрачным и имеет правильную кристаллическую структуру. Соленость льда значительно ниже солености воды, из которой он образовался. С течением времени льды все более опресняются, а поверхностный льдообразующий слой воды осолоняется.

В зависимости от возраста различают: **однолетние льды**, просуществовавшие не более одной зимы, и **многолетние**. Лед, просуществовавший более двух лет, называется **паковым**. Он имеет холмистую форму и толщину 2,5 м. Толщина пакового льда может достигать 4 м, это зависит от числа морозных дней и стабильности снежного покрова. В Атлантике средняя толщина льда – 1 м, в Арктике – 2 м. Вдоль берегов мощность льда достигает 15 м, процесс льдообразования проходит здесь более активно.

Морской лед может быть **неподвижным** и **плавающим**. Неподвижные льды, связанные с берегом называются **припаем**. Они образуются главным образом за счет накопления выпадающего снега и водяных брызг и могут разрастаться на сотни километров от берега (в море Лаптевых – 500 км). Многолетний припай, возвышающийся над уровнем моря более чем на 2 м, называется **шельфовым льдом**.

Плавающие льды, не связанные с берегом, называются **дрейфующими**. Сбиваясь вместе, плавающие льды образуют мощные **ледяные торосы**, высотой от 6 до 20 метров. Средняя толщина такого льда в 2 раза больше толщины нормального льда. В большинстве морей Арктики в зимний период плавающие льды практически полностью покрывают поверхность, формируя огромные ледяные поля, находящиеся в постоянном движении. Средняя скорость дрейфа – 2-3 км/сутки, а у северо-восточного мыса Гренландии и южнее она достигает 10-23 км/сутки. Динамическое напряжение, возникающее в результате дрейфа ледяных полей, раскалывает их на более мелкие фрагменты.

В Северном Ледовитом океане лед держится круглый год. Южная граница подвижных льдов проходит от мыса Святой Нос к западным берегам Шпицбергена, к Ян-Майену, по средней части Датского пролива и далее к Юго-Западной Гренландии. Граница морских льдов в южном полушарии заходит в умеренные широты значительно дальше. В Атлантике льды встречаются у мыса Горн, около 50° ю.ш., в Тихом океане граница льдов проходит возле 60° ю.ш.

Встречаются еще две разновидности льда – **речной** и **глетчерный** – это пресноводные льды, приносимые в море с материка. Речной лед, приносимый из устьев крупных рек, не играет большой роли, более значимы глетчерные льды, накапливающиеся на континенте тысячелетиями и имеющие наибольшую мощность (например, антарктические).

В результате воздействия различных факторов от спускающихся в море длинных глетчеров откалывается и уносится в океан ледяная глыба – **айсберг** – так называемая «плавающая ледяная гора». Размер айсбергов иногда достигает 100 × 400 км (в среднем 1,5 км), при высоте надводной части до 137 м. Подводная часть айсберга составляет 90% от его общего объема.

Основной источник айсбергов в северном полушарии – Гренландия (пирамидальные айсберги), в южном полушарии – Антарктида (столообразные). Продолжительность существования арктических айсбергов – 1-2 года, антарктических –

10-13 лет. В Мировом океане находится около 250 тыс. айсбергов: 200 тыс. – в Антарктиде и 50 тыс. – в Арктике.

Айсберги играют ведущую роль в ледовом транспорте осадочного материала, особенно в Антарктиде. Морские льды при этом не имеют практически никакого значения, так как широкое распространение шельфовых ледников исключает возможность попадания в них терригенного материала.

Ежегодный сток льда только с ледникового щита Антарктиды составляет около $1\,450\text{ км}^3$, при этом, большая часть льда (около 60 %) идёт на построение шельфовых ледников. В айсбергах содержится до 1,6% (по объёму) осадочного материала. Однако предполагается, что в настоящее время ледники Антарктиды скорее предохраняют континент, чем эродуют его.

Движения воды и особенности циркуляции вод Мирового океана. Основными динамическими процессами океана являются: волновые движения, приливо-отливные течения и все виды движений, определяющие циркуляцию океана. Все физические и химические океанологические характеристики и все определяемые ими параметры состояния океана непрерывно изменяются как в пространстве, так и во времени.

Всю совокупность динамических процессов и их изменений рассматривают в пространственных и временных масштабах. На основе пространственно-временного принципа была разработана классификация движений океанских вод. В соответствии с этим принципом всё многообразие движений вод Мирового океана условно делят на 3 основные группы: микро-, мезо- и макромасштабные пространственные и временные движения (по Буркову и др., 1973).

К **микромасштабным движениям** относятся поверхностные и внутренние волны, турбулентность и быстрые изменения вертикальной микроструктуры океана, с временными периодами действия от долей секунд до десятков минут.

К **мезомасштабным движениям** относят короткие и длинные волны, приливы и инерционные течения с периодами от часов до суток; меандры и вихри (ринги) с диаметрами в несколько сотен километров и периодами изменчивости от нескольких суток до месяцев. В отличие от волновых и приливных движений, вызванных суточным ходом солнечной радиации, главным фактором управления меандрами и рингами является атмосферное влияние на океан в виде теплового воздействия и переменного ветра. Кроме того, к мезомасштабным системам принадлежат зоны подъёма (апвеллинга) и зоны опускания (даунвеллинга) океанских вод.

Макромасштабные движения (макроциркуляционные системы) формируются в местах основных направлений движения атмосферы и имеют близкие к ним горизонтальные масштабы (до 5 тыс. км по меридианам и до 15 тыс. км по параллелям). Под **общей циркуляцией Мирового океана** понимают крупномасштабные многолетние движения его вод в важнейших по площади и глубине слоях водных масс: поверхностной, подповерхностной, промежуточной, глубинной и придонной.

Мгновенная картина общей циркуляции океана мало отличается от средней многолетней схемы циркуляции. Временной масштаб изменений, происходящих в общей циркуляции вод настолько велик, что на протяжении человеческой цивилизации общую циркуляцию океана можно считать стационарной, а в пространственном масштабе циркуляционные движения ограничены только берегами океанов, т.е. оцениваются тысячами километров.

Энергию для движения Мировой океан получает в результате своего взаимодействия с атмосферой, поэтому главными факторами, возбуждающими общую циркуляцию его вод считают климатические факторы. Климатические факторы делят на механические и термохалинные.

К механическим климатическим факторам относят касательное напряжение ветра на поверхность океана и воздействие неравномерно распределённого над океаном атмосферного давления, к термохалинным – неравномерное распределение по поверхности океана тепла, осадков и испарения. Механические факторы являются внешними факторами, а термохалинные – внутренними. Таким образом, по физической природе общую циркуляцию океанских вод можно разделить на две составляющие: **ветровую циркуляцию и термохалинную.**

Основное отличие этих двух факторов заключается в том, что механические, приводящие океанские воды в движение, не воздействуют на изменение свойств воды, в первую очередь плотности; в то время как термохалинные, действуя на поверхности, формируют характеристики главнейших водных масс, а те в свою очередь из-за различий в плотности не могут оставаться в состоянии покоя и вовлекаются в циркуляцию.

Первый вид воздействия обуславливает ветровые (дрейфовые) течения, а второй – термохалинные (градиентные) течения. Эти виды течений взаимодействуют между собой: ветровые течения, перемещая неоднородную воду из одних областей Мирового океана в другие, ещё более обостряют неравномерность в распределении плотности, а это как следствие вызывает дополнительное движение в Мировом океане.

Механические и термохалинные климатические факторы являются **активными факторами**, формирующими общую циркуляцию вод. К **пассивным факторам** (не климатическим), влияющим не на содержание, а на форму элементов общей циркуляции, относят: конфигурацию самого Мирового океана, чрезвычайно сложный рельеф дна Мирового океана, очертания берегов и отклоняющее действие силы Кориолиса.

Глобальная система ветров в нижней атмосфере, через касательное напряжение на поверхности и отклоняющее действие силы Кориолиса, приводит к формированию огромных круговоротов. Подобно тому, как в областях высокого атмосферного давления в Северном полушарии воздух движется по часовой стрелке, а в Южном – против, так и движение вод в океанических круговоротах осуществляется по часовой стрелке в Северном полушарии и против – в Южном. Сила Кориолиса является одной из важнейших факторов, обуславливающих основную закономерность океанской циркуляции – океанических круговоротов.

В слое до 150-200 м циркуляция определяется, главным образом господствующими ветрами. Под влиянием атмосферной циркуляции поверхностные течения образуют антициклональные круговороты воды в тропических и субтропических широтах и циклональные – в умеренных и высоких.

Северо-восточные и юго-восточные пассаты гонят поверхностные воды океана в западном направлении, образуя Южное и Северное **пассатное течения**, разделенные зоной компенсационных **межпассатных противотечений**. Достигая восточных берегов, они поворачивают на север (в Северном полушарии) и на юг (в Южном) и движутся вдоль материков приблизительно до широты 40-45°.

У восточных побережий Южной Америки, Африки и Австралии под влиянием западных ветров поверхностные течения (Бразильское, Мозамбикское и Восточно-Австралийское) отклоняются на восток и, смешиваясь с холодными водами Антарктиды, образуют пересекающее Мировой океан холодное Течение Западных ветров. Достигнув материков, холодные воды наполняют его ветви – Перуанское течение у западных берегов Южной Америки, Бенгельское – у Африки и Западно-Австралийское – у Австралии.

В области пассатов уже нагретые воды вовлекаются в южные пассатные течения и замыкают субтропический антициклональный круговорот воды в океанах Южного полушария. Вблизи Антарктиды существует течение, ориентированное с востока на запад, которое с южными ветвями Течения западных ветров образует циклональный круговорот поверхностных океанических вод.

С периодичностью четырех и более лет сформировавшаяся система течений в Южном полушарии приходит в возмущенное состояние в результате проникновения теплых вод **сезонного течения Эль-Ниньо** вдоль западных берегов Эквадора до 15° ю.ш. (южное ответвление тихоокеанского межпассатного противотечения). Тонкий слой теплых вод оттесняет холодные воды Перуанского течения, вызывая серьезные метеорологические изменения во многих регионах планеты и порождая значительные экологические проблемы на акватории (гибель рыбы и др.) и на суше (погодные аномалии, ураганы, наводнения и др.).

Круговорот воды в океанах Северного полушария определяется не только общей циркуляцией атмосферы, но и географическим положением и размерами материков Евразии и Северной Америки. Пассатные ветры формируют северные пассатные течения в Тихом и Атлантическом океанах, которые, достигнув восточных берегов этих материков, отклоняются на северо-восток и образуют мощные теплые течения Куро-Сио – Северо-Тихоокеанское и Гольфстрим – Северо-Атлантическое. Их южные ветви переходят в течения Калифорнийское у западных берегов Северной Америки и Канарское – у западных берегов Африки, откуда северо-восточный пассат отгоняет нагретую поверхностную воду. Эти холодные течения замыкают **антициклональный круговорот** океанических вод в Северном полушарии.

Восточно-Гренландское, Лабрадорское (у восточных берегов Северной Америки), Оясио-Камчатское и Приморское (у восточных берегов Азии) холодные течения замыкают круговорот океанических вод в умеренных широтах. Общая схема поверхностных течений определяет наиболее характерные черты их следующих крупномасштабных систем.

Экваториальная антициклоническая система в Атлантике прослеживается между экватором и $10-15^{\circ}$ с.ш., в Тихом океане она формируется из небольших антициклонических круговоротов в пределах пятиградусной экваториальной полосы, а в Индийском океане такие круговороты имеются по обе стороны от экватора. Для этой системы характерна высокая интенсивность циркуляции. Скорости течений в верхнем слое (до 200 м) превышают 20-30 см/с. Южную периферию экваториальной системы образуют ветви Южного Пассатного течения, а северную – Экваториальное противотечение, устойчивость которого достигает 75%, а скорость потока 30-60 см/с.

Под ветровыми поверхностными течениями экваториальной зоны расположены **течения подповерхностного слоя воды** (Ломоносова – в Атлантическом оке-

ане, Кромвеля – в Тихом океане и Тареева – в Индийском), состоящие из нескольких струй, направленных на восток. Они прослеживаются на глубинах 50-300 м, а их скорости достигают 1,0-1,5 м/с.

Тропические циклонические системы образуются из ветвей холодных течений Канарского и Бенгельского в Атлантическом океане и Перуанского в Тихом океане, которые, отходя от восточных берегов, направляются в открытый океан. Эти системы оказывают существенное влияние на тепло- и водообмен океана с атмосферой.

В результате сгона больших объемов воды в прибрежных акваториях восточных частей океанов возникают восходящие компенсационные движения (апвеллинги), которые выносят к поверхности богатые биогенными веществами холодные глубинные воды, вследствие чего температура океана здесь оказывается на 5-10° ниже, чем на тех же широтах западнее.

Субтропические антициклонические системы являются одними из наиболее крупных круговоротов воды в океане. Они прослеживаются от одного берега океана до другого на протяжении от 6-7 тыс. км в Атлантическом океане до 14-15 тыс. км в Тихом океане, а по меридиану их протяженность составляет 3-5 тыс. км. Течения, составляющие эти системы, отличаются большой устойчивостью и высокими скоростями. Начало им дают пассатные течения, скорости в которых с приближением к экватору повышаются, благодаря увеличению силы пассатов до 0,5-1,0 м/с. и более.

Достигая западных берегов, пассатные течения разветвляются. Меньшая часть их вод поворачивает к экватору и дает начало межпассатному противотечению, а большая часть следует в высокие широты, образуя мощные тепловые течения, являющиеся наиболее устойчивыми потоками океана. В Атлантическом океане к ним относятся течения Гвианское, Антильское, Гольфстрим и Бразильское, в Индийском океане – Мадагаскарское и Сомалийское, в Тихом – Минданао и Курошио. Скорости в них составляют в среднем 25-50 см/с.

Достигая умеренных широт, они вовлекаются в общие потоки, переносящие воды с запада на восток в зоне преобладания западных ветров. В северном полушарии к ним относятся Северо-Атлантическое и Северо-Тихоокеанское течения, в южном полушарии – Южно-Атлантическое, Южно-Индийское и Южно-Тихоокеанское течения. С приближением к восточным берегам океанов значительная часть переносимых ими вод поворачивает в сторону экватора, образуя холодные течения, замыкающие антициклонические системы.

Антарктическая циркумполярная система формируется одним мощным течением, которое перемещает огромные массы воды с запада на восток вокруг Антарктиды. Оно пополняется водами течений южных частей океанов и прибрежных течений Антарктики, но в то же время теряет часть вод, замыкая субтропические круговороты южного полушария и отделяя верви при встрече с южными оконечностями материков Америки, Африки и Австралии. Антарктическая циркумполярная система является самым мощным в океане: ширина его достигает 1000-1500 км.

Высокоширотные циклонические системы различаются между собой размерами и интенсивностью обращения вод. Северные циклонические системы образуются в областях Исландского и Алеутского барических минимумов под влиянием северных ветвей Северо-Атлантического и Северо-Тихоокеанских течений.

Пройдя вдоль восточных берегов океанов и достигнув северных проливов, эти ветви делятся ещё на две части.

Одна из них проникает в арктический бассейн, а другая поворачивает к западу и затем следует на юг, давая начало холодным течениям – Восточно-Гренландскому, Лабрадорскому, Камчатскому, Ойясио (Ойя-сио). Благодаря активному водообмену с Северным Ледовитым океаном эти системы в Атлантическом и тихом океанах хорошо развиты и делятся на ряд отдельных циклонических круговоротов – в морях Лабрадорском, Баффина, Норвежском, Баренцевом, Беринговом.

Южноциклонические системы образуются по прибрежной периферии Антарктического циркумполярного течения и отличаются большой интенсивностью. Особенно активен и обширен циклонический круговорот в Тихоокеанском секторе Антарктики, несколько слабее – в море Уэдделла.

Антициклоническая система Арктического бассейна. Сюда поступают тихоокеанские воды через Берингов пролив и атлантические воды вдоль Западного Шпицбергена, а арктические воды выносятся через пролив Чансена вдоль Восточной Гренландии и через проливы Канарского архипелага. Огибает бассейн Западное Арктическое течение.

Горизонтальное обращение масс возбуждает сложную систему вертикальных движений, охватывающих не только верхнюю сферу, а всю толщу вод океана. В центральных частях антициклонов в соответствии с гидродинамическим эффектом создаются нисходящие вертикальные движения, а по их периферии – восходящие. В циклонических системах наблюдается обратная картина. В конечном счёте, создаётся сложное взаимообусловленное обращение водных масс, которое осуществляется в горизонтальном и вертикальном направлениях.

В Мировом океане, кроме поверхностных и подповерхностных течений, существует **глубинная и придонная циркуляция вод**. Общность черт глубинной и придонной циркуляции позволило объединить их в единую циркуляцию нижней сферы океана. Характер этой циркуляции коренным образом отличается от циркуляции верхней сферы.

Особенно велики различия между поверхностной циркуляцией и придонной, однако на горизонтах вблизи границы верхней и нижней сфер существуют некоторые сходные особенности. Таким образом, переход от циркуляции верхней сферы к циркуляции нижней происходит не скачком, а постепенно, в слое 1000 – 2000 м, причём этот переход для разных точек Мирового океана происходит на разных глубинах. Средняя скорость циркуляционных потоков нижней сферы примерно в пять раз ниже скорости течений на поверхности океана.

Основное направление движения вод нижней сферы – меридиональное, главным структурным элементом здесь являются западные пограничные течения, которые существуют только в западных частях океанов (Стомель, Аронс, 1960). Западные пограничные глубинные течения в Атлантическом океане идут на юг параллельно побережью Северной и Южной Америк от высоких северных широт до высоких южных, а в Индийском и Тихом также в западной части, но, наоборот, на север от Антарктического циркумполярного течения до экватора и далее в северное полушарие. Западные пограничные придонные течения во всех трёх океанах направляются из южных высокоширотных источников к экватору, пересекают его и проникают в северное полушарие примерно до 40° с.ш.

Источники глубинных и придонных вод Мирового океана находятся в шельфовых зонах полярных морей. Главной движущей силой глубоководной циркуляции вод служит **погружение холодных полярных вод**. Придонные холодные воды Северного Ледовитого океана заперты сушей (острова Шетландские и Исландия) и мелководьем (Фарерско-Исландский порог) Северной Атлантики. Только между юго-восточным склоном Гренландии и хребтом Рейкьянес происходит опускание холодных вод Арктики под теплое течение Ирмингера.

Основная масса глубинных и придонных вод, как в Северном, так и в Южном полушарии, берет начало у Антарктиды. Согласно теории термохалинной циркуляции, холодные воды, основным центром формирования которых является море Уэдделла, по материковому склону Антарктиды опускаются вниз между 40 и 60° ю.ш. Из Атлантического океана часть холодных вод поступает в Индийский океан. В Тихом и других океанах, вероятно, существует дополнительный источник холодных вод.

В 1969 году был открыт **новый тип формирования глубинных вод** – в открытом море. Суть его заключается в том, что в локальной области открытого океана, где глубины велики, при охлаждении поверхностного слоя воды в зимнее время увеличивается его плотность. В результате в циклоническом круговороте происходит подъём и наклон пикноклина. Пикноклин приобретает свойства твёрдого шельфа, вдоль которого охлаждённые поверхностные воды стекают вниз, образуя холодный подповерхностный слой.

За счёт вихревого перемешивания перепад плотности и устойчивость слоёв исчезает, образуется единый однородный слой от поверхности до дна. При последующем интенсивном штормовом воздействии возникает сильное конвективное перемешивание этого слоя. В результате образуются «молодые» глубинные воды, которые по своим термодинамическим характеристикам сильно отличаются от характеристик «старых» глубинных вод, образованных в традиционных источниках.

Осуществляя непосредственную связь верхней и нижней сфер океана, глубокая конвенция производит «вентиляцию» последних. Такие области глубокой конвекции, расположенные внутри устойчиво стратифицированной воды находятся лишь непродолжительный период времени и поддерживаются только мощным атмосферным воздействием (штормом).

С его затуханием воды из верхних горизонтов опускаются вниз и растекаются, а их место занимают лёгкие и тёплые воды с периферии этой области, восстанавливая нарушенную стратификацию. Температура верхнего однородного холодного слоя воды в период конвективного перемешивания повышается, что имеет серьёзные последствия для ледовых морей (например, гигантская полынья в море Уэдделла). Длительность этого процесса занимает несколько недель.

Большую роль в развитии глубинной и особенно придонной циркуляции играет рельеф, который выступает как пассивный фактор, видоизменяя, смещая и ограничивая циркуляцию, вызванную активными факторами, т.е. силами, действующими во всей толще океана.

Прежде всего, рельеф сильно влияет на поведение придонных потоков. Они движутся вдоль изобат и, благодаря стратифицированности водной толщи, течения не переваливают через поднятия дна. Например, движение антарктической придонной воды на север ограничено Западно-Индийским хребтом, Австралио-Антарктическим, Южно-Тихоокеанским и Восточно-Тихоокеанским поднятиями на

дне двух океанов. Кроме того, замедляя и ограничивая водообмен между котловинами, рельеф способствует возникновению изолированной системы циркуляции глубинных и придонных вод.

Волны и волновые движения в Мировом океане. Воды Мирового океана реагируют на воздействие различных сил, как внутренних, так и внешних, возникновением волн и волновых движений. Волнение в морях и океанах является одним из видов движения воды. Волнение представляет собой совокупность волн, а волны – это периодические колебания частиц воды около положения их равновесия, совершаемые по замкнутым или почти замкнутым орбитам в вертикальном и в меньшей мере в горизонтальном направлениях, при котором само движение остается потенциальным, так как отсутствует вращательное движение самих частиц относительно любой своей оси. Внешне этот процесс проявляется в виде следующих один за другим валов и углублений между ними.

Выделяют следующие причины волнообразования: ветер, приливы, изменения атмосферного давления, землетрясения и вулканизм, воздействие движущихся тел. В зависимости от причин происхождения волны делят на 5 генетических типов: трения (фрикционные или ветровые), приливные, анемобарические, цунами и корабельные волны.

Кроме того, по расположению относительно уровенной поверхности, различают **поверхностные волны**, возникающие на поверхности и в приповерхностном слое моря, и **внутренние**, проявляющиеся на некоторой глубине и незаметные на поверхности. Существует также **поступательные волны**, у которых наблюдается видимое перемещение формы волны, и **стоячие**, видимая форма которых в пространстве не перемещается – это деление по характеру движения волны.

В зависимости от формы волны и скорости ее распространения различают **короткие волны**, у которых длина волны меньше глубины моря и **длинные** с длиной волны большей, чем глубина моря. Если соотношение глубины и длины невелико (в диапазоне 0,1-0,5), то волны называются **волнами мелководья** (волны переходной стадии). В тех случаях, когда волны существуют после прекращения действия вызвавших их сил, они называются **свободными**. Если же действие этих сил не прекратилось, то волны называются **вынужденными**.

Волны трения (ветровые волны) – это сложные трехмерные колебательные движения водной поверхности, вызываемые ветром. Для зарождения ветровых волн на невозмущенной поверхности необходимо, чтобы движущийся воздушный поток был турбулентным. Неоднородность его строения приводит к тому, что давление воздуха на различных участках первоначально невозмущенной поверхности будет отличаться, что в свою очередь приводит к возникновению неоднородной поверхности, увеличивающейся при определенных благоприятных условиях.

Размер волны имеет прямую зависимость от скорости ветра. При скорости ветра 2,5 м/с появляются первые мелкие (капиллярные) волны – **рябь**. Их высота несколько миллиметров, а длина несколько сантиметров (до 20 см). С увеличением длины они превращаются в **гравитационные волны**. Размеры волн прямо зависят от скорости, продолжительности действия ветра и от длины его разгона, т.е. от расстояния, которое он пробегает над водой по одному направлению. С течением времени, скорость и энергия гравитационных волн растут, увеличивающиеся волны вносят еще большие возмущения в воздушный поток, а те в свою очередь приводят к еще большему росту волн.

Большое нарастание мощности объясняется появлением крутых волн более высоких порядков на основных волнах, т.е. происходит наложение одной волны на другую (интерференция). И этот рост будет продолжаться до тех пор, пока скорость волн будет меньше скорости ветра. Однако при определенной крутизне волна становится неустойчивой, что приводит к опрокидыванию вершины волны и возникновению пенистых «белых барашков».

Если опрокидывание происходит у самого берега, то возникает **прибой**, если на некотором удалении от него, то **бурун**. У отвесного берега в момент подхода набегающей волны образуется взброс (всплеск), высота которого примерно в два раза выше высоты волны. Прибой и взбросы производят большую разрушительную работу и формируют берега. По мере падения скорости ветра рост волн прекращается, и волнение переходит в **зыбь**. С глубиной колебательные движения волн затухают.

Глубина колебаний коротких волн в глубоком море очень мала, причем, чем выше частота колебаний, тем на меньшую глубину проникает волновой процесс. В длинных волнах мелкого моря преобладают колебания в продольном направлении и колебаниями охвачена вся толща воды, не затухающими с глубиной. Вопрос о том, является волна длинной или короткой имеет практическое значение. При переходе волн к прибрежному мелководью они становятся длинными, размывают дно, перемещают огромные массы наносов, изменяя дно и берега.

Приливы и отливы – периодические колебания уровня Мирового океана под действием сил притяжения Луны и Солнца. Приливы наблюдаются во всех достаточно больших по размерам морях, но лучше всего они выражены в океанах и сообщающихся с ними морях, особенно у берегов.

Дважды в сутки, примерно через 12 часов 26 минут, уровень воды в морях и океанах поднимается (прилив) и дважды опускается (отлив). При приливах уровень воды повышается до 15-20 м. Самые большие приливы бывают во время новолуния и полнолуния, когда приливообразующие силы Луны и Солнца складываются. Это – **сизигийные** приливы. Во время первой и последней четверти фазы Луны приливообразующие силы Солнца вычитаются из приливообразующей силы Луны, так как они в 2,17 раза меньше (из-за удаленности от Земли) и высота прилива будет минимальной. Это – **квадратурные** приливы.

Наивысшее положение уровня моря в течение одного периода колебаний приливов называется **полной водой**, а наинизшее – **малой водой**. У отмелей берегов во время прилива полоса берега затапливается, а во время отлива осушается. У высоких берегов (клифов) приливы и отливы отражаются только на вертикальных колебаниях уровня.

Расстояние между уровнями малой и полной воды по вертикали называется **величиной прилива**. Промежуток времени от одной полной воды до другой или одной малой до другой называется **периодом прилива** (за этот период наблюдается один прилив и один отлив). В зависимости от периода различают приливы: полусуточные, суточные и смешанные.

На величину приливов влияют глубина моря и очертания берегов, угол подхода приливной волны к береговой линии, и из астрономических причин – эллиптичность орбит Луны и Земли. Все это создает довольно сложную приливно-отливную картину. Если бы Земля имела сплошную водную оболочку одинаковой толщины,

то тогда высота сизигийного прилива была бы равна 1 м в любой точке земной поверхности.

Приливы и отливы – это волны очень большого периода и длины, их действие сопровождается перемещением больших масс воды то в одном, то в другом направлениях, т.е. образованием приливно-отливных течений. В открытом океане они незаметны, но у берегов активно воздействуют на дно, берег и прибрежную зону. Максимальная высота прилива (18 м) наблюдается в атлантическом побережье Канады, скорость движения воды при этом 7-8 м/с. Такие течения проводят большую геологическую работу по перемешиванию наносов, размыву дна, берегов или созданию аккумулятивных форм – пляжей, кос, баров и т.д.

Анемобарические волны – это волны, порождаемые импульсами атмосферного давления. В океанах и морях наблюдается широкий спектр таких волн. Наиболее типичными анемобарическими волнами являются **сейши**. Выведенная из состояния равновесия внешней силой вода в замкнутом или полузамкнутом бассейне после прекращения действия этой силы для восстановления своего равновесия будет совершать свободные затухающие колебания – сейши. Сейши являются длинными стоячими внутренними волнами. Термин «сейши» происходит от латинского «*siccus*», означающего «сухой» и употребляемого в течение столетий при описании осушений дна в узком конце Женевского озера во время спадов воды при таких колебаниях.

Сейши могут вызываться не только изменениями атмосферного давления, но и ветром, создающим нагон и быстро стихающим, а также обильным локальным выпадением дождя. Если сейши приурочены к полузамкнутым бассейнам, они обязаны приливам и отливам. Визуально сейши можно представить как колебания воды в баке, на каждом конце которого уровень воды периодически колеблется, в то время как в середине уровень остается постоянным. В некоторых случаях, когда период колебаний равен примерно 10 минутам, возмущение, производимое ими в акватории порта, может привести к явлению, называемому **тягун** (портовая зыбь), срывающему суда со швартовов и уносящему их в море. Природа тягуна точно не изучена.

Цунами. Подводные землетрясения, вулканические извержения и оползни возбуждают колебания толщи воды, которые распространяются от очага образования как одиночные длинные волны или группы волн, названные в Японии цунами. Цунами – это реакция океана на импульс энергии, воздействующей на большую площадь, и представляет собой свободные колебания воды после однократного воздействия.

Процесс передачи энергии движения от земной коры водной массе пока остается неизвестным. Предполагается, что первоначальное возмущение порождается асимметричным подъёмом горизонтального дна. Учитывая, что в океане имеются обширные области с высокой сейсмичностью, цунами отмечаются довольно часто.

Подходя к берегам, цунами увеличивают на мелководье высоту и нередко выкатываются на берег, производя катастрофические разрушения. Основным районом возникновения цунами является сейсмический пояс Тихого океана, в котором происходит 87 % землетрясений. Разрушительному действию цунами более всего подвержены берега Камчатки, Японии, Курильских и Гавайских островов. Последнее, одно из самых разрушительных в XX веке, цунами произошло 26 декабря в Юго-Восточной Азии.

Длина волн цунами варьирует от нескольких десятков до нескольких сотен км (Чили, 1960 г.; 400 км) в зависимости от характера землетрясения и расстояния, пройденного волной. Учитывая, что глубина распространения волны равна половине её длины, глубина распространения волн цунами составляет 150-350 км. Скорость цунами зависит от глубины океана, над которой она проходит. Если среднюю глубину океана принять равной 4 км, то средняя скорость распространения волны будет равна 200 м/с или 720 км/ч.

При подводных землетрясениях образуются три вида волн: собственно цунами: длинные волны, сейсмические волны в земной коре и акустические волны в воде. Наибольшую скорость перемещения имеют сейсмоволны, поэтому именно по ним судят о приближении цунами. Акустические волны распространяются со скоростью близкой к скорости звука, и воспринимаются на кораблях, как удары, часто приписываемые столкновению с мелью. Наблюдаемые скорости движения волн, например, в северной части Тихого океана в зависимости от положения эпицентра и рельефа дна на пути их распространения варьируют в открытом океане в пределах 400-800 км/ч. У берегов скорость снижается до 30-100 км/ч.

Высота волны цунами в эпицентре невелика, поэтому благодаря большой длине волны при распространении в открытом океане цунами не ощущается кораблями. С этим связано и название цунами (дословно с японского – «волна в заливе»). Однако при подходе к уменьшающимся глубинам высота цунами растет. Волна заметно деформируется, когда глубина становится меньше половины ее длины, и она под действием трения о дно превращается в более длинную. При этом происходит передача энергии волны к все меньшей массе воды. Благодаря этому возрастает высота волн.

Учитывая, что длина волны у цунами равна 300 км и увеличивается с удалением от эпицентра, трансформация волны, т.е. передача энергии и увеличение высоты, начинается уже с достаточно больших глубин. Таким образом, при приближении к берегу, волна приобретает достаточно большую высоту (Зондские острова, 1883 г., 20 м).

Увеличение высоты волны при подходе к берегу ведет к тому, что крутизна волны резко возрастает, волна теряет устойчивость и обрушивается, производя колоссальные разрушения (Гавайи, 1946 г.). В настоящее время, на основе исследований сейсмических волн и гидрологических наблюдений изменения уровня моря, разработана эффективная служба наблюдений и предупреждений о распространении цунами.

Корабельные волны вызываются движением корабля. Они бывают косые (расходящиеся) и поперечные. Косые волны образуют угол 18-20° с направлением движения судна, а фронт поперечных волн перпендикулярен направлению движения корабля. При образовании этих волн судно теряет скорость, причем с её увеличением величина потерь возрастает, что является достаточно важным в мореходстве.

Понятие о водных массах. В разных районах океана, даже расположенных близко друг к другу, вода имеет разные характеристики. Различаются воды тёплые и холодные, солёные и опреснённые. Эти воды одновременно отличались по цвету, богатству органической жизни и другим параметрам.

Впервые термин «водные массы» был употреблён австрийским учёным А. Дефантом в 1929 году. Сама идея выделения водных масс имела большое значение и изначально развивалась по аналогии с учением о воздушных массах.

Водная масса – это сравнительно большой объём воды, формирующийся в определённом районе Мирового океана, обладающий в течение длительного времени почти постоянным и непрерывным распределением физических, химических и биологических характеристик, составляющих единый комплекс и распространяющихся как одно единое целое (Добровольский, 1947).

Формирование водной массы происходит в определённом районе океана, где на неё оказывают воздействие постоянные условия. Если вода находится в одинаковых условиях в течение длительного времени, её физико-химические характеристики становятся более устойчивыми, а сама водная масса приобретает значительную мощность.

Формирование водной массы может происходить в поверхностном слое океана не только в результате атмосферного воздействия, но и в глубоких слоях при перемешивании водных масс, обладающих различными свойствами. Под воздействием различных сил сформированная водная масса движется из очага формирования и подвергается на пути трансформации.

Водные массы поверхностного слоя наиболее подвижны и изменчивы, так как находятся в непосредственном контакте с атмосферой. Примером водной массы может служить атлантическая вода в Северном Ледовитом океане, отличающаяся от окружающей её воды высокой температурой, и вода экваториального противотечения в Тихом океане, сильно распрямлённая по сравнению с окружающими водами. Именно потому, что водные массы отражают в себе физико-географические условия района, в котором они формируются, их называют **по географическому принципу**: арктические, антарктические, экваториальные атлантические, тропические южно-тихоокеанские, средиземноморские, красноморские и т.д.

Каждая водная масса, как понятие географическое, характеризуется определённым комплексом показателей: физических, химических, биологических и даже геологических и связана с определённым течением. По определению, для распознавания водной массы необходимо использовать комплекс разнообразных показателей, что не всегда возможно. Кроме того, каждый из них обладает разной степенью изменчивости (консервативности), поэтому чаще всего пользуются одним-двумя основными показателями, а другие привлекают по мере возможности. Свойства (характеристики), по которым различают водные массы и отмечают их движение, **называются трассерами**, которые делятся на консервативные и неконсервативные.

Консервативными свойствами являются температура и солёность, которые служат главными показателями водной массы. С того момента, как водная масса сформировалась окончательно, они не изменяются или изменяются мало. Температура и солёность начинают отклоняться только в результате процесса перемешивания, поэтому такие свойства и называются консервативными.

К другим показателям, характеризующим водную массу, относят: величину концентрации кислорода, концентрацию биогенных веществ (силикатов и фосфатов) и морские организмы. Эти свойства изменяются в результате химических и биологических процессов, протекающих в океане, и поэтому называются неконсервативными.

Живые организмы могут оставаться в пределах данной водной массы, поскольку её физические и химические свойства удовлетворяют их, или же потому, что они, являясь, например, планктоном, переносятся вместе с водной массой из района её формирования. Организмы, присущие определённой водной массе называются видами-индикаторами.

Величина концентрации кислорода является дополнительным свидетельством разделения водных масс. Это объясняется тем, что при движении водных масс одна над другой в противоположном направлении, между ними располагается тонкий слой воды, который не движется вообще и потому обедняется кислородом. Это – так называемый **кислородный минимум**, например, между движущейся на север Антарктической промежуточной водой и распространяющейся на юг Северо-Атлантической глубинной водой. Классическим подходом в изучении путей распространения водных масс является **метод ядра**, который заключается в следующем. Фиксируя трассеры в очаге формирования водных масс (район с наиболее ярко выраженными показателями) и прослеживая изменение этих показателей, можно делать заключение о направлении движения водных масс и их трансформации в результате взаимодействия с окружающими водами.

Если характеристика сохраняет свою индивидуальность, несмотря на постепенное изменение значений, допустимых для данной водной массы, имеет место адвекция (перемещение без изменения свойств). Если же характеристика, переносимая вместе с водой, изменяет своё значение, следовательно, имеет место процесс трансформации водной массы, например, при переходе из одной климатической зоны в другую.

Граница между двумя различными водными массами называется **океаническим фронтом**. Фронт представляет собой сравнительно неширокую зону, в которой происходит резкое изменение температуры или солёности по горизонтали, поэтому чаще используют термин фронтальная зона. Поверхность в пределах фронтальной зоны, имеющую наибольшие значения градиентов океанологических характеристик: температуры, солёности, плотности, скорости течения и других, называют **фронтальным разделом**.

Наиболее популярное представление о фронтах как о границах между водными массами, было сформировано на основе аналогии с атмосферными фронтами и воздушными массами, но полностью не признано. Однако классические формулировки не противостоят явлению многофронтальности в океане. Основными гидрологическими фронтами являются:

- экваториальный, проходящий вдоль экватора в каждом из трёх экваториальных океанов;
- субэкваториальный, располагающийся севернее экватора;
- тропический, по два в Атлантическом и Тихом океанах в каждом полушарии и один в южной части Индийского;
- субтропический в умеренных широтах Атлантического и Тихого океанов;
- субантарктический (аналог субтропического) в умеренных широтах Южного океана.

К главным фронтам относятся:

- северный полярный (арктический), расположенный в высоких широтах Атлантики и Тихого океана;

– южный полярный (антарктический), расположенный в высоких широтах Южного океана.

В зоне всех океанических фронтов отмечается повышенная биологическая продуктивность, что объясняется активными динамическими процессами, обменом кислородом, питательными веществами и теплом. Наиболее интересны южный и северный полярные фронты. Южный полярный (антарктический) фронт охватывает весь Мировой океан кольцом по широтам около 60° ю.ш. и поэтому не меняет своих характеристик с долготой.

Северный полярный фронт (арктический) в северной Атлантике и северной половине Тихого океана неоднородны по длине и ширине. Они наиболее интенсивны в западной части, где сходятся потоки соседних круговоротов, идущие навстречу друг другу от полюса и от экватора (Гольфстрим и Лабрадорское, Куро-сио и Ойясио), и ослаблены в восточной части, где потоки фронтального течения расходятся к полюсам и экватору (северо-восточная ветвь Северо-Атлантического течения и Канарское течение, Аляскинское и Калифорнийское течение). Главные океанские фронты по положению почти совпадают с атмосферными. Их значение заключается в том, что они разграничивают тёплую и высокосолёную сферу Мирового океана от холодной и низкосолёной. Через главные фронты внутри океанской толщи происходит обмен свойствами (характеристиками) воды между низкими и высокими широтами и завершается конечная фаза этого обмена.

Кроме гидрологических фронтов выделяют **климатические**, что особенно важно, так как они, имея планетарный масштаб, подчёркивают общую картину зональности распределения океанологических характеристик и структуры динамической системы циркуляции вод на поверхности Мирового океана. Они же служат основой для климатического районирования.

В настоящее время в пределах океаносферы существует довольно большое разнообразие фронтов и фронтальных зон. Они могут рассматриваться как границы вод с различной температурой и солёностью, течений и т. д. Сочетание в пространстве водных масс и границ между ними (фронтов) образует **горизонтальную гидрологическую структуру вод** отдельных районов и Океана в целом.

В соответствии с законом географической зональности выделяют следующие важнейшие типы в горизонтальной структуре вод: экваториальные, тропические, субтропические, субарктические и субантарктические (субполярные), арктические и антарктические (полярные).

Каждая горизонтальная структурная зона имеет соответственно и собственную вертикальную структуру, например, экваториальная поверхностная структурная зона, экваториальная промежуточная, экваториальная глубинная, экваториальная придонная и наоборот, в каждом вертикальном структурном слое можно выделить горизонтальные структурные зоны.

Кроме того, в пределах каждой горизонтальной структуры выделяются более дробные подразделения, например, перу-чилийская или калифорнийская структура и т.д., что обуславливает всё многообразие вод Мирового океана. Границами разделения вертикальных структурных зон являются пограничные слои, а важнейших типов вод горизонтальной структуры – океанские фронты.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР МИРОВОГО ОКЕАНА

Жизнь в океане чрезвычайно богата, однако морская флора значительно беднее сухопутной. Она насчитывает около 10 тыс. видов растений: многообразны водоросли, травы, мангровые деревья и кустарники, бактерии, беднее представлены низшие грибы. Повсеместно распространены только бактерии и некоторые низшие грибы. Они участвуют в круговороте веществ, усваивая содержащиеся в воде и донных осадках продукты жизнедеятельности других организмов и будучи пригодными, для использования ряда животных. Остальные растительные организмы населяют лишь эвфотическую зону.

Среди высших растений обильны травы (около 50 видов) из семейства рдестовых и водокрасовых, образующие настоящие подводные луга на глубинах до 100 м. Особенно распространены жостера, посеядония и талассия. Флористическое районирование Мирового океана затруднено, так как большинство представителей растительного мира имеют космополитное распространение.

Морская фауна насчитывает около 160 тыс. видов, включая простейших (фораминиферы, радиолярии, жгутиковые и инфузории; 10 тыс.), губки (5 тыс.), кишечнополостных (9 тыс.), многощетинковых и других червей (более 7 тыс.), плеченогих и мшанок (свыше 4 тыс.), моллюсков (примерно 80 тыс.), ракообразных (более 20 тыс.), иглокожих (6 тыс.), оболочников (1 тыс.), рыб (16 тыс.), черепах и змей (50 видов). С океаном и морем связана жизнь более 100 видов млекопитающих, главным образом китообразных и ластоногих, и 240 видов птиц (пингвины, альбатросы, чайки и др.).

Как среда, в которой развивается и распространяется жизнь, Мировой океан резко отличается от суши. Отличия связаны в основном с тем, что эта водная среда с относительно постоянным солевым составом, мало изменяющимся в пространстве и во времени.

Это свойство обусловило сохранение в Мировом океане представителей древнейших геологических эпох, особенно на больших глубинах с низкой температурой воды. Такими, например, морские звезды, ежи и стебельчатые морские лилии, обитавшие еще в палеозое.

В 1952 году датское судно «Галатея» подняло с глубины 3950 м моллюска неопилину (*Neopilina chulumnae*), очень близкого к кембрийскому роду триблидиум. Научной сенсацией стало первая поимка у берегов Южной Африки в 1938 г. латимерии (*Latimeria chulumnae*), принадлежащей к древним целакантовым (кистеперым) рыбам. Палеонтологические остатки целакантовых, от которых произошли наземные позвоночные, неизвестны в слоях моложе мелового возраста.

Хотя океан представляет собой непрерывную водную оболочку Земли, окружающую материки и острова и обладающую общностью солевого состава, он подразделяется на несколько **экологических зон, или областей**, с различным набором условий существования организмов.

Прежде всего, различают толщу воды – **пелагиаль** (от греч. *pelagos* – море), область распространения организмов в толще воды или на ее поверхности, и дно океана – **бенталь** (от греч. *benthos* – глубина), которая заселена организмами, обитающими на грунте или в грунте.

Бенталь подразделяется на супралитораль, литораль, сублитораль, батиаль, абиссаль и ультраабиссаль.

Супралитораль – это побережье океана, расположенное выше уровня воды в самой высокой прилив и подверженное только эпизодическому воздействию океанических вод при нагонах и штормах. Здесь обитают как наземные, так и морские организмы.

Литораль (от лат. *litoralis* – береговой, прибрежный) представляет прибрежную часть дна, затапливаемую во время приливов и осушаемую при отливах. Она покрывается водой и освобождается от нее дважды в сутки. В зарубежной океанографической литературе нижняя граница литорали иногда определяется глубиной действия волн (40-50 м) или распространения растений (200 м).

Растительный мир литорали состоит в основном из сине-зеленых, зеленых, бурых и красных водорослей, прикрепленных ко дну. На каменистых грунтах он богаче, чем на илистых. Максимального развития флора литорали достигает в умеренном поясе. Фауна наиболее разнообразна в тропиках, по направлению к полюсам она становится беднее. Для животных литораль служит зоной, промежуточной между сушей и морем, и определяет переход от наземного к морскому образу жизни.

Многие виды могут в течение того или иного периода оставаться на воздухе, поскольку имеют различные приспособления, защищающие от высыхания во время отлива. Так, морские желуды плотно закрывают раковину, хитоны и морские блюдечки присасываются к камням, актинии и голожаберные моллюски сильно сжимаются и покрываются слизью. Кроме наземных животных, на скалах обитают устрицы, мидии, литорины, на водорослях и среди них – гидроиды, мшанки, асцидии, в мягких грунтах – многие черви и роющие двустворчатые моллюски. Во время прилива появляются рыбы, охотящиеся за обильной пищей.

Сублитораль является зоной развития жизни на дне океана от уровня воды при самом низком отливе до нижней границы распространения донной растительности. Ей свойственна четкая вертикальная дифференциация водорослей: верхние горизонты занимают зеленые, средние – бурые и самые нижние – красные водоросли. Донная флора (фитобентос) включает несколько видов травянистых цветковых растений: зоостеру, посеидонию, талассию и др. Донная фауна (зообентос) сублиторали чрезвычайно обильна и разнообразна. Особенно многочисленны иглокожие, моллюски, черви и ракообразные, а в тропических широтах – кораллы. В сублиторали сосредоточены основные промысловые запасы морских придонных рыб (палтус, камбала и др.).

Батиаль (от греч. *bathys* – глубокий) занимает материковые склон на глубинах от 200 до 2500-3000 м. Для нее характерно почти полное отсутствие света, значительное давление, небольшое сезонное колебание температуры и плотности вод, не сплошной покров осадков. Растительный мир чрезвычайно беден. Преобладают разнообразные представители зообентоса: много рыб, переходных к абиссальным формам.

Абиссаль (от греч. *abyssos* – бездонный) – это зона наибольших морских глубин. Области дна океана с глубинами свыше 6000 м выделяются как ультраабиссаль. В воде полностью отсутствует солнечный свет, много углекислого газа, температура постоянно низкая (1-2 градуса Цельсия, в полярных областях ниже нуля),

огромное давление и слабая подвижность воды. Грунты полужидкие, органогенного или минерального происхождения.

Растительный мир представлен только некоторыми бактериальными формами. Ультраабиссальные животные отличаются резко выраженным эндемизмом и древностью. Пищей им служат бактерии, а также «дождь трупов» и оседающий органический детрит. По этой причине все глубоководные животные – детритофаги и хищники. Они слепы или имеют очень развитые глаза, часто телескопические. У многих рыб и головоногих моллюсков есть органы свечения – фотофоры. У некоторых видов светятся вся поверхность тела или ее участки. Окраска животных темная, при отсутствии пигментации тело белесоватое. Скудные запасы пищи – причина малых размеров животных, а низкая температура и обилие углекислого газа – обызвествления скелетов и желеобразности тканей. Уплощенное тело не позволяет животному погружаться в ил, а длинные конечности (ходули, иглы и стебли) удерживают его над дном.

Среди глубоководных рыб имеются виды со специальными приспособлениями для ловли добычи (например, рыбы-удильщики с отростками-приманками, снабженными фотофорами). У некоторых рыб (мешкороты и большероты) огромные пасти, часто с острыми загнутыми вовнутрь длинными зубами (хаумюд и такто-стом).

Живоглоты, у которых стенки тела и желудок сильно растягиваются, способны заглатывать добычу, по размерам в 2-3 раза большую самих хищников. Интересно, что глубоководные удильщики, живущие на глубинах, где отсутствуют свет и какие-либо сезонные изменения, размножаются весной и летом.

Абиссальные глубины еще мало изучены. Постоянство глубоководной океанической среды на протяжении длительного геологического времени позволило выжить довольно большому количеству древнейших организмов, среди которых рыба латимерия, десятиногие раки, стебельчатые морские лилии и др.

В зависимости от степени освещенности пелагиаль по вертикали делится на три области: эвфотическая (хорошо освещенная), дисфотическая (сумеречная) и афотическая (света недостаточно для фотосинтеза растений или он полностью отсутствует).

В пелагиали выделяются **неритическая и океаническая зоны**. Неритическая располагается в пределах шельфа и ограничена глубинами 200 м. Она прерывается пространствами с сильно опресненной и даже пресной водой у устьев больших рек. Многие морские обитатели (ластоногие, пингвины, прибрежные виды китообразных, некоторые виды крабов и раков-отшельников) связаны с берегами.

Неритическую зону населяют также животные, личинки которых ведут бентосный образ жизни, а взрослые особи пелагический и наоборот. В ней сосредоточены основные районы рыболовства. Океаническая зона включает всю толщу воды, кроме неритической.

В целом в толще воды прослеживаются следующие зоны: поверхностная (**эпипелагиаль**), переходная (**мезопелагиаль**) и глубоководная, в которую входят **батипелагиаль, абиссопелагиаль и ультраабиссаль**. В толще воды обитают представители планктона (переносимые морскими течениями и волнами), нектона (активно плавающие), плейстона (обитающие на поверхности воды), нейстона (прикрепленные к поверхности пленки воды снизу или сверху) и гипонейстона (живущие непосредственно под водой поверхностью).

Термин «**планктон**» происходит от греческого слова *planktos* (парящий, блуждающий) и означает сообщество организмов, пассивно дрейфующих в воде. Этим планктон отличается от нектона, совокупности крупных животных, способных совершать автономное плавание, самостоятельно перемещаться в воде и плыть против воли и течения. Планктон и нектон объединяются общим термином «**пелагос**», которые включают все организмы, живущие в толще воды, в отличие от **бентоса** – совокупности организмов, населяющих дно или живущих вблизи него. Планктон обычно разделяется на два больших сообщества организмов: фитопланктон и зоопланктон.

В **фитопланктоне** преобладают две большие группы водорослей: диатомовые и динофлагелляты, обильны сине-зеленые и другие водоросли. Представители фитопланктона, как живые организмы, имеют большую плотность, чем вода. Причин, позволяющих держаться на плаву несколько: уменьшение размеров до микроскопических, что вело к увеличению поверхности (отношение поверхности тела к его объёму повышает силу трения), появления роговидных выростов и наростов, способности изменять вес в зависимости от температуры воды, за счет жировых отложений, пузырьков воздуха на теле и др. Фитопланктон занимает только освещенную зону толщи воды.

Зоопланктон более разнообразен и включает организм от микроскопических размеров (нанопланктон и микропланктон) до крупных (макропланктон) различных систематических таксонов: фораминифер, радиолярий, инфузорий, ветвистоусых рачков, остракод, моллюсков, щетинкочелюстных, мезид, медуз, парусников, гребневиков и др.

Представители зоопланктона, всю свою жизнь проводящие в толще воды, образуют голопланктон (от греч. *holos* – целое) в отличие от меропланктона (от греч. *meros* – часть), временного зоопланктона. Например, планктонный образ жизни ведут личинки иглокожих, крабов, лангустов и др., а также яйца, икра и личинка представителей нектона (например, угря).

Промежуточное положение между планктоном и нектоном занимает **микронектон**, представленный животными с ограниченно активным перемещением – мелкие виды рыб и кальмаров, крупные креветки, некоторые виды рачков и др.

Представители нектона хорошо известны.

При **биогеографическом районировании Мирового океана**, которое носит зональный характер, А.Г. Воронов (1987) использовал схему зоогеографического районирования, предложенную В.Г. Гептнером (1955). В результате были выделены семь биогеографических областей: Арктическая, Бореально-Тихоокеанская, Бореально-Атлантическая, Тропико-Атлантическая, Тропико-Индо-Тихоокеанская, Субантарктическая (Субантрактическая) и Антарктическая. Эти области являются общими для неритической и океанической водной среды, но не учитывают своеобразие жизни в бентали и пелагиали, других экологических зонах Мирового океана.

В зоогеографическом районировании Мирового океана **по донной фауне** материковая отмель разделена на три царства: холодных и умеренных морей Северного полушария, тропическое, холодных и умеренных морей Южного полушария, а абиссаль на три области: Тихоокеанскую-Северо-Индийскую, Атлантическую и Антарктическую.

Арктическая область. Её южная граница между Северной Америкой и Европой проходит от острова Ньюфаундленд на архипелаг Шпицберген к северо-западной оконечности Кольского полуострова, а между Азией и Северной Америкой – по северной части Берингова моря. В области постоянно низкая температура воды (около 0 °С), соленость ниже средней для океана (результат таяния льда и выноса пресных вод реками). Зимой и летом преобладающая часть акватории покрыта ледовым панцирем, встречаются полыньи и разводья.

Растительность более холодных вод отличается преобладанием бурых водорослей, а теплых – зеленых. Красные водоросли представлены сравнительно равномерно.

Летом у кромки тающих льдов образуется массовое скопление планктона, которое определяет богатое разнообразие водных обитателей от крылоногих моллюсков лимацин до нарвалов и белух (из китообразных), а также чаек и чистиков. Среди чаек эндемична белая, из чистиков характерен люрик. Гренландский кит, обильный раньше, почти полностью истреблен. Из тюленей обычны нерпа, морской заяц и хохлач. Хорошо известен морж. Круглый год по льдам бродит белый медведь. Из рыб характерны сайка и навага. Из беспозвоночных много бокоплавов и равноногих, которые достигают здесь наибольшего разнообразия.

Бореально-Тихоокеанская (Бореально-Пацифическая) и Бореально-Атлантическая области. Эти области имеют значительное сходство. Им свойственны резкие сезонные колебания температуры воды от 3 до 15 °С и более. Большинство организмов, обитающих здесь, эвритермны. По световому режиму бореальные области океана отличаются от Арктической круглогодичной ежесуточной сменой дня и ночи, что позволяет растительным организмам вегетировать большую часть года.

Границы областей неодинаковы для организмов, обитающих в пелагиали на разных глубинах. Если в районировании учитывать сублиторальную фауну, то южная граница пройдет между 30 и 40° с.ш. и почти совпадет со среднегодовой изотермой 15 °С. Система теплых и холодных течений у восточных берегов как Северной Америки, так и Азии, клинообразно суживает акваторию областей.

По видовому разнообразию бореальные флора и фауна значительно превосходят арктическую, но уступают тропической. Наибольшее обилие организмов приурочено к литорали и сублиторали.

Для Бореально-Тихоокеанской области особенно характерны бурые водоросли (макроцистис и нереоцистис). Среди моллюсков обычны устрицы, мидии, морские гребешки, тихоокеанский кальмар и осьминог Дофлейна. Ракообразные представлены веслоногими (каланус тихоокеанский) и десятиногими раками (камчатский краб, креветки чилими). Из иглокожих наиболее распространен трепанг. Рыбы (кета, горбуша, чавыча, нерпа, иваси и др.) имеют большое промысловое значение. Из птиц особенно много чистиковых. Разнообразны млекопитающие: морской котик, сивуч, калан, японский кит, серый кит, дельфин, белокрылая морская свинья.

В Бореально-Атлантической области обильны бурые водоросли (ламинария, алярия, фукусы) и красные (анфельция). Ракообразные представлены веслоногими раками, креветками, лангустами, омарами, рыбы – треской, пикшей, сайдой, кефалью, камбалой и зубаткой. Среди птиц много чаек, чистиков, кайр, гагарок; ластоногих – хохлачей, серых и гренландских тюленей; китообразных – гринд.

Некоторые представители фауны (серый дельфин и обыкновенная морская свинья, обыкновенный тюлень, чистики, сельдевая акула, морские сельди, треска и др.) имеют амфибореальное распространение у берегов Евразии и Северной Америки. Они отсутствуют в морях, омывающих северные побережья этих континентов.

Географ Л.С.Берг объяснил эту разорванность ареалов тем, что температура воды полярных морей в плиоцене была более высокой, и многие виды морских животных могли проникнуть из Северной Атлантики через полярные моря, омывающие северное побережье Евразии, в северную часть Тихого океана и наоборот.

Наступившее в антропогене похолодание вызвало резкое понижение температуры в полярных морях, и многие виды вымерли. В более южных широтах, понижение температуры воды было не столь значительным, что способствовало сохранению формирующейся амфибореальной фауны.

Тропико-Атлантическая и Тропико-Индо-Тихоокеанская области. Для них также характерны общие черты природных условий и биоты. Прежде всего, постоянно высокая температура поверхностных слоев воды (выше 20 °С) с незначительными годовыми колебаниями (не более 2 °), а также контрастные температурные различия между поверхностными и глубинными горизонтами. Северная граница этих областей совпадает с годовой изотермой воды 15 °С, а южная (в Южном полушарии) – 17 °С. Только в этих областях распространены сообщества мангров и коралловых рифов. Из водорослей следует отметить саргассовые (саргассум и турбинария).

В водах тропических областей обитает подавляющее большинство видов планктонных фораминифер, крылоногих и килевогих моллюсков, сифонофор, кольчатых червей, сальпы и аппендикулярий. В тропических областях обычны крупные акулы, летучие рыбы, меч-рыба, парусники, скаты, морские черепахи, морские змеи, лангусты, жемчужницы.

С тропическими морями связаны птицы фазаны и фрегаты, большую часть жизни проводящие в поисках пищи над водной поверхностью. Из млекопитающих обычны белобрюхие тюлени, кашалоты, дюгоны и ламантины. Хотя в целом фауна тропических областей отличается большим разнообразием, она имеет значительно меньшую, чем в других поясах, численность отдельных видов. Только в районах апвеллингов наблюдаются массовые скопления животных.

Нотально-Арктическая область. По условиям существования жизни эта область сходна с бореальными. Для нее характерны те же резкие сезонные колебания температуры, подъемы глубинных вод, обогащенных биогенными веществами и обилие жизни. Кроме биполярно распространенных представителей флоры и фауны (бурые водоросли, несколько видов китов, котики, обыкновенные тюлени, кильки, сардины и др.) следует отметить из млекопитающих гривистого сивуча, южного котика, южного и карликового китов, морского слона и морского леопарда, из рыб представителей семейства нототениевых, а птиц королевского альбатроса.

Антарктическая область. Как и Арктической, ей свойственны постоянно низкие температуры воды и развитие ледового покрова. Условия существования жизни ограничены также многочисленными айсбергами, которые, как бы перепахивая приливно-отливную полосу, уменьшают обилие жизни в литорали.

Антарктические воды более благоприятны для живых организмов, чем суша, и по этой причине их фауна несравненно разнообразнее. Морские беспозвоночные, криль (планктонные ракообразные из семейства *Euphausiidae*), летом в поверхностных слоях воды образуют огромные скопления, служащие кормом для многих видов рыб, птиц и млекопитающих. Из рыб распространено семейство белокровных щук. Летом многочисленны буревестники и поморники, нередко встречаются крачки, альбатросы и качурки.

Наиболее типичные представители области – пингвины. У берегов Антарктиды, близ островов и среди дрейфующих льдов обитают настоящие тюлени (Уэделла, Росса, крабоед, морской леопард, морской слон). Довольно многочислен морской котик. Массовое скопление криля привлекает большие стада китов (синего, финвала, горбача, сейвала, полосатика и др.). Встречаются кашалоты, касатки и бутылконосы.

Своеобразна донная фауна Антарктической области. Обильны губки и иглокожие. Масса медузы достигает 156 кг.

К сожалению флора и фауна Мирового океана в значительной мере испытали на себе разрушительное воздействие антропогенного фактора. Не только уменьшилась численность их представителей, но и полностью уничтожены отдельные виды, огромные по площади территории загрязнены нефтью, нефтепродуктами, бытовыми стоками и разнообразными токсичными веществами промышленного происхождения воды.

Жизнь в океане распространена довольно неравномерно. Впервые **концепция биологической структуры океана** была сформулирована В.И. Вернадским в 1926 году. Согласно этой концепции, жизнь в океане сконцентрирована в «пленках» – географических пограничных слоях различного масштаба. Причем ее максимальная концентрация («сгущение») приходится на районы сближения многих пограничных слоев.

По мнению ученого, лишь 2,5 % общей массы океана занято «сгущениями» жизни, а вся остальная содержит рассеянную жизнь. Он выделил четыре постоянных «скопления» жизни: две «пленки» – планктона и донную и два «сгущения» – прибрежное и саргассовое. Прибрежному «сгущению» жизни В.И. Вернадский придавал наибольшее значение, рассматривая его в качестве «области мощной химической активности».

В 1940-1950-е гг. Л.А. Зенкевичем была разработана другая концепция биологической структуры океана. В соответствии с ней, все явления в биотической и абиотической средах распространяются в зависимости от положения относительно трех плоскостей симметрии: одной экваториальной и двух меридиональных, проходящих через срединные части океанов и материков.

Экваториальная плоскость представляет собой плоскость **широтной симметрии**, по обе стороны от которой сменяют друг друга четыре зоны специфического температурного режима и связанных с ним биологических особенностей. Экваториальная зона, сравнительно богатая жизнью, сменяется двумя (по одной в северном и южном направлениях) субтропическо-тропическими зонами биологического минимума, далее следуют две зоны умеренных широт биологического максимума и две полярные зоны биологического минимума.

Меридиональная симметрия выражается в возрастании биомассы планктона (в десятки раз) и бентоса, а так же в изменении видового состава организмов и их

вертикального распространения от середины океанов к шельфу и нееретической зоне. Нарушения меридиональной симметрии (асимметрия) закономерны и связаны с наличием океанических течений и других явлений в водной среде. Концепция подтвердила значение береговой границы раздела и прибрежного «сгущения» жизни.

Концепции биологической структуры океана, предложенные В.И. Вернадским и Л.А. Зенкевичем, не исключают, а дополняют друг друга. Первая из них, подчеркивающая биохимическую активность организмов, оказалась весьма важной в связи с загрязнением водной среды. Вторая больше ориентирована на изучение распределения жизни в океанах, ее видового разнообразия и биологической продуктивности.

Жизнь в Мировом океане сконцентрирована около берегов, где наиболее благоприятны условия питания живых организмов. По сравнению с прибрежными водами и лиманами большая часть открытого океана представляет собой «пустыню». Однако в прибрежных районах жизнь распространена довольно неравномерно. Максимальная ее концентрация приурочена к коралловым рифам и эстуариям.

Биоты островов морей и океанов чрезвычайно разнообразны. Тесно связанные с условиями образования самих островов, они, однако, не имеют ни одной черты, которая была бы свойственна всем островам без исключения. Разнообразие биоты острова зависит от его происхождения, возраста, размеров, удаленности от материка и свойственных ему природных условий.

По своему происхождению острова в морях и океанах подразделяются на две основные группы – материковые и океанические. **Материковые** представляют собой отделившуюся в ту или иную геологическую эпоху часть континента. Они выступают над уровнем воды в пределах подводной окраины материков и сложены обычно коренными породами (Беликоритания, Гренландия, Мадагаскар, Новая Зеландия, Новая Каледония, Гавайские и др.). Мелкие могут образовываться в результате аккумулятивной деятельности волн и прибоа.

Океанические острова распространены в пределах ложа океанов и на срединно-океанических хребтах. К ним относятся коралловые (атоллы и рифы) и вулканические (Галапагосские, Кергелен, Маскаренские, Канарские, Пасхи и др.) острова. Между этими двумя группами островов, материковых и океанических, встречаются промежуточные формы – острова переходной зоны, включая островные дуги. Согласно концепции фиксизма они считаются геосинклинальными. Такие острова отличаются наибольшим разнообразием природных условий и имеют более сложную структуру ландшафтов – от равнинных до горных территорий. Как правило, все они формируются в архипелаги или образуют островные дуги (Большие Зондские, Филиппинские, Японские и др.).

Условия для формирования биоты на материковых и океанических островах различны. Материковые острова отделились от континентов с тем видовым разнообразием растительного и животного мира, которое было присуще этому участку континента. Океанические острова заселились только организмами, способными преодолеть большие водные пространства. В первом случае тип формирования биоты может быть определен как реликтовый, во втором как иммиграционный.

На островах материкового происхождения биота со временем постепенно обедняется за счет вымирания части форм и даже видов. Вымирание вида можно объяснить его малой численностью в момент отделения острова от материка, не

обеспечивающей длительное существование в условиях изоляции. Причем, гибель видов, унаследованных островами, не компенсируется появлением иммигрантов, которые попадают на остров, как правило, в ограниченном числе особей и не всегда выживают.

О постепенном вымирании видов на островах можно судить по тому, что небольшие по площади острова материкового происхождения, в отличие от крупных, имеют почти чисто океаническую фауну.

Изоляция и удаленность от материка определяют высокий эндемизм флоры и фауны. Чем древнее остров, тем больше эндемичных видов и форм. Например, видовой эндемизм флоры Новой Зеландии, Новой Каледонии, Гавайских островов достигает 70-80 %. При меньшей отдаленности от материковой суши (острова Великобритания, Ирландия, Японские, Канарские, Шри-Ланка) эндемизм менее выражен.

На островах нередко в облике тех или иных групп животных наблюдаются отклонения. Например, крупные млекопитающие обычно мельче, чем на материке (пони, филиппинский буйвол и др.). У птиц и пресмыкающихся, наоборот, выражен островной гигантизм (вараны на острове Комодо, черепахи на Галапагосских островах). Причина этого явления пока не выяснена. Нередко для островов характерны нелетающие птицы и насекомые. Происхождение нелетающих птиц связано с отсутствием на островах млекопитающих, которые могли бы их истребить. В отборе нелетающих насекомых важную роль сыграл их снос ветром в океан.

В своем распределении биоценозы островов подчиняются тем же зональным закономерностям, что и сообщества континентов. Однако их структура и энергетические связи при меньшем по объему видовом составе проще. Только на больших островах с горными системами (Мадагаскар, Новая Зеландия, Куба, Великобритания и др.) растительный покров и животное население не менее сложны, чем на сопредельных материках. На островах с упрощенной ландшафтной характеристикой сообщества более однотипны, а обеднение видового состава значительнее.

На островах океанического происхождения сообщества возникают на продуктах вулканической деятельности или коралловых известняках. Флора и фауна этих островов полностью иммиграционная, но по возрасту она может оказаться старше самих островов. Проникновение видов с материка на тот или иной остров облегчается по так называемым "мостам суши" и по цепочке островов вулканического или иного происхождения.

На некоторых из этих островов вид мог иметь временное пристанище и переселиться на вновь образовавшийся остров в качестве реликта, возникшего в результате вымирания на соседних участках суши. Таким образом, не исключается возможность элемента реликтового происхождения флоры и фауны на островах океанического происхождения.

Перенос организмов через водное пространство по отношению к каждой особи носит случайный характер. При длительном существовании миграционного процесса этот перенос приобретает определенную статистическую вероятность. Так, при пересечении пространства шириной 100 миль выживает лишь одна особь из тысячи, следующих 100 миль – опять одна особь из тысячи и т.д. Шанс достигнуть острова, расположенный в 1000 милях от источника миграции, имеет одна особь из миллиона.

Наиболее распространенными **способами заселения островов** организмами являются гидрохория (морские течения), анемохория (ветры, штормы и ураганы) и зоохория (перенос с помощью птиц). В заселении островов растениями и животными большую роль играет человек (антропохория).

Активно заселять острова могут в основном птицы, однако этот процесс сдерживается "гнездовым консерватизмом" самих птиц. Взрослые растения, прибитые волнами к берегу, как правило, редко приживаются. Выживают эпифиты, находящиеся на стволах. Ветром на большие расстояния переносятся споры и легкие семена, в связи с чем, например, папоротники на островах имеют широкое распространение. Насекомые в целом плохо переносят пребывание в соленой воде и заселяют острова в случае заноса их ветром или птицами. Гибнут в морской воде амфибии, рептилии и пресноводные рыбы.

Из рептилий на островах распространены только гекконы и сцинки. В конечном итоге гибель в морской воде приводит к довольно бедному видовому составу этих групп животных. Так, в Южной Америке много земноводных, а на соседних Галапагоссах нет ни лягушек, ни саламандр, отсутствуют виды птиц, характерные для материка, а из наземных млекопитающих представлены по одному роду летучих мышей, крыс и грызун, напоминающий хомяка.

Большое значение в заселении острова организмы, переносимыми ветром и в меньшей степени водой, имеет его "ловчий угол" – расположение острова по отношению к потоку мигрантов. Так, если остров расположен перпендикулярно к потоку мигрантов, то больше вероятность того, что мигрант попадет на остров.

Флора островов океанического происхождения отличается малочисленностью видового состава. В их фауне отсутствуют млекопитающие, земноводные и змеи. Процесс **видообразования на океанических островах** протекает быстрее, чем на материковых и континентах, так как на океанических островах образуется, как правило, малочисленная популяция какого-либо вида с обедненным генофондом. К тому же эта локальная малочисленная популяция оказывается в географической изоляции.

В результате на разных островах возникают различия в наборе генов одного и того же вида, приводящие к возникновению на каждом острове внутривидовых форм, а впоследствии и видов. Большое значение при этом имеет и незаполненность экологических ниш (дефектность биоты). В качестве примера, достоверно подтверждающего своеобразие видообразования на островах океанического происхождения, можно привести вьюрков, обитающих на Галапагоссах.

Ч. Дарвин в своем дневнике "Путешествие натуралиста вокруг света на корабле "Бигль" отмечал, что естественная история этих островов в высшей степени интересна и вполне заслуживает внимания. Большинство обитающих здесь организмов являются аборигенами, в других местах не встречающимися. Этот "спутник Америки", отделенный от материка пространством открытого океана в 500-600 миль, получил с континента нескольких случайных колонистов.

Очевидно, на Галапагосы попал один вид вьюрка, питающийся свойственной ему пищей. Вьюрки, которым не хватало корма, погибали или переходили на другой корм. Так, они научились ловить насекомых, вытаскивать личинки из щелей в стволах деревьев, разгрызать орешки, питаться листьями растений и т.д. В итоге естественный отбор привел к образованию специализированных форм, которые заполнили на острове все экологические ниши, предназначенные для певчих птиц.

На Галапагосах существует 3 рода, 13 видов и 37 островных форм вьюрков: большой, средний и малый земляные, кактусовый, толстоклювый древесный, дятловый, попугайный, кокосовый, мангровый, славковый и др. Интересно, что дятловый вьюрок, не имеющий длинного языка, использует для добывания насекомого из-под коры дерева иголку кактуса.

На Галапагосских островах живут и довольно экзотичные представители эндемичной фауны: гигантские черепахи, древние морские и наземные игуаны, морские львы, лавовые змеи, нелетающий баклан и галапагосский пингвин. Большинство представителей биоты островов имеют сородичей на южноамериканском континенте.

Характерная черта биоты островов – постоянная "доставка" поселенцев. Виды, попавшие на остров раньше, имеют несомненное преимущество перед экологически близкими к ним видами, которые попали на остров позднее. У первопоселенцев больше времени для размножения и увеличения численности при отсутствии конкуренции или наличии более слабой конкуренции.

Бедность видового флористического состава приводит к малому разнообразию растительноядных животных и однообразию хищников при их невысокой численности. Многие представители животного населения имеют связь с океаном, проходя в нем одну или несколько своих стадий развития или добывая в водной среде пищу. Для островных биот характерен процесс **космополитизации**, вызванный тем, что животные и растения, наиболее успешно преодолевающие океанические пространства, заселили многие острова даже в нескольких климатических зонах и поясах. Больше всего космополитов встречается на низменных атоллах с наиболее однородными экологическими условиями и наименьшим видовым разнообразием биоты. Как ни парадоксально, космополитизации островной биоты способствует ученые, перевозящие животных и растений с одного острова на другой.

Ограниченная численность популяций островной биоты и ее изолированность приводят к быстрому исчезновению многих видов при прямом истреблении человеком и нарушении условий местообитания. Так вымерли стеллерова корова (Командорские острова), бескрылый чистик (Ньюфаундленд), моа (Новая Зеландия), дронг (Маврикий) и др. На грани исчезновения находятся яванский и суматринский носороги, цейлонский слон, галапагосские черепахи и другие представители своеобразной островной биоты.

Наиболее катастрофическими для флоры и фауны многих островов являются преднамеренный или случайный завоз человеком коз, свиней, собак, кошек, крыс, домовых мышей и других синантропных видов, а также неудачные попытки акклиматизации животных в качестве потенциальных объектов охоты. Вселение на Новую Зеландию европейского благородного оленя привело к гибели лесов на значительной площади.

К тому же, завезенный из Австралии на этот архипелаг поссум (растительноядное сумчатое) уничтожил леса во многих районах. Свиньи истребили киви, совиного попугайчика и гаттерию, которая сохранилась только на сопредельных мелких островах. Флора островов Святой Елены и Кермадек понесла невосполнимые потери в результате завоза коз. К сожалению, примеров бессмысленного уничтожения островных экосистем и представителей их органического мира можно привести множество.

РАЙОНИРОВАНИЕ, ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

Океан в глобальном масштабе представляет собой единое целое. На фоне этого единства отчетливо прослеживаются природные особенности его отдельных частей, обусловленное их многообразием. Это многообразие определяет пространственную неоднородность Океана.

Районирование Океана – это научно обоснованное выявление по одному или нескольким признакам объективно существующих на его акватории равнозначных или иерархически соподчиненных таксонов (единиц районирования) пространственных образований, обладающих природным единством.

Сущность физико-географического районирования заключается в выделении соподчиненных природных регионов по их природному сходству или различию, являющихся результатом длительного взаимодействия географической зональности и азональности. В физико-географическом районировании Мирового океана и отдельных океанов акватория разделена на географические пояса (природные зоны), общие для них и суши.

Природная зона Океана включает обширные водные пространства, охватывающие акваторию и верхние слои воды до нескольких сотен метров, в которых отчетливо прослеживаются особенности природы океанов (температура и соленость воды, течения и ледовые условия, биологические и некоторые гидрохимические и геологические показатели), прямо или косвенно обусловленные влиянием широты местности. Всего выделено 11 поясов (зон), среди которых по 5 дуединых в каждом полушарии (полярные, субполярные, умеренные, субтропические и тропические) и одна экваториальная (Богданов, 1961).

Физико-географические зоны на акватории океана выражены более четко, чем на суше, из-за довольно большой однородности поверхностных вод. В южном полушарии границы поясов сдвинуты к северу, что вызвано охлаждающим влиянием Антарктиды и субантарктики. Существует следующая параллель между географическими поясами океана и зонами растительности на суше:

<i>Пояс океана</i>	<i>Зона растительности на суше</i>
Арктический	Арктическая пустыня
Субарктический	Тундра
Умеренный	Лес, лесостепь, степь
Субтропический	Средиземноморская
Тропический	Тропические пустыни и саванны
Экваториальный	Экваториальные леса

Арктический пояс совпадает с арктическим бассейном Северного Ледовитого океана в северном полушарии. В южном – он в основном включает шельфовые моря, охватывая узкой полосой Антарктиду. Пояс характеризуется отрицательными температурами воды и воздуха, развитием сплошного ледяного покрова, бедной органической жизнью.

Субарктический и субантарктический пояса охватывают акватории с большим сезонными изменениями положения кромки льда, который летом полностью отсутствует. Зимой господствует арктический (антарктический) воздух, летом умеренный. Обилие летнего света и тепла обеспечивает интенсивное развитие планктона и нектона.

Умеренный пояс в северном полушарии включает обширную область вод средних широт, расположенную между основными центрами действия атмосферы. В южном полушарии – это сплошное кольцо между субтропической зоной конвергенции на севере и антарктической на юге. Пояс отличается господством умеренного воздуха и западной атмосферной циркуляцией воздушных масс с активной циклонической деятельностью. Средняя температура вод около 10 °С. Высокая динамичность вод способствует обилию жизни.

Субтропический пояс в северном полушарии включает в основном акватории с квазистационарными (от греч. *quasi* – нечто вроде, как будто) областями высокого атмосферного давления, в южном – область переменных ветров и слабых течений в антициклонах; выражен менее отчетливо, чем в северном полушарии. Пояс характеризуется господством умеренного воздуха в зимний период и тропического летом. Ветры неустойчивые, у восточных окраин материков – муссоны. Средняя температура воды 15-16 °С. Биоресурсы бедные.

Тропический пояс, заключенный между северными и южными границами пассатов в северном и южном полушарии, отличается постоянным господством тропического воздуха и пассатной атмосферной циркуляцией. Средняя температура воды – 20 °С. Жизнь довольно разнообразна, но биомасса мала; характерно развитие коралловых рифов.

Субэкваториальный пояс разделяет тропические пояса северного и южного полушарий, наибольшая область распространения находится в Индийском океане (вся северная акватория кроме приэкваториальной полосы). Сезонная смена воздушных масс (летом экваториальных, зимой тропических) осложнена летним муссоном (на севере Индийского океана). Средняя температура воды 25 °С. Слабое вертикальное перемещение вод определяет низкое содержание в них кислорода и низкое содержание планктона.

Экваториальный пояс расположен в межпассатной полосе с обильными осадками и слабыми ветрами с большим разнообразием видового состава морской фауны и высокой биомассой. Здесь постоянно теплые воды – 27-30 °С.

Внутриводная (глубинная) зональность океана проявляется в промежуточном слое его вод, который находится между поверхностными водами и водными массами на глубинах более 2,5-3,5 км. По причине однородности природных условий этого слоя вод она состоит из трех океанических зон: арктическо-бореальной, экваториально-тропической и антарктическо-нотальной (от греч. *notos* – юг).

Под природными ресурсами Океана понимаются все компоненты его природы, которые прямо или косвенно используются человеком или могут быть использованы в сфере материального производства, пищевых целях и удовлетворения культурных и оздоровительно-рекреационных целях. Океаны и моря, включая их недра, могут снабжать человечество тремя видами ресурсов: заключенных в воде, залегающих на поверхности осадочного слоя, покрывающего дно, и находящиеся в осадочных и коренных породах. По принадлежности к компонентам природы они

подразделяются на водные, биологические (растительного и животного мира), минеральные и др.

К **водным ресурсам** относится практически вся водная масса Океана с ее химическим составом и протекающими в ней или на ее поверхности физическими процессами (например, течения). В морской воде содержатся все известные химические элементы, хотя большая часть из них присутствует в ней в ничтожно малых количествах. Некоторые из этих элементов представляют большую ценность для человека. Издавна предпринимались попытки извлечь их часть из морской воды.

Поваренная соль добывалась в соляных болотах. Калий из морской воды добывается в нескольких странах и применяется как удобрение. В США и других государствах из воды извлекают магний, используемый в промышленности и как стратегическое сырье. Из морской воды довольно просто извлекается бром, редко встречающийся в земных залежах. Большой соблазн представляет добыча золота из морской воды. В перспективе энергетическая проблема человечества может быть решена с использованием дейтерия, который может превратиться в неисчерпаемый источник термоядерного горючего в энергетике.

Водная масса обладает огромным потенциалом других энергетических ресурсов: энергией приливов, волн и термической энергией. Первая в мире приливная электростанция построена в 1967 г. в устье реки Ранс на французском берегу Ла-Манша. Попытки строительства таких станций предпринимались еще раньше в Великобритании (в Бретани) и США (на атлантическом побережье по границе с Канадой). Опытная Кислогубская приливная электростанция сооружена в России на Кольском полуострове. Существуют и реализуются проекты подобных станций в США, Канаде, Великобритании и других странах.

Наиболее благоприятны для освоения термической энергии Океана береговые зоны в тропических широтах, особенно вблизи глубоководных впадин. Разница между температурой на поверхности воды (25-30 °С) и на глубине 400-500 м (5-7 °С) позволяет соорудить термическую установку. Попытка строительства такой станции по проекту Жоржа Кюда была предпринята в Абиджане на берегу Гвинейского залива (Африка).

Из **богатств на поверхности осадочного слоя** следует назвать залежи железомарганцевых конкреций на дне впадин океанов, особенно Тихого. Железомарганцевые конкреции – многокомпонентные руды, содержащие, кроме железа и марганца, никель, кобальт, медь. Их потенциальные запасы оцениваются в несколько триллионов тонн. В некоторых странах предпринимаются попытки по промышленной добыче конкреций с глубины до 4 км с применением драг и танков, управляемых на расстоянии.

Широко распространены залежи фосфоритовых конкреций (вблизи берегов Мексики, Перу, Чили, ЮАР и других стран).

Особенно богат поверхностными россыпями, содержащими металлические руды, шельф. Большое значение имеют титановые минералы: ильменит, циркон и монацит. Наиболее крупные их месторождения разрабатываются на восточном побережье Австралии. На шельфе южнее Азии добывается олово, у берегов Японии и Канады (Ньюфаундленд) – железная руда, Канады – уголь и т. д.

Главным и важнейшим в современный период эксплуатации природных ресурсов Океана являются подводные залежи нефти и месторождения газа. Общая нефтегазоносная площадь шельфа оценивается в 13 млн. кв. км (50 % его площа-

ди). По ориентировочным оценкам геологические запасы нефти до глубины 305 м определены в 280 миллиардов тон и газа в 140 триллионов куб. м. Добыча нефти в пределах шельфа составляет около 20 % от общемировой. Наиболее крупные районы добычи нефти и газа на шельфе хорошо известны (Персидский и Мексиканский заливы, Северное и Охотское моря и др.).

Мировой океан – источник важнейших **биологических ресурсов**. На моря и океаны приходится свыше 90 % мирового улова рыбы. Он дает около 15 % белков животного происхождения и до 4 % животных жиров от общемирового потребления. Предметом промысла, кроме рыбы, служат моллюски (устрицы, мидии), ракообразные (креветки, langoustes, омары, крабы), морские млекопитающие (киты, тюлени) и растения. Годовая продукция Мирового океана оценивается в 240 млн. тон рыбы в сыром весе. Современный ее улов превысил 70 млн. тон, что близко к теоретическому максимуму вылова. В некоторых районах произошел явный перелов, породив проблему сохранения этого биологического ресурса.

Во второй половине 20 столетия широкое развитие получила **марикультура** – искусственное выращивание морских промысловых организмов: растений, моллюсков, ракообразных, мальков рыб. В настоящее время морской промысел пищевых ресурсов Океана подошел к критической черте. Сокращение его пищевых ресурсов, связанное с перепромыслом и загрязнением вод, заставляет активизировать разработку проектов по освоению марикультуры.

Мировой океан и суша представляют единую планетарную систему в биосфере с круговоротом веществ и энергии. Многие экологические проблемы Океана определяются нарушением этого глобального круговорота. Вместе с ними в нем возникают возмущения, связанные с изменением экологической ситуации в конкретных частях различной территориальной размерности – от побережья, бухты и залива до моря и конкретного океана.

Океан обладает значительной **способностью к рассеиванию и очистке** основной части поступающих в него отходов, к самостоятельному поддержанию динамического равновесия его экосистем. Эта способность обусловлена гигантскими масштабами Океана, протеканием в нем физико-химических процессов осаждения, консервации и биологического самоочищения, способствующих выведению загрязнителей из водной среды. Наиболее интенсивно эти процессы идут в прибрежных водах с наибольшей концентрацией живых организмов. В переработке загрязнителей основная часть Океана пассивна.

Господствовавшее в течение длительного времени представление о безграничных возможностях Океана поглощать отходы жизнедеятельности человека и его хозяйствования сменилось тревогой за его естественную чистоту. Масштабы современного загрязнения привели к угрозе дальнейшему поддержанию природного саморегулирования морских экосистем, воспроизводству биологических ресурсов и качеству вод. Под этой угрозой оказалось здоровье населения многих стран и их экономическое развитие.

Экологические проблемы естественного происхождения периодически или постоянно порождаются самим функционированием Океана как динамичной природной системы. Изменение одних параметров водной среды (скорости и направления течений, температуры и солености вод и др.) порождает цепь событий в органическом мире экологического порядка (уменьшение численности организмов

вплоть до вымирания отдельных популяций, их переселение, изменение первичной и вторичной продуктивности и т. д.).

В качестве примера можно привести интоксикацию воды в результате «красного прилива» (Эдхард, Сежен, 1984). «Красное цветение» воды вызывается массовым размножением водорослей динофлагеллят в результате повышения температуры в неглубоких бухтах с застойными водами, поступления в них биогенных веществ (смыв с суши) и притока пресных вод. «Цветение» воды приводит к массовой гибели рыбы и других животных. Оно нередко сопровождается заболеванием и смертью людей после употребления в пищу отравленной рыбы, ракообразных или моллюсков.

Другой примечательный пример. Усиление Эль-Ниньо приводит к тому, что его воды проникают на юг гораздо дальше, чем обычно, достигая 15 ° ю.ш. Появление в этом районе Эль-Ниньо становится настоящей катастрофой. Теплые воды этого течения вызывают смерть фауны и флоры, приспособленной жить в холодной воде Перуанского течения. Берега покрываются бесчисленными трупами рыб, которые при разложении вызывают тошнотворных запах. Выделяющийся при разложении органики сероводород окрашивает корпуса кораблей в черный цвет. Во время Эль-Ниньо гибнут также и птицы.

Многие проблемы Мирового океана порождаются **загрязнением** его вод. В данном случае под загрязнением понимается введение человеком веществ или энергии непосредственно или косвенно в морскую среду, вызывающее такие последствия, как ущерб биологическим ресурсам, опасность для здоровья людей, помехи морской деятельности (особенно рыболовству), снижение качества воды и ухудшение условий отдыха.

По источникам поступления вредных веществ в Океан загрязнение может быть: бактериальным и вирусным, углеводородным, химическим, радиоактивным, термическим и вызванным разрушением берегов.

В зависимости от распространенности загрязнения, как и других экологических проблем, оно может быть локальным (местным), субрегиональным (часть моря), региональным (море и часть океана) и глобальным (весь Мировой океан).

Бактериальное и вирусное загрязнение происходит главным образом через канализационные трубы, изливающие свое содержимое прямо в море, или передающее его в море посредством рек. Наибольшую опасность представляет прямой сброс. Бактерии и вирусы, попадающие в реку, по пути движения частично рассеиваются и обеззараживаются.

Патогенные бактерии сохраняются в морской воде достаточно длительное время, и вероятность заражения людей во время купания существует постоянно. На морских курортах нередко случаи заболевания людей брюшным тифом и инфекционным гепатитом после купания и употребления в пищу моллюсков. В Неаполе в 1973 г. разразилась эпидемии холеры, причиной которой были зараженные мидии.

Углеводородное загрязнение Мирового океана приняло глобальный характер. Углеводороды являются основным источником загрязнения пелагиали и побережий. Значительная часть нефти и нефтепродуктов поступает в море и океаны из наземных источников, и только одна треть их приходится на морские перевозки. Хотя потери нефти и нефтепродуктов по отношению к объему их морских перевозок невелики (около 0,1 %), но, концентрируясь на ограниченных по площади аква-

ториях, они представляют серьезную экологическую угрозу. Часть нефти поступает в воду из скважин и при разрыве подводных трубопроводов.

Поля загрязнений, как правило, формируются у берегов, распространяются далеко за пределы прибрежной зоны, охватывая целиком многие моря и обширные районы океанов. В настоящее время не загрязнены только северные побережья Евразии и Северной Америки, а также Антарктиды.

Химическое загрязнение связано с поступлением в водную среду ртути, свинца, кадмия, пестицидов, кислот, щелочей, детергентов и других вредных веществ. Основным канал поступления ртути, свинца и кадмия в океан – выпадение из атмосферы, куда они попадают при промышленном производстве. Это загрязнение также приняло глобальный характер. Химические загрязнители участвуют в трофических цепях и в итоге оказываются в морепродуктах питания человека.

Не теряет своей остроты проблема **радиоактивного загрязнения** Мирового океана. Выделяются три группы источников этого загрязнения: испытание атомного оружия (особенно в недалеком прошлом), сброс радиоактивных отходов и аварии судов с атомными двигателями, включая аварии, которые могут быть вызваны транспортировкой и получением радиоактивных веществ.

Термическое загрязнение – результат использования речной или морской воды в системах охлаждения на тепловых и атомных электростанциях, расположенных на берегу.

Разрушение берегов по своим экологическим последствиям значительно уступает перечисленным источникам загрязнения. Говоря об экологических последствиях современного загрязнения Мирового океана, следует иметь в виду, что его составные части – океаны и моря – превратились в мусорную свалку человечества.

Основная идея охраны вод Мирового океана заключается в том, что ее реализация возможна лишь при оптимальном использовании природных ресурсов с привлечением передовых достижений научно-технического прогресса и международного сотрудничества.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РЕЛЬЕФА ЕВРАЗИИ

Евразия – самый большой материк Земли, состоящий из двух частей света: Европы и Азии. Вместе с островами Евразия занимает площадь около 54 млн. км² или 37 % суши. На острова приходится 2,75 млн. км². Ее территория протянулась по широте на 90° и по долготе на 190°. **Крайние материковые точки:** на севере – мыс Челюскин, 77° 43' с.ш.; на юге – мыс Пиай, 1° 16' с.ш.; на востоке – мыс Дежнева, 169° 40' з.д.; на западе – мыс Рока, 9° 34' з.д.

Расстояние между крайними пунктами на востоке и западе – 8100 км, на севере и востоке – 8500 км. Архипелаги на юго-востоке Евразии расположены в южном полушарии. Они объединены общим названием Малайский архипелаг, который представляет собой крупнейшее на Земле скопление островов (около 10 тыс.). От Северной Америки Евразия отделена Атлантическим (на западе), Северным Ледовитым (на севере) и Тихим (на востоке) океанами.

На северо-востоке Берингов пролив разделяет ее с Северной Америкой, на юго-западе – Гибралтарский пролив с Африкой. На юге Средиземное и Красное моря заключены между Евразией и Африкой, которых соединяет Суэцкий перешеек. Юг Евразии омывается водами Индийского океана. Торресов пролив с множеством островов, скал и рифов отделяет самый южный крупный остров Евразии Новая Гвинея от Австралии.

Гигантская территория Евразии представляет собой непрерывный массив суши, формирование которого происходило в течение всей истории геологического развития Земли, приводший к современной тектонической консолидированности земной коры материкового типа.

Евразии свойственны **резкие контрасты рельефа**. Более 75 % ее территории занято горами, нагорьями и плоскогорьями, среди которых крупнейшие горные системы земного шара. В пределах этого материка расположена высочайшая вершина Джомолунгма (8848 м.). В Евразии находится одна из самых крупных низменных аккумулятивных равнин планеты – Западно-Сибирская низменность. К этому матерiku приурочена самая глубокая тектоническая котловина (1620 м), наполненная водами Байкала и самая глубокая впадина на суше – Мертвое море, или Эль-Гхор (-395 м), урез воды в котором на 40-60 м. ниже уровня моря.

Евразия расположена во всех климатических поясах Северного полушария – от арктического до экваториального. Внутренние природные различия этой гигантской территории предопределяются ее положением по отношению к окружающим океанам. Евразии характерно преобладание огромного приатлантического сектора в умеренном климатическом поясе с западным переносом воздушных масс и суженного тихоокеанского сектора с муссонным типом климата.

Удаленность внутренних областей от окружающих океанов, барьерная роль высочайших горных систем привели к широкому развитию внутриконтинентальных

секторов в климатических поясах и областей внутреннего стока. Отличительной чертой материка служит наличие многолетней криолитозоны (многолетней мерзлоты), особенно в российской части Азии.

Евразии свойственна значительная общность развития органического мира. Она – также арена развития древнейших цивилизаций. Тысячелетия сельскохозяйственной культуры преобразили природные ландшафты многих территорий, особенно Европы, Юго-Восточной, Южной, Центральной и Средней Азии. Кроме природного единства, необходимость учета значения территориальной целостности для оценки социально-исторических явлений вызвала потребность в названии, объединяющем весь материк. Удобнее всего оказалось название «Евразия», введенное австрийским ученым и палеонтологом Э. Зюссом (1831-1914 гг.) в геологию и географию.

Геологическое строение Евразии определяется образованием в пределах континентальной части нескольких **докембрийских платформенных структур**, на которых залегает осадочный чехол из пород палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

К древнему ядру консолидации европейской части Евразии относится Восточно-Европейская платформа. Для ее западной половины характерно наличие щитов (Балтийский, Украинский) и антеклиз (Белорусская и Воронежская). В области развития синеклиз соответствуют: на западе – Польско-Германская и Балтийская низменности, на востоке – Мещерская и на юг. – Прикаспийская низменности. В пределах синеклиз расположены также котловины южной части Балтийского моря, полуостров Ютландия и восточная часть Северного моря.

Азиатская часть имеет несколько платформенных ядер: Сибирская, Китайская, Аравийская и Индостанская платформы. Сибирская платформа в своих границах почти соответствует Среднесибирскому плоскогорью. Китайская платформа включает несколько отдельных массивов (платформ меньшей размерности): Северо-Китайский, Таримский, Синайский (Китайско-Корейский), Южно-Китайский и, по последним исследованиям, Тибетский. В докембрийское время, эти массивы, вероятно, представляли единое целое.

Аравийская и Индостанская платформы являются, как полагают (в соответствии с новой глобальной тектоникой) «осколками» Гондваны, примкнувшие к материку в третичное время. На отдельных территориях древний фундамент Евразии выходит на поверхность, образуя систему щитов – Аравийский (Нубийский), Алданский, Анабарский и другие.

Азиатские платформы относятся к группе подвижных древних платформ. Для них характерно высокое положение над уровнем моря, определяющее господство в их пределах процессов сноса или накопления континентальных отложений. В таких платформах глубинные разломы не ограничиваются фундаментом и проникают в осадочный чехол, достигают поверхности и сопровождаются интенсивной вулканической деятельностью, продуктами которой являются трапповые формации различного возраста: поздне триасовые и юрские траппы на полуострове Индостан (площадь 1 млн. км², мощность 3-4 км), меловые и третичные на северо-западе Аравийской платформы, послепермские – на юго-западе Китайской платформы.

К основным геоструктурам Евразии относятся также **складчатые (геосинклинальные) пояса**: Атлантический, Средиземноморский, Евразийский (Альпийско-Гималайский), Урало-Монгольский, Арктический и Тихоокеанский. Атлантический

пояс включает Скандинавские горы и север Великобритании, Средиземноморский прослеживается через весь материк от Атлантики до Индокитая, включая Герцинскую (Центрально-Европейское среднегорье) и Альпийско-Карпатскую Европу, Европейское Средиземноморье, Малую Азию, Кавказ, Иранское нагорье, Памир, Тянь-Шань, Гималаи, Тибет и Индокитай.

Урало-Монгольский пояс создают горные системы Урала, Казахский мелкосопочник, Алтай, Саяны, Яблоновый и Становой хребты, Большой Хинган и Сихотэ-Алинь. К Арктическому поясу относятся острова Северного ледовитого океана и полуостров Таймыр; на северо-востоке Азии он смыкается с Тихоокеанским (хребты Верхоянский и Черского, Чукотский полуостров, Камчатка, Японские острова, Малайский архипелаг). Геологическая летопись природы включает несколько этапов.

Архей (4,5-2,5 млрд. лет назад). Первичная земная кора на начальном этапе существования была предположительно большой мощности. Образование ее имело всеобщий характер и сопровождалось излиянием масс вулканитов – базальтовой магмы, по своему составу близкой к современной базальтовой магме в срединно-океанических хребтах. Тектонические процессы были слабо дифференцированы, и основная роль в формировании структурного плана принадлежала гравитационной дифференциации вещества протокоры (первичной коры) и мантии. Этот процесс протекал медленно, был продолжительным, что привело к образованию мощных толщ архейских отложений терригенного, вулканического и химического происхождения.

Процессы химической и гравитационной дифференциации вещества, усиливающиеся в процессе нарастания земной коры, привели к вертикальному и пространственному разобщению различных дифференциатов – аккумуляции более тяжелых внизу и поднятию вверх более легких, обогащенных летучими компонентами. Последние, поднимаясь вверх, воздействовали на еще пластичную земную кору, что в условиях ее изостазии и при отсутствии жестких кротонов привели к образованию сводовых купольных поднятий и межкупольных прогибов, различных по размерам и конфигурации.

Период раннего куполообразования стимулировал возникновение кольцевых и линейных разломов. За этим периодом последовала кратонизация первичной земной коры – образование консолидированных участков с континентальным строением, включающим гранитометаморфический слой. Эти участки не способны к складчатому преобразованию. Максимальная магматическая активность проявилась в зоне сочленения активных зон (протоавлакогенов). С момента образования консолидированных участков земной коры изменился стиль тектоники и магматизма, выразившийся в появлении эпох тектонико-магматической активизации. Наиболее древняя из них – кольская (доскофенно-карельская, около 3 млрд. лет назад) выразилась в формировании древнейших ядер континентов. Реликты этих ядер обнаружены во всех древних платформах (Восточно-Европейской и Сибирской), кроме Китайско-Корейской и Южно-Китайской.

Протерозой (2,5 млрд.- 570 млн. лет назад). В протерозое планетарное значение имело несколько эпох складчатости и тектонико-магматической активизации, сыгравших решающую роль в формировании всех древних платформ, в том числе Евразии. Заключительной из них в Евразии была Байкальская, которая началась около 800 млн. лет назад. Байкалиты, сформировавшиеся в результате

Байкальской складчатости, обрамляют с юга и с запада Сибирскую платформу. Они образуют древние ядра многих палеозойских складчатых массивов Урала, Таймыра, Казахстана и, вероятно, значительные пространства фундамента Западно-Сибирской низменности.

Древние массивы, в той или иной степени преобразованные альпийскими тектоническими движениями, установлены на протяжении всего Средиземноморского складчатого пояса – в Западной Европе, Кавказе, Афганистане, Турции, Тянь-Шане и др. В пределах древних платформ байкальская складчатость проявилась в формировании авлакогенов – внутриплатформенных линейных подвижных зон с опусканием фундамента до 5-10 км, которые заполнялись массами осадочных и осадочно-вулканических пород. Структурный план Земли, созданный в течение Байкальской складчатости предопределил размещение главнейших структурных элементов планеты на протяжении всей ее последующей геологической истории.

Палеозой (570-230 млн. лет назад). В начале палеозоя (кембрий, 570-500 млн. лет назад) северное полушарие было подобно современному южному, т.е. было океаническим. В южном полушарии сформировалась единая материковая плита – **Гондвана**, простирающаяся от Южного полюса до экватора. Самые крупные фрагменты нынешней Евразии – микроконтиненты Европа, Сибирь, Китай и Казахстан находились в тропической области и были разделены морями.

В ордовике (500-440 млн. лет назад) сохраняется общее расположение Гондваны и микроконтинентов. Между Европейской и Сибирской плитами существует Уральский океан. В конце ордовика и в следующие периоды – силуре (440-495 млн. лет назад) и девоне (405-350 млн. лет назад) – каледонская складчатость привела к формированию горных цепей на Скандинавском полуострове, Шпицбергене, Казахстане, в Западном Саяне, Алтае, Тянь-Шане и др. В Центральном Французском массиве, Южной Европе, Мало-Азиатском и Иранском нагорьях образовались разрозненные глыбы (срединные массивы), включенные в более молодые складчатые области уже герцинского и альпийского возраста.

Грандиозная герцинская складчатость, начавшаяся в карбоне (350-265 млн. лет назад) и продолжавшаяся в перми (265-230 млн. лет назад), сформировала горные сооружения юга Британских островов, Пиренейского полуострова, Франции, Центрально-Европейского среднегорья, Урала-Тянь-Шаньского пояса. Разрозненные материковые массивы (Гондвана и микроконтиненты) были «спаяны» в огромный материк **Пангея**, протянувшегося от Северного полюса до Южного.

Мезозой (230-60 млн. лет назад). Мезозой был основной эпохой киммерийской складчатости, проявившейся в тектонических процессах и горообразовании в Крыму, Северном Афганистане, Юго-Восточной Азии и Таймыре. Ее последняя фаза особенно активно протекала на Дальнем Востоке.

В раннем триасе (230-195 млн. лет назад) Пангея еще остается единым материком. Восходящий мантийный поток привел к ее расколу на **Лавразию** и **Гондвану** с образованием между ними рифтовой оси океана **Тетис**. В юре (195-137 млн. лет назад) Лавразия почти вплотную приблизилась к Северному полюсу. В триасе начался, но так и не состоялся раскол Европы и Азии в районе нынешней Западно-Сибирской низменности. В это время начался также откол Северной Америки от Африки и Европы.

В юре продолжалось дробление древних материков. В мелу (137-60 млн. лет назад) Индостанский континент начинает дрейфовать в направлении Евразии.

Океан Тетис медленно замыкается за счет сближения Африки и Евразии. Полное его закрытие произошло в кайнозое. Современное Средиземное, Черное и Каспийское моря являются его реликтами. Согласно палеомагнитным данным к концу мезозоя континенты Северного полушария расположились на тех же широтах, которые занимают и в настоящее время.

Кайнозой (последние 60 млн. лет). В кайнозое складывается современный природный облик Евразии. После закрытия океана Тетис около 55 млн. лет назад началось столкновение Индостанской плиты с Евразийской. По мере ее активного продвижения на часть континентальной коры современной Индии была подвинута под кору более северной территории или вытеснена вверх. Образовалось самое высокое на Земле Тибетское нагорье и высочайшая горная система Гималаи. При столкновении, не исключено, произошла подвижка Азии против часовой стрелки и образовался рифт, частично заполненный озером Байкал. В палеогене (60-25 млн. лет назад), кроме столкновения Индостанской плиты с Евразией, формировался современный крупнейший Средиземноморский горный пояс. В неогене (25-1,6 млн. лет назад) природное преобразование материка продолжилось в сторону нарастания контрастности рельефа. Изменение его природы в антропогене уже осуществлялось и под влиянием человека.

Формирование геоструктурной неоднородности Евразии в кайнозое, кроме движения литосферных плит, связано с альпийской тектонической эпохой. В Средиземноморском поясе к концу неогена образовались молодые складчатые горы: Пиренеи, Альпы, Апеннины, Карпаты, Кавказ, Гиндукуш, Памир, Гималаи, а также горы Малой Азии, Ирана, Бирмы и Индонезии. Молодые складчатые горы формировались и по периферии Тихого океана.

Сводовые поднятия и блоковые смещения по разломам охватили большие площади складчатых структур различного, более раннего возраста, вызывая образование горного рельефа на выровненных денудационных пространствах. Таково происхождение горного пояса, включающего Тянь-Шань, Алтай, Саяны, Яблонецкий и Становой хребты, горы Центральной Азии, Тибета, Скандинавского полуострова и Урала. Альпийский орогенез не закончился, о чем свидетельствуют землетрясения и извержения вулканов. Как отмечалось, в кайнозое была заложена Байкальская система рифтов, включающая озеро Байкал и продолжающие ее депрессии – грабены.

На протяжении всей геологической истории Евразии были свойственны трансгрессии и регрессии моря, изменения климатической обстановки, заселение растениями и животными, а также другие процессы, сопровождавшие формирование ее природного облика. Пестрота и мозаичность рельефа материка связаны с большим разнообразием морфоструктур, имеющих длительную геологическую историю формирования. Ниже перечисленные **типы макрорельефа** (по Ермакову и др., 1988) наиболее распространены и имеют наибольшую площадь.

Цокольные и пластовые платформенные равнины. В формировании их рельефа главная роль принадлежит процессам длительной денудации и аккумуляции в морских и континентальных условиях. К этому типу рельефа относятся Фенноскандинавский щит, Европейская и Западно-Сибирская равнины, а также равнины Центральной, восточной и Южной Азии.

Глыбовые плоскогорья и нагорья. Этот тип структур представлен в европейской части материка каледонскими поднятиями Скандинавии и Шотландии, в

азиатской – Среднесибирским, Аравийским, Индостанским и другими плоскогорьями.

Складчато-глыбовые горы и возвышенности. К ним относятся: поднятия Центрально-Французского и Чешского массивов, возрожденные в герцинское время эпиплатформенные Уральские горы с пологим западным и обрывистым восточным склонами, Колымское нагорье со средневысотными хребтами и тектоническими впадинами; Алтайско-Саянская горная страна в виде поднятых на разную высоту древних пенепленов, обрамленных высокими хребтами; системы Тянь-Шаня и Памиро-Алая, представляющие палеозойский пенеплен, поднятый (местами опущенный) в виде блоков на разную высоту в кайнозойскую складчатость (сырты). В Зарубежной Азии к этому типу макрорельефа относятся древние срединные массивы (Шанское нагорье, плато Корат) на полуострове Индокитай и в Китайской Народной Республике.

Складчатые и глыбово-складчатые альпийские среднегорья и высокогорья. Они включают Пиренеи, Альпы, Карпаты, Крымско-Кавказский горный пояс, горные области Дальнего Востока с обширными лавовыми третичными покровами Чукотки и вулканическими конусами Камчатки. В Зарубежной Азии (по отношению к территории СССР) к этому типу макрорельефа относятся Гиндукуш, Каракорум, Гималаи и горы западной части Индокитая.

Глыбовые и складчато-глыбовые горы. К их числу в Европе принадлежат Рило-Родопские горы, а в Азии – Переднеазиатские нагорья, состоящие из разной высоты блоков древнего пенеплена и окаймляющих их альпийских хребтов, Витимское нагорье и юго-западное Забайкалье.

Особо следует упомянуть Тибетское нагорье, которое отличается не только своими масштабами и высотой (4500-4600 м), но и наличием многочисленных субширотных невысоких хребтов во внутренней части нагорья. Верхнепалеозойские и мезозойские блоки Тибетского нагорья окаймлены высочайшими горными системами, поднятыми (Гималаи, Каракорум) или модифицированными (Куньлунь) в альпийскую складчатость.

Аккумулятивные и пластовые межгорные и предгорные равнины и низменности. В их числе: Амуро-Приморская, Месопотамская и Индо-Гангская, Венецианско-Паданская и Средне-Дунайская низменности.

Вулканические области островных дуг. Они опоясывают материк с востока и юго-востока и представлены грядами различных по площади островов: Курильская гряда, Сахалин, Японские острова, Малайский архипелаг.

Современный рельеф Евразии, как результат длительного геологического развития материка, не является окончательно сформированным. Он претерпевает дальнейшие изменения под влиянием эндогенных и экзогенных факторов. Среди важнейших эндогенных процессов, определяющих преобразование современного макрорельефа, выделяются, прежде всего, новейшие тектонические (неотектонические) движения и вулканизм.

Неотектонические движения – это ритмичные колебательные движения тектонических структур различной размерности, оказывающих влияние на формирование современного рельефа. Время их проявления охватывает неоген и четвертичный период (последние 25 млн. лет).

В результате неотектонических движений возникли мощные горные системы в Средиземноморском складчатом поясе с контрастным рельефом. В современную

эпоху неотектонические движения наиболее сильно проявляются при землетрясениях именно в этом складчатом поясе, а также в восточной ветви Урало-Монгольского пояса (Алтай, Тува, Восточный Саян, Прибайкалье, Становое нагорье и хребет Черского).

Землетрясения такой же интенсивности (8-9 баллов по 12-бальной шкале) периодически повторяются на восточном фланге Евразии в Тихоокеанском поясе (Камчатка). В прибрежных водах Японских и Курильских островов подводные землетрясения (моретрясения) вызывают гигантские волны – цунами. Формирование горного рельефа здесь сопровождается активным вулканизмом и образованием разнообразных вулканических форм рельефа.

Менее значительные землетрясения силой 5-7 баллов довольно обычны на равнинах, прилегающим к сейсмически активным горным системам в зоне удаления от подножия последних до 250 км. Древние и молодые платформы, а также Урал и Казахский мелкосопочник характеризуются слабой интенсивностью землетрясений (до 5 баллов).

Экзогенные процессы на суше повсеместно приводят к образованию скульптурных (относительно мелких) форм рельефа. К ним относятся четвертичные оледенения, деятельность водотоков (рек, ручьев и временных), аккумуляция континентальных осадков во внеледниковых областях и морские трансгрессии.

Важнейшим событием четвертичной истории Евразии были **материковые оледенения**. Оледенения повторялись многократно, ледниковые эпохи чередовались с межледниковыми. Наиболее значительные оледенения были на европейской части материка, занимая территорию до 48° с.ш. (по долине Днепра). В Западной Сибири их южная граница не опускалась южнее 60° с.ш.

Восточнее Енисея ледниковый покров был развит лишь на Таймыре и северо-западе Среднесибирского плоскогорья. В Северо-Восточной Сибири и на Чукотке оледенение носило горный характер. В Альпах, Пиренеях, Карпатах, Кавказе, горах Средней Азии и Гималаях находились местные центры горных оледенений. В рельефе территории, испытавших оледенения, наиболее полно отражены следы последнего – вюрмского, или валдайского, которое завершилось около 8-10 тысяч лет назад. Продуктом четвертичных оледенений является многолетняя **криолитозона** (вечная мерзлота) на севере Европы и Западной Сибири, Средне-Сибирском плоскогорье и Дальнем Востоке. Образование ее на Тибете вызвано также достаточной для этого высотой этого нагорья над уровнем моря.

В областях накопления и растекания масс льда (Фенноскандия, Новая Земля, северная часть Урала, горы Бырранга и плато Путорана) возникали котловины и ложбины выпахивания (**экзарционные формы рельефа**), а также курчавые скалы. На территориях, где происходило замедление движения ледника или его остановка, образовывались **аккумулятивные формы**. Конечно-моренные гряды, основные моренные поля со средне- и мелкохолмистым рельефом на территории Беларуси – результат последнего материкового оледенения.

Таяние ледника сопровождалось появлением на его поверхности ледниковых рек и озер, заполнение которых обломочным материалом (гравием, галькой и песком) привело к образованию на современной земной поверхности положительных форм рельефа: озов (линейных) и камов (овальных в плане форм рельефа). У краевых зон тающего и отступающего материкового ледника образовались водно-ледниковые, зандровые, древнеозерные и древнеаллювиальные равнины.

Широкое распространение в Евразии получили **лесс и лессовидные** (напоминающие лесс) **осадочные породы**, которые послужили литогенной основой образования своеобразных ландшафтов. Вопрос о происхождении этих пород пока не имеет однозначного ответа. Вероятно всего, им свойственно полигенетическое происхождение от эолового переноса пыли и почвообразующих процессов до водной аккумуляции ледниковой мути в водно-ледниковых и аллювиальных потоках.

Согласно **эоловой гипотезе**, происхождение лессов – результат совместной деятельности ветра, дождя и растительности. Сторонники этой гипотезы выделяют два вида эолового лесса: «теплый» и «холодный». Теплый» лесс образовался в результате выноса пыли из пустынь и отложения ее в окаймляющих степях. Так мог образоваться лесс в Центральной Азии. Мощность лессов на Лессовом плато в Китае, граничащем на севере с пустыней Ордос и на северо-западе с пустыней Алашань, колеблется в пределах 100-250 м.

«Холодный» лесс и лессовидные суглинки покрывают чехлом мощностью от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров осадочные породы в приледниковой (перегляциальной) зоне. Его происхождение – пыль, приносимая антициклоном с поверхности ледника и развеваемая с приледниковых отложений в сухие ледниковые эпохи. Такой покровный чехол свойственен ландшафтам средней полосы Беларуси, включая Оршано-Могилевское плато.

Другие гипотезы о происхождении лессов и лессовидных пород предполагают участие почвообразующих процессов или аккумуляции мути в водных потоках на той или иной территории. Обилие суффозионных воронок значительно осложняет использование в сельском хозяйстве этих хорошо освоенных человеком территорий. К тому же, в условиях пересеченного рельефа широкое развитие получила водная эрозия.

Контрастный рельеф Евразии, возникший в результате новейших тектонических движений, способствовал развитию **эрозионной деятельности** временных водотоков, рек и ручьев. В горах и возвышенностях это привело к образованию эрозионного рельефа, а в межгорных котловинах, в предгорьях и понижениях, лежащих среди равнин, – к аккумуляции наносов и образованию пролювиальных, аллювиальных и озерных равнин. В условиях аридного климата многие из них превратились в современные песчаные, глинистые и другие пустыни.

Четвертичному периоду было свойственно **изменение уровня Мирового океана** – понижение в результате аккумуляции воды в материковых ледниках и повышение в межледниковые эпохи. Регрессия моря во время последнего оледенения привела к образованию Беренгии – суши между Евразией и Северной Америкой на месте современного шельфа Северного Ледовитого океана и северной части Берингова моря.

Трансгрессия морской воды со стороны Северного Ледовитого океана достигала Сибирских увалов Западно-Сибирской равнины, водами была заполнена Северо-Сибирская (Таймырская) низменность и долины северных рек Восточно-Европейской равнины. Следы трансгрессии сохранились на берегах Балтийского, Каспийского и Черного морей. Четвертичные трансгрессии сформировали характерный для морских равнин относительно плоский рельеф.

Морфоструктурная и морфоскульптурная неоднородность Евразии послужили той ареной, на которой происходила эволюция ее органического мира, формировалась природная зональность и региональная пространственная дифференция

почв, растительности и животного мира под влиянием изменяющихся климатических условий.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЕВРАЗИИ

Полезные ископаемые (минеральное сырьё) – это природные минеральные образования земной коры неорганического и органического происхождения, которые могут быть эффективно использованы в сфере материального производства. **По физическому состоянию** полезные ископаемые делятся на твёрдые (ископаемые угли, руды и нерудные), жидкие (нефть) и газообразные (газы природные, горючие и инертные). Полезные ископаемые формировались в течение всей геологической истории развития земной коры вследствие эндогенных и экзогенных процессов. Вещества необходимые для формирования полезных ископаемых, поступали в магматических расплавах, жидких и газообразных растворах из верхней мантии, земной коры и поверхности Земли. **По своему происхождению** полезные ископаемые подразделяются на три большие группы: магматогенные (эндогенные), седиментогенные (экзогенные) и метаморфогенные.

Магматогенные месторождения непосредственно связаны с магмой. Как известно из курса «Землеведение», существует два родоначальных типа магм – основная (базальтовая), богатая магнием, железом и кальцием, с содержанием кремнезёма SiO_2 от 40 до 55 % (весовых), и кислая (гранитная), богатая щёлочными металлами, содержащая SiO_2 от 65 до 78 %. Кроме основной и кислой магм существует и ультраосновная (40 %), обогащённая железом и магнием, и ультракислая (SiO_2 более 78 %). Вулканы издают главным образом основную магму (лаву), а кислые породы встречаются, главным образом, в виде интрузивных образований.

При застывании и кристаллизации в земной коре основной магмы образуются магматические месторождения хрома, титана, железа, никеля, меди, кобальта, платины и др. Интрузии кислой магмы приводят к образованию гранитных пегматитов, с которыми генетически связаны месторождения слюды, руд редких металлов: бериллия, лития, цезия, золота, ниобия, тантала, урана и др., а так же драгоценных камней.

К массивам ультраосновных пород магматического происхождения и метасоматического взаимодействия горячих магматогенных растворов с вмещающими породами приурочены руды железа, никеля, меди, тантала, редких земель, а так же месторождения апатита и слюд, кварца, графиты и асбеста. К магматическим относятся так же гидротермальные месторождения, образующиеся из осадков циркулирующих в недрах Земли горячих водных растворов. Они имеют огромное значение для получения цветных, редких, благородных и радиоактивных металлов, а так же асбеста, графита, горного хрусталя, испанского шпата и драгоценных камней: топаза, турмалина, берилла.

Седиментогенные месторождения возникают при экзогенных процессах и подразделяются на осадочные, рассыпные и выветривания.

Осадочные месторождения формируются на дне морей, озёр, рек и болот, образуя пластовые залежи во вмещающих их горных породах. К ним принадлежат все месторождения горючих ископаемых (нефть, газ, уголь, горючие сланцы,

торф), некоторые типы руд железа (болотная руда), марганца, алюминия, и некоторых цветных и редких металлов (урана, меди, ванадия и др.), большинство месторождений строительных материалов (гравий, песок, глины, сланцы, мел, мергель, известняк, доломит, гипс и др.), а так же солей (каменной и калийной) и др.

Россыпи представляют собой скопление на земной поверхности мелких обломков коренных пород или минералов, возникающих вследствие разрушения коренных месторождений полезных ископаемых и горных пород. Россыпи образуют только устойчивые к разрушению минералы (алмаз, золото, платина, рубин, сапфир и др.). По времени возникновения они могут быть: докембрийские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские. Среди последних обычны и современные. К наиболее известным относятся золотые россыпи Колымы, титановых минералов на Украине, янтаря на побережье Балтийского моря.

Месторождения выветривания образуются в зоне химического выветривания горных пород у поверхности Земли. Под воздействием воды, кислорода, различных кислот и простейших организмов горные породы разлагаются до образования окислов и гидроокислов. Часть из них растворяется и выносится грунтовыми водами, переотлагаясь на некоторой глубине, образуя инфильтрационные месторождения (например, урана, меди, самородной серы). Труднорастворимая часть накапливается у поверхности, образуя остаточные месторождения (например, никеля, марганца, железа, боксита, каолина и магнезита).

Метаморфогенные месторождения полезных ископаемых возникли в процессе метаморфизма горных пород в обстановке высокого давления и температуры в земной коре. К ним относятся месторождения графита, мраморов, корунда, сланцев, кварцита, железной руды, марганца и др.

В соответствии с геологической историей Земли все месторождения полезных ископаемых делятся на архейские, протерозойские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские. По месту формирования они могут быть платформенными и внеплатформенными. Рассматривая размещение полезных ископаемых таких огромных территорий, в нашем случае Евразии, целесообразнее оперировать следующими понятиями: провинция и бассейн полезных ископаемых.

Провинцией полезных ископаемых называется крупная, географически и геологически обособленная территория с приуроченными к ней определёнными группами месторождений. В пределах провинций различают области, районы, месторождения. Замкнутая область непрерывного или почти непрерывного распространения пластовых осадочных полезных ископаемых получила название бассейна полезного ископаемого. Закономерности размещения полезных ископаемых в пределах провинции зависят от её принадлежности к геоструктурам, эпохи формирования, геологического возраста и развития данного участка земной коры. В итоге выделяют следующие важнейшие провинции: рудные, угленосные и нефтегазосные.

Важнейшие рудные провинции (главные металлогенетические пояса Евразии) отвечают основным этапам геологического развития Земли, в течение которых происходило образование рудных месторождений протерозойской (Восточно-Европейская и Сибирская платформы), каледонской (Норвегия, Западный Саян), герцинской (Урало-Монгольский складчатый пояс), киммерийской (Тихоокеанский складчатый пояс) и альпийской (Средиземноморский и Тихоокеанский пояса) металлогенетических эпох. На Восточно-Европейской платформе широко известен

Криворожский железорудный бассейн. К металлогенетическим провинциям относятся Китайская и Индийская платформы.

В погруженных частях платформ распространены осадочные полезные ископаемые. Важнейшими из них являются **угленосные бассейны**: Йоркширский, Астурийский, Рурский, Верхнесилезский, Донецкий, Карагандинский, Кузнецкий, Канско-Ачинский, Иркутский и расположенные восточнее в Китае, на юге Дальнего Востока и на севере Корейского полуострова. Вместе взятые, они образуют Евразийский угольный пояс, простирающийся от Испании и Великобритании (на западе) до Японского моря (на востоке).

Севернее этого пояса находятся следующие бассейны: Подмосковский (бурые угли), Южно-Уральский, Кизилковский и Печерский, которые вместе с изолированными месторождениями образуют Уральскую угленосную ветвь. Крупнейшими в мире являются Тунгусский каменноугольный бассейн (Западная часть Сибирской платформы) и Ленский (каменные и бурые угли) в восточной части этой платформы. Севернее них расположен Таймырский каменноугольный бассейн.

Южнее Евразийского угольного пояса наиболее крупным бурогольным бассейном является Анатолийский, а каменноугольными – Большой Хуанхэбасс, Тяньсинский и Гуньцзянский в восточной части Китая. Месторождения углей Дальнего Востока, восточной части Китая, Сахалина, Японских островов и Малайского архипелага приурочены к Тихоокеанскому складчатому поясу.

Родиной **нефтегазоносных провинций** служат осадочные бассейны, в породах которых осуществляется нефтеобразование из углеродистых органических веществ биогенного происхождения. По тектоническому строению среди осадочных бассейнов различают внутрискладчатые, внутрискладчатые, складчатоплатформенные (краевых прогибов) и периокеанические платформенные (от греч. *peri* – вокруг, возле). По возрасту нефтегазовые бассейны могут быть палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими.

В первом приближении вся равнинная территория Евразия с абсолютными отметками поверхности меньше 200 м (на обзорной Физической карте мира масштаб 1 : 80 000 000) представляет собой единую нефтегазоносную территорию, на которой выделяются несколько крупных нефтегазоносных бассейнов: Волго-Уральский, Западно-Сибирский, Предкавказский, Каспийский, Персидского залива и др. В окружении горных систем Тянь-Шаня и Куньлуня находится Таримская нефтегазоносная провинция с абсолютными высотами 800-1400 м.

Шельф вокруг Евразии, включающий периокеаническое окружение материка, вместе со Средиземным и Чёрным морями и морями переходной зоны на его восточном фланге образуют единый циркуматериковый нефтегазоносный бассейн, перспективный для разведки и освоения нефтяных месторождений. Добыча нефти в настоящее время осуществляется в Северном и Охотском морях и в Персидском заливе. В пределах нефтегазоносных бассейнов выделяют нефтегазоносные области, районы (или зоны) и отдельные месторождения.

Совокупность полезных ископаемых, заключенных в недрах континента и государств, расположенных на нём, образует минеральные ресурсы, которые необходимы для развития всех отраслей экономики. В зависимости от области промышленного применения среди минеральных ресурсов выделяют главные группы: топливно-энергетические, рудные, горно-химические, природные строительные

материалы (включая поделочные, технические и драгоценные камни), гидроминеральные (подземные пресные и минерализованные воды) и др.

КЛИМАТ ЕВРАЗИИ

Климатические условия Евразии связаны с ее географическим положением в Северном полушарии от экватора до высоких широт Арктики, огромными размерами, сложностью орографического строения и изрезанностью береговой линии. Обширные пространства равнин открыты для воздушных масс, поступающих с Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Горные поднятия на юге и востоке практически исключают проникновение в глубь материка воздушных масс со стороны Индийского океана и ограничивают их вхождение со стороны Тихого океана.

Муссонное вторжение тихоокеанского воздуха на востоке Евразии, особенно в северных широтах невелико: субмеридиональное простираие горных хребтов ограничивает это вторжение. На юге и юго-востоке материка муссонная циркуляция выражена классически и в значительной мере обуславливает сельскохозяйственную деятельность населения. В зависимости от переноса воздушных масс и орографии осадки распределяются очень неравномерно в году и по сезонам. В континентальных секторах умеренного и субтропического поясов, а также в тропическом поясе располагаются пустыни.

Климатические условия зависят от величины **суммарной солнечной радиации**, поступающей к земной поверхности в течение года и ее превращением. На равнинах ее показатель возрастает с севера на юг от 250 кДж/см^2 в год в районе Земли Франца Иосифа до 670 кДж/см^2 в экваториальных районах. В горах эта величина становится несколько больше.

Погодно-климатические условия зимы и лета определяются изменяющимся положением **центров действия атмосферы** (областей высокого и низкого давления). Зимой в центре охлажденной Азии формируется область высокого давления – Азиатский (Сибирский, Монгольский, Центральнo-Азиатский) антициклон. Летом он заменяется Азиатской депрессией, областью низкого давления.

Другим из наиболее известных центров высокого давления является субтропический антициклон, расположенный у Азорских островов в Северной Атлантике. Зимой этих два антициклона связаны осью высокого давления, получившей название «большой оси материка Евразии». Она еще именуется в честь ее первооткрывателя осью А.И. Воейкова, описавшего это явления в 1884 г.

«Большая ось материка Евразии» четко прослеживается на многочисленных синоптических картах именно для зимнего периода. Зимой из южной части Восточной Сибири выдвигается полоса высокого давления, которая проходит южнее Уральских гор, через лесостепь Украины, придунайские равнины, Южную Францию и Испанию, достигая Азорского максимума. Аналогичная ось образуется и в летние месяцы, но менее выраженная. Для оси высокого давления характерны сухая безоблачная погода, затишье или слабые ветры, сильные морозы зимой и жара летом практически при полном отсутствии осадков. Она играет важную роль в зимней циркуляции атмосферы, отклоняя циклоны с Атлантики на север.

Широкое развитие Азиатского антициклона обусловлено также наличием центров устойчивого низкого атмосферного давления в Северной Атлантике в районе Исландии (Исландский минимум) и над северной частью Тихого океана у Алеутских островов (Алеутский минимум). Одновременно в районе Азорских островов в Атлантическом океане и над Арктикой располагаются центры высокого атмосферного давления (Азорский и Арктический максимумы).

Общий характер западного переноса воздушных масс усиливает появление в зимние месяцы устойчивых потоков воздуха на юго-востоке материка – северо-западного континентального муссона, типичного для северо-восточного Китая, Корейского полуострова и большей части Японских островов. На востоке Азии, в умеренном и субтропическом поясе, по этой причине обычны аномально холодные и сухие зимы (по сравнению с этими широтами в Европе).

Летние условия циркуляции воздушных масс и положение основных центров действия атмосферы по отношению к материку существенно меняются. Разрушается зимний Азиатский антициклон, над прогретыми просторами материка устанавливается широкая область пониженного атмосферного давления. Азорский максимум, ветвь которого прослеживается в южных и отчасти центральных районах Европы, значительно расширяется, определяя засушливый и жаркий сезон в Средиземноморье и на Переднеазиатских нагорьях. Ослабевает Исландский минимум, траектория циклонов смещаются в северную часть Евразии. В Европе ослабевает циклоническая деятельность, обычно стоят теплые солнечные дни.

На Индостане, в Индокитае, на Малайском архипелаге и в Южном Китае господствует летний субэкваториальный муссон с обильными осадками на наветренных склонах гор. В восточных и юго-восточных районах материка усиливается влияние морского тропического воздуха, поступающего со стороны Тихого океана по западной периферии Гавайского антициклона.

Суша испытывает наибольшее нагревание летом в тропических и частично в умеренных широтах, что способствует формированию почти над всем материком низкого давления. Фронты в связи с этим выражены слабо. Температура воздуха понижается к северу на всей территории материка, кроме приокеанических районов. Внутренние термические различия не столь резкие, как в зимний период, амплитуда не превышает 10-15 °С.

Северная часть Евразии увлажняется нормально, Средиземноморье – слабо, пустыни Аравии, Средней и Центральной Азии и Гоби – очень слабо. Обильные муссонные дожди выпадают в Южной и Восточной Азии.

На территории Евразии в течение года перемещаются следующие основные типы воздушных масс.

Морской арктический воздух формируется над свободными ото льда акваториями Арктики. Он обладает отрицательной, но более высокой, чем континентальный арктический воздух, температурой и большой относительной влажностью. Однако влагозапасы его невелики. Это воздух наиболее часто вторгается в северные районы Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин в переходные сезоны года в циклонах, сопровождающихся свежими ветрами и снегопадами.

Континентальный арктический воздух формируется над ледяными полями Арктики. Обладая большой мощностью по вертикали (до 2000 м), он может в отдельных случаях распространяться зимой над поверхностью снежного покрова на юг до Альп, Большого Кавказа и гор Средней Азии. При этом его трансформация

происходит слабо. Этот воздух отличается низкой температурой (зимой до -30°C), высокой относительной влажностью (85-90 %) и малым влагосодержанием. В теплое время года он прогревается и дополнительно увлажняется в тундре и лесотундре.

Морской воздух умеренных широт поступает на запад материк с Атлантического океана, на восток – с Тихого океана. Зимой он теплее континентального воздуха умеренных широт и отличается от него более высокой относительной влажностью и более высоким влагосодержанием. Летом, напротив, он обладает сравнительно низкой температурой, но сохраняет высокую относительную влажность при значительном влагосодержании. При продвижении вглубь континента морской воздух постепенно нагревается, теряет часть влаги и трансформируется в континентальный.

Континентальный воздух умеренных широт господствует на территории Евразии. Он образуется преимущественно из воздушных масс, поступающих с Атлантического, Северного Ледовитого и, в меньшей степени, Тихого океанов, а также с Иранского нагорья и Центральной Азии, расположенных в субтропическом поясе. Для него характерно сравнительно низкая температура зимой (средняя температура января в зависимости от местных условий колеблется от -10 до -50°C) и довольно высокая летом (в июле от 13 до 23°C). Абсолютная и относительная влажность воздуха непостоянна и изменяется в зависимости от региональных условий.

Морской тропический воздух наиболее часто проникает летом на южные полуострова Европы и на юго-запад Восточно-Европейской равнины из области Азорского максимума, проходя при этом над Средиземным морем. Влияние этой воздушной массы со стороны Тихого океана по западной периферии Гавайского антициклона на восточные и юго-восточные района материка, включая юг Дальнего Востока, усиливается также летом.

Континентальный тропический воздух господствует над Аравийским полуостровом и может вторгаться на юг Восточно-Европейской равнины, Среднюю Азию и Казахстан через Малую Азию и Иранское нагорье. Кроме того, летом он образуется на территории пустынь Средней Азии и на юге Восточно-Европейской равнины в результате трансформации континентального воздуха умеренных широт. Летом он проникает в Восточно-Европейскую и Западно-Сибирскую равнины до 55° с.ш. Для него характерны высокая температура и значительное влагосодержание при низкой относительной влажности, а также нередко повышенная запыленность.

Экваториальный воздух с интенсивной конвекцией в течение года преобладает в экваториальной области островной Азии. На Индостане, в Индокитае, в Южном Китае и на Малайском архипелаге летний муссон с обильными осадками проявляется классически, особенно на наветренных склонах гор. Мощный поток холодного воздуха с севера (южная ветвь Азиатского антициклона) реализуется на этой территории в зимнем муссоне с аномальной холодной и сухой погодой.

Зима на территории Евразии характеризуется следующими закономерностями. Наиболее низкая средняя температура января наблюдается в межгорных котловинах Оймяконского нагорья. В Оймяконе, на высоте 600 м, она составляет -50°C , при этом абсолютный минимум составляет $-72,2^{\circ}\text{C}$ (в Верхоянске). Причина таких холодов заключена в длительном застаивании и интенсивном выхолажи-

вании континентального воздуха в межгорных котлованах при местном максимуме атмосферного давления.

Область наибольшего холода оконтуривается изотермой -32°C , проходящей восточнее нижнего течения Енисея, по его правому притоку Нижней Тунгуски, по Вилюю (левый приток Лены), далее через Верхоянский хребет и хребет Черского до Колымы, на севере она ограничена северным побережьем материка.

Нахождение области наибольшего холода не на оси (по меридиану) материка, а значительно восточнее, объясняется частым вторжением относительно теплого морского воздуха умеренных широт с Атлантического океана. Нулевая изотерма образует гигантский овал, за пределами которого остаются Великобритания, Франция и следующие полуострова: Пиренейский, Апеннинский, Балканский, Аравийский, Индостанский, Индокитай, исключая Японские, Курильские и Командорские.

При движении с севера на юг продолжительность снежного покрова изменяется до 280 дней до нескольких дней. Его высота на побережье Северного Ледовитого океана составляет 40-50 см, на Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинах в таежной зоне – до 70-90 см. При дальнейшем движении на юг его мощность уменьшается вплоть до полного исчезновения. На западных склонах Северного Урала и в приенисейской приподнятой части Среднесибирского плоскогорья снега накапливается до 90 см, а в горах Камчатки до 120 см.

Летом, в июле нулевая изотерма оказывается севернее всех архипелагов в Северном Ледовитом океане. На равнинных территориях изотермы июля имеют широтное и субширотное простираие. Самыми теплыми (жаркими) оказываются внутренние, как правило, пустынные районы Евразии и юг этого материка, особенно Аравийский полуостров и долина Инда (западная часть Индо-Гангской низменности).

На плоскогорье Тибет погодно-климатические условия аномальны: оно более холодное, чем сопредельные территории по причине своих высот и рельефа.

В распределении **осадков** по территории Евразии выделяется **две зоны их наибольшего выпадения** (под зоной в данном случае понимается обширная территория внутри изогипсы определенного количества осадков за год). Первая из них включает Западную Европу и полосу между северным полярным кругом и параллелью 50° с.ш. до Енисея на Востоке. Количество годовых осадков до 1000 мм в Западной Европе постоянно убывает до 500 мм и менее на востоке. Причина этого убывания заключена в ослаблении западного перекося влажного воздуха с Атлантики. На наветренных склонах гор количество осадков увеличивается до 2000 мм. Большая часть осадков выпадает в летний сезон, только в Средиземноморье – зимой.

Во вторую зону наибольшего выпадения осадков входит Дальний Восток (кроме северных районов) и Юго-Восточная Азия, где их выпадение связано с летним муссоном. На Дальнем Востоке России и в Восточном Китае среднегодовое выпадение осадков достигает 1000 мм и более.

Наибольшее количество осадков приходится на южные склоны восточных Гималаев, юго-запад Индостана (горы Западные Гаты), Ассамские горы и западные склоны Араканских гор и гор Ракхайн в Бирме. Наветренные склоны островов Южной и Юго-Восточной Азии получают в год до 2000-4000 мм осадков. На метеостанции Черапунджи (высота 1300 м), расположенной на плато Шиллонг, зафиксиро-

ровано их рекордное выпадение – более 12000 мм. В Южной и Юго-Восточной Азии 95 % осадков выпадает летом.

Для всей территории Азии с выпадением осадков до 2000 мм (кроме островов) характерны продолжительные засушливые периоды с острым дефицитом влаги, и искусственное орошение применяется почти повсеместно. Причина – в высоких летних температурах.

На территории Евразии существует также **две зоны малого количества осадков**. Одна из них занимает север материка, где среднегодовое количество осадков убывает с запада (Кольский полуостров – 400 мм) на восток (север Якутии – 100 мм и менее). Вторую зону, включающую почти половину площади материка, образуют территории, различающиеся по природным условиям и расположенные вне сферы влияния морского воздуха Атлантики, Тихого и Индийского океанов. В нее входят: юго-восток Восточно-Европейской равнины, Аравия, Иранское нагорье, Средняя Азия, преобладающая часть Западной Сибири, Тибетское нагорье. Центральная Азия, Средняя Сибирь и север Дальнего Востока. Алтай и Саяны оказались своеобразным более увлажнены «островом» среди засушливой территории. Причем, Передняя (Западная), Юго-Западная и Центральная Азия почти совершенно бездождны.

В **климатическом районировании** Евразии выделяются пояса и области с нижеперечисленными типами климата.

Арктический климат в полярном поясе северного побережья Евразии – суровый, месячные температуры меняются от 0 летом до -40 °С зимой, средняя годовая температура около -30 °С, осадков мало (100-200 мм и менее).

Субарктический климат занимает узкую полосу у Северного полярного круга – лето короткое, средняя температура самого теплого месяца не выше 12 °С, зимы продолжительны и суровы, осадков мало (менее 300 мм, на северо-востоке Сибири менее 100 мм), на западе сказывается влияние Атлантики.

Умеренный климатический пояс на юге простирается примерно до 40° с.ш. На западном фланге материка – **морской климат** с прохладным летом и теплой (для этих широт) зимой, с умеренным количеством осадков и без устойчивого снежного покрова.

Умеренно-континентальный климат свойственен Европе (кроме западного побережья) и северу Западной Сибири. Характеризуется неустойчивой погодной обстановкой, смягчающее влияние на которую оказывает западный перенос морского воздуха Атлантики.

Для **внутриконтинентального климата умеренных широт** характерны более или менее устойчивый режим высокого атмосферного давления, особенно в зимнее время, теплое лето и холодная зима. Годовые амплитуды температуры высоки и растут вглубь материка за счет нарастания суровости зим. Устойчивый снежный покров. Осадков выпадает от 600 мм (на западе) до 200-300 мм (на востоке). В южной части засушливость климата увеличивается, и лесные ландшафты сменяются степными, полупустынными и пустынными.

Муссонный климат умеренных широт формируется на восточной окраине материка. Он характеризуется малооблачной и холодной зимой при преобладающих северо-западных ветрах, теплым летом с юго-восточными и южными ветрами и достаточными, даже обильными, летними осадками. В Японии и на Камчатке зима намного мягче, осадков много и зимой, и летом.

Средиземноморский климат субтропического пояса свойственен южным полуостровом Европы (включая южный берег Крыма), полуострову Малая Азия и восточному побережью Средиземного моря. Для него характерно высокое атмосферное давление летом (усиление субтропического Азорского максимума) и усиление циклонов зимой, когда они смещаются в сторону экватора. Лето – жаркое, малооблачное и сухое, зима прохладная и дождливая. Температура летних месяцев 20-25, зимних – 5-10 °С, годовое количество осадков – 400-600 мм.

Климат сухих субтропиков формируется на Иранском Нагорье (кроме южных районов), на юге Средней Азии и в Кашгарии (Таримская впадина). Зимой и летом преобладает повышенное атмосферное давление. Лето жаркое, температуры могут доходить до 50 °С. Зимой возможны морозы до -10, -20°С. Годовая сумма осадков не превышает 120 мм.

Климат холодных пустынь в субтропическом поясе свойственен высокогорным нагорьям Памира и Тибета. Здесь прохладное лето и счень холодная зима, осадков около 80 мм в год.

В **муссонном субтропическом климате** Восточного Китая температурные условия близки к Средиземноморским, но обильные осадки выпадают преимущественно летом при океанском муссоне.

Климат тропических пустынь Аравийского полуострова и южной части Иранского нагорья исключительно жарок и сух (средняя температура летних месяцев около 40 °С, средние температуры зимних месяцев от 10 до 15 °С), осадков мало (часто менее 100 мм в год). Суточные амплитуды температуры высоки (до 40 °С).

В Южной и Юго-Восточной Азии (полуострова Индостанский и Индокитайский) **муссонный тип климата субэкваториального пояса** вызван сезонным изменением потоков из внутренних районов материка (зимний муссон) и с акваторий Тихого и Индийского океанов (летний муссон, усиленный пассатом). Именно в летний муссон, как уже отмечалось, выпадает наибольшее количество осадков.

Экваториальный климат, охватывающий южное островное окончание Евразии, отличается равномерным температурным режимом с высокими температурами (24-28 °С) в течение всего года. Влажность воздуха постоянно высокая. Осадков до 6000 мм и более, выпадают они в виде ливней.

ВНУТРЕННИЕ ВОДЫ ЕВРАЗИИ

К **внутренним водам** относятся реки, озера, подземные воды, ледники и воды болот. Они являются неотъемлемым компонентом ландшафтов, в пределах которых происходит их формирование и развитие. Кроме того, они выполняют транспортную функцию по переносу веществ, поступающих в них с суши. В них происходит также захоронение разнообразных осадочных пород.

Химический состав внутренних вод определяется не только химическим составом выпадающих атмосферных осадков, но и теми горными породами, в которых образованы транспортные артерии (русла) и котловины водоемов. Большое значение в определении химического состава внутренних вод имеет и климатический фактор. В целом, решающее влияние на состояние внутренних вод оказывает именно климат и геолого-геоморфологическая основа территории. Роль почвы и почвообразующих процессов и биомы (совокупности растений, животных, грибов и микроорганизмов) значительно меньше.

Внутренние воды несут в себе реликтовые черты, унаследованные от прошлых геологических эпох. Нередко долины крупных рек, котловины многих озер, артезианские бассейны были заложены многие тысячи и даже миллионы лет назад в условиях природной обстановки, которая существовала в прошлые геологические времена.

Вследствие климатических контрастов, вызываемых зональной принадлежностью и внутризональной секторностью тех или иных территорий, а также особенности их рельефа, ресурсы внутренних вод и распределение речного стока в Евразии крайне неравномерны. **Структура водного баланса и ресурсы пресных вод** материка определяются следующими показателями (по Ермакову и др. 1988).

В Европе, площадью 9,8 млн. км² при среднем годовом количестве осадков 734 мм за год выпадает 7,2 млн. км³ воды. Годовой объем речного стока составляет 3,1 млн. км³ (или 43% от выпадающих осадков), на испарение расходуется 4,1 млн. км³ воды. В Азии, площадью 45 млн. км² при среднегодовом количестве осадков 126 мм за год выпадает 32,7 млн. км³ воды, годовой объем речного стока составляет 13,2 млн. км³ (или 40% от выпадающих осадков), на испарение расходуется 19,5 млн. км³ воды. В целом, на Евразию атмосферные осадки приносят около 40 млн. км³, реки уносят около 16,3 млн. км³ воды.

В полном речном стоке существует две составляющих – поверхностный сток и подземный сток. В реках Европы на поверхностный сток приходится около 50%, в Азии – значительно меньше, около 35% полного речного стока.

Еще несколько показателей, характеризующих поверхностные водные ресурсы Европы, Азии и Евразии как единого целого. В Европе речным стокам переносится 350 млн. т взвесей (твердый сток), или в каждом кубическом метре 112 кг, а Азии – 16,8 млрд. т, или в каждом кубическом метре 127 кг. Ежегодно реки Евразии

перемещают около 20 млрд. т различных взвесей, образующих твердый сток. Дополнением к нему служит ионный срок – около 1 млрд. т в год.

Главный водораздел Евразии, проходящий от Малазийского нагорья через юг Иранского нагорья, Гиндукуш, Памир, Тянь-Шань, хребты Яблоновый и Становой, Колымское нагорье, делит этот материк на два главных неравных по площади планетарных бассейна. Севернее этого водораздела расположен атлантико-арктический бассейн, сток с которого осуществляется в Атлантический и Северный Ледовитый океаны, а также во внутриматериковые моря: Каспийское и Аральское. Объем стока с его площади значительно больше, чем со второго, расположенного южнее и восточнее главного водораздела. Речной сток с него осуществляется в Индийский и Тихий океаны.

Гидрографическая сеть Евразии принадлежит бассейнам четырех океанов: Северного Ледовитого, Атлантического, Индийского и Тихого. Значительная часть ее территории (18 млн. км², или 40%) дренируется реками внутренних бассейнов (водосборы Каспия, Арала, Балхаша, Лобнора).

Источники питания рек разнообразны: жидкие осадки (дождь), снежный покров, высокогорные снега и ледники, подземные воды. Однородного питания рек в Евразии не существует. Евразия отличается весьма большим разнообразием типов водного баланса и водного режима рек. Кроме того, почти повсеместно происходит наложение антропогенного воздействия (гидротехническое строительство, водно-земельные мелиорации и др.) на естественное формирование водного баланса и стока.

Для характеристики обеспечения отдельных регионов Евразии ресурсами пресной воды можно сравнить их водность с помощью градаций полного речного стока по слою воды: более 600 мм – высокая водность, 200-600 мм – средняя водность, 50-200 мм – низкая водность, менее 50 мм – весьма низкая (Ермаков и др. 1988). Для сравнения укажем, что полный сток в Европе составляет 320 мм, Азии – 290 мм слоя воды.

К территориям с **высокой водностью** относятся западный атлантический сектор материка (Норвегия, Великобритания, Исландия), европейское высокогорье (Альпы, Карпаты), в тихоокеанском секторе – юго-восточная часть Азии и Японские острова.

К **средневодным**, переходным от океанических к континентальным секторам относятся: восток Феноскандии, Восточно-Европейская равнина, Центрально-Европейское среднегорье, северная часть умеренного пояса Азии, внутренние плато Индостана и Индокитая, Великая Китайская равнина.

Группа областей с **низкой водностью** включает Дунайские равнины, семиаридный юг умеренного пояса в пределах Украины, России и Казахстана, Монголию, Лессовое плато в Китае, Средиземноморье, Анатолийское и Армянское нагорья.

Область **весьма низкой водности** образует огромный аридный пояс от Аравии до пустыни Гоби включительно.

В зависимости от рельефа местности, в которых текут реки, они могут быть **горными и равнинными**. Горные реки отличаются большими уклонами, бурными течениями, текут в узких долинах, преобладают процессы размыва. Особо следуют отметить реки Тибета, Гималаев и Индокитая – Инд (верховье), Брахмапутра,

Салун, Меконг (Дза-Чу) и Янцзы (Муруй-Ус), текущие в каньонах и глубоких ущельях, нередко имеющих тектоническое происхождение.

Для равнинных рек характерно наличие меандр. В них чередуются участки размыва русла и аккумуляции в нем наносов, образующих мелководья и перекаты, а в устьях – дельты. Большинство рек Восточно-Европейской равнины являются равнинными (Волга, Дон, Днепр, Западная Двина, Северная Двина). На многих реках чередуются участки горного и равнинного характера. Неоднородность климатических условий, свойственная Евразии, отражена в режиме рек. К **основным климатическим типам рек** материка относятся следующие.

Реки преимущественно ледникового и высокогорного питания с летним половодьем. Они формируются в местах развития ледников на крайних северных территориях материка (Исландия, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Северный остров Новой Земли). К этому типу относятся также верхние участки рек в высокогорьях Скандинавии, Альп, Кавказа, гор Южной Сибири и Средней Азии, Гималаев. Кроме того, они распространены в районах горного оледенения Северо-Восточной Сибири и Камчатки. Наиболее высокий уровень воды в реках этого типа питания приурочен к самому теплomu периоду года. Летний расход составляет до 80 % годового стока.

Реки преимущественного снегового питания с весенним и нередко с летним (в Сибири) половодьем. Реки этого типа характерны для северной части Евразии с устойчивым снежным покровом. Для рек сухих степей, полупустынь и северных пустынь свойственно исключительно снеговое питание (более 80 % от полного стока). Севернее это питание составляет 50-80 %, а на западе Восточно-Европейской равнины на его долю приходится менее 50 % полного стока.

Такие реки широко представлены на Восточно-Европейской равнине, Западной и Средней Сибири, Казахстане. Они характерны для Центрально-Европейского среднегорья, Шотландии, восточной части Феноскандии и южно-азиатских горных систем, лишенных крупных ледников. В приокеаническом фланге умеренного пояса на востоке Азии наряду со снеговым питанием значительная доля (20-30 %) приходится на дождевое питание с паводочным режимом в дождливый сезон года.

Реки преимущественно дождевого питания с различными типами режимов. Они имеют значительное распространение. Половодье совпадает с обильными дождями в разные сезоны года в том или ином регионе: с летним влажным муссоном на Индостане, в Индокитае, на востоке Азии; осенне-зимним сезоном на реках Средиземноморья и отчасти на местных (внетранзитных) реках Переднеазиатских нагорий и Средней Азии. С зимним муссоном связано наибольшее половодье на реках, впадающих в Южно-Китайское море. Круглогодичная водность рек характерна для Малайского архипелага.

Разнообразие климатических условий областей преимущественно дождевого питания рек порождает различные гидрологические режимы стока. В Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии господствует **муссонный тип** гидрологического режима с продолжительными, нередко с бурными летними паводками и сравнительно маловодностью рек зимой. Паводковые подъемы сопровождаются сильнейшими наводнениями. На территории со снежным покровом снеговое половодье часто сливается с летним дождевым. В маловодные горы некоторые реки настолько иссякают, что не могут обеспечить водой даже бытовые потребности.

Для **средиземноморского типа** режима характерна летняя межень и малые расходы при большой неравномерности годового и многолетнего стока.

Экваториальный тип режима свойствен стоку рек южной оконечности полуострова Малакка и островом Малайского архипелага. Здесь сток распределен равномерно в течение года, максимальные месячные расходы всего в 2-5 раз превышают минимальные.

Реки с **преобладанием подземного питания** реки текут в пределах широкой предгорной полосы, окаймляющей горы Средней Азии с севера, и на высокогорных равнинах севера Центральной Азии. Талые и дождевые воды просачиваются через мощную толщу рыхлых предгорных отложений и дают начало небольшим водотокам «карасу». Они, как правило, немногочисленны, с более или менее устойчивым стоком (с наиболее высоким уровнем весной или летом) и имеют важное хозяйственное значение.

Равнинные реки замкнутых котловин и равнин Западной Азии, Иранского нагорья, полуострова Аравии, Таримской впадины в Центральной Азии имеют лишь **эпизодическое дождевое или снеговое питание**. Их сток незначителен и нерегулярен. Даже такие крупные реки, как Гильменд в Афганистане, лишь в отдельные многоводные годы доносят воду до озер. Обычно они теряются в песках пустынь или во временных соляных озерах – себках. Во время дождей часто превращаются в солевые потоки. В сухих руслах (вади), являющихся реликтами более развитой гидрографической сети влажных эпох плейстоцена, в период дождей может скапливаться воды в виде озер. Обычно вади отличаются обильным подрусловым стоком.

Ниже приводится характеристика крупнейших рек **бассейна Северного Ледовитого океана**.

В Европе. **Северная Двина** имеет три крупнейших притока: Сухону и Юг (ее образующих), Вычегду или Малую Северную Двину; длина 744 км, площадь бассейна 357 тыс. кв. км. Питание смешанное.

Печора берет начало на северном Урале, длина 1809 км, площадь водосбора 322 тыс. км². Питание смешанное с преобладанием снегового.

В Азии. **Обь** образуется слиянием рек Бия и Катунь на Алтае, пересекает с юга на север Западную Сибирь. Собственная длина 3650 км, от истока Иртыша 5410 км, площадь водосбора 2990 тыс. км². Крупнейшими левыми притоками являются Иртыш и Тобол, пересыхающие летом. Питание преимущественно снеговое.

Енисей (эвенкийское название Иоанеси – большая вода, река) образуется слиянием Большого Енисея (Бий-Хем) и Малого Енисея (Ка-Хем), течет на север по границе Западной и Восточной Сибири (Средне-Сибирского плоскогорья). Собственная длина 3487 км, от истока Малого Енисея 4102 км, Большого Енисея 4092 км. Если за начало Енисея принять исток Селенги, то длина его будет 5075 км. Для бассейна характерна резкая ассиметричность: его правобережная часть в 5,6 раза больше левобережной, кроме того, бассейн Енисея представляет собой в основном горную страну, граничащую с одной из величайших низменностей мира – Западно-Сибирской. Гидрографическая сеть Енисея включает около 200 тыс. рек и около 130 тысяч озер. Крупнейшими притоками являются Ангара, Подкаменная Тунгуска и Нижняя Тунгуска. Питание смешанное, с преобладанием снегового.

Лена (якутское название Улахан-Юрях, большая река) берет начало из небольшого озера на западном склоне Байкальского хребта. Значительная часть бассейна находится в горных районах. Длина 4400 км, площадь водосбора 490 тыс. км². Крупнейшие притоки: Вилуй (правый), Витим и Алдан (левые). Питание смешанное: снеговое и дождевое (с преобладанием снегового). При впадении образует обширную дельту площадью около 30000 кв.км. Из других рек следует назвать Таз, Хатангу (с правым притоком Катум), Оленек, Индигирку, Колыму.

Для рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, присущи следующие **общие черты**. Обь, Лена и Енисей относятся к крупнейшим рекам мира. Для их водосбора свойственны многолетнемерзлотные грунты, исключением из этого правила является водосбор Оби. Однако в среднем течении (Новосибирская область) промерзший за зиму грунт может сохраняться до августа. Течение рек на север порождает своеобразие гидрологического и ледового режима. Осенний ледоход и шугоход может продолжаться до двух месяцев. Реки в низовье замерзают в октябре. Обычны заборы – скопление масс внутриводного льда и шуги в русле реки в период осеннего ледохода и шугохода и в начале ледостава.

На отдельных участках в русле возникают мощные напеди (особенно на реках Индигирка, Колыма и др.). Зимой обычны заморы. Вскрытие крупнейших рек происходит сначала в верхнем течении – в апреле, позднее в среднем – в мае, в низовье – в начале июня. Весенний ледоход сопровождается заторами. У рек, с водосбором западнее Лены, дельта формируется перед впадением в далеко вдающийся в сушу залив с поморским названием – губа.

Из рек **бассейна Тихого океана** самой северной является **Анадырь** (длина 1150 км, площадь водосбора 191 тыс. кв. км.), по своему гидрологическому режиму во многом схожий с азиатскими реками бассейна Северного Ледовитого океана, с равными с ней по длине и площади водосбора.

Амур (у монголов Хата-Мусэн – Черная река, у китайцев Хейлунцзян – река черного дракона) образуется слиянием Шилки и Аргуни, впадает через Амурский лиман и Сахалинский залив в Охотское море. Длина 2824 км, от истока Аргуни 4440 км, площадь водосбора 1855 тыс. км². (10-е место в мире). Долина Амура – продукт эрозионных процессов, общее направление которых обусловлено тектоникой. Верхний Амур (до города Благовещенск) – горная река, ниже – равнинная. Справа принимает только один крупный приток Сунгари.

Основное питание Амур получает от летне-осенних муссонных дождей; из-за малоснежных зим весеннее половодье слабо выражено. В апреле поступает вода от снеготаяния на равнинах, в мае – в горах. В устье наблюдаются приливно-отливные явления. Замерзают сначала верховья (в ноябре), а затем низовья (в декабре). Вскрытие реки начинается с низовья в конце апреля, в верхнем течении – в начале мая. Весной при ледоходе наблюдаются заторы льда, вызывая подъемы воды до 15 метров. После обильных дождей обширные разливы (до 15 км шириной) приводят к частому затоплению крупных городов (Благовещенск, Хабаровск).

Реки **Янцзы** и **Хуанхэ** берут начало в горах Восточного Тибета. Они имеют в верховьях альпийский режим (с ледниковым питанием) и принадлежат к муссонному типу. Хуанхэ известна своими катастрофическими наводнениями. Янцзы благодаря более равномерному распределению осадков в её бассейне и регулирующей роли озер имеет сравнительно равномерный сток. Хуанхэ занимает первое

место в мире по объёму твёрдого стока (10 % мирового), что связано с широким распространением лёсса и ливневыми осадками в ее бассейне. Более подробно о каждой из этих рек.

Хуанхэ (Жёлтая река) – одна из величайших рек Азии (длина около 4850 км, площадь водосбора 750 тыс. км²). Пересекая лёссовое плато, образует глубокие ущелья. Во время половодий подъём воды в ущельях достигает 20 м. Зимой маловодна, замерзает на 2-3 месяца, в нижнем течении местами на 2-3 недели. Часты перемещения русла с катастрофическими наводнениями, за что река получила прозвище “горе Китая”. Из-за большого объёма наносов (1,3 млрд. т. в год), ежегодный рост дельты составляет до 290 метров.

Янцзы (Голубая река) – самая большая река Евразии (длина 5800 км, площадь бассейна более 1800 тыс. км²). Пересекая восточное горное обрамление Сычуанской котловины, река образует три ущелья общей длиной около 100 км, в которых суживается до 120-200 м, а её глубина достигает 100 м. Это отрезок течения называется Санся. В долине реки многочисленны озёра. Морские приливы распространяются вверх по реке до 250 км. Янцзы выносит в год до 300 млн. т. наносов, что вызывает быстрый рост дельты (1 км за 35-40 лет). На большей части течения вода имеет коричнево-жёлтый оттенок. Название “Голубая река”, данное европейцами, не отвечает действительности. Ледостав бывает только в верховьях на участках со спокойным течением. В нижнем течении она носит название Чанцзян, более употребительное в Китае.

Отличительной особенностью р. **Синцзян** (2130 км) является то, что она течёт в узкой долине через территорию с широким развитием карста.

Меконг – самая большая река на Индокитайском полуострове (длина 4500 км, площадь водосбора 810 тыс. км²). Реки, относящиеся к бассейну Индийского океана (**Инд, Ганг и Брахмапутра**), как и Меконг, берут начало в южном Тибете и ледниках Гималаев. До выхода на равнины они текут в узких глубоких ущельях. У них снежно-ледниково-дождевое питание. Все они, несмотря на значительное различие, относятся к рекам муссонного типа.

Сток Инда наиболее обильен в среднем течении после слияния пяти его притоков (Джелам, Чинаб, Рави, Биас, Сатледж). Далее в пустыне Тхар Инд не принимает притоков и теряет большую часть стока на испарение и фильтрацию. В противоположность Инду, Ганг, Брахмапутра, Иравади и Меконг наиболее полноводны в нижнем течении. Эти реки образуют огромные дельты. Дельта Ганга-Брахмапутры является самой крупной на планете. К тому же, Ганг-Брахмапутра по водности занимают третье место в мире (после Амазонки и Конго).

Верховья **Тигра** (длина 1900 км) и **Ефрата** (в переводе с арамейского «сладкая вода»; длина 3065 км) лежат на Армянском нагорье, где формируется большая часть стока этих рек. Протекая по Месопотамской низменности, они не принимают притоков и теряют до 50 % своего стока на испарение. В связи с таянием снега и весенними дождями максимум воды в реках приходится на весну, к концу лета они сильно мелеют. На снижение летнего стока большое влияние оказывает забор воды на орошение. Реки впадают в Персидский залив.

Реки бассейна Атлантического океана находятся только на территории Европы. Относительно небольшие размеры субконтинента, дробность морфологического устройства поверхности, глубокое проникновение в сушу морей и заливов, частое чередование гор и равнин привело к тому, что на территории, принадле-

жащей к атлантическому бассейну, крупные речные системы отсутствуют. Исключение составляют реки Дунай, Днепр, Дон, Западная Двина.

Разнообразие типов климатов создаёт значительные контрасты в сезонных особенностях стока и определяет наличие нескольких источников их питания: дожди, полые весенние воды и талые воды ледников. На севере субконтинента основное наполнение рек происходит за счёт таяния снегов, поэтому реки Скандинавии наиболее полноводны в конце весны и ранним летом. Зимой наблюдается межень из-за консервации осадков в виде мощного снежного покрова.

Снеговое питание преобладает и у рек альпийских, пиренейских и карпатских среднегорий. В высоком поясе этих горных систем основную массу воды реки получают от тающих летом ледников (верховья Рейна, По, Роны, Гаронны и др.). На равнинных территориях Зарубежной Европы (по отношению к СССР) преобладают реки дождевого питания.

В приатлантических районах с океаническим типом климата реки всегда полноводны (Лаура, Сена, Сомма, низовья Рейна, Везер, Темза, Северн и др.). Восточнее, на Польской равнине, Средне- и Нижнедунайской низменностях летом на реках наблюдается длительное снижение уровня, потому что большая часть стока расходуется на испарение. Вторая межень приурочена к холодному времени года, когда образуется ледостав.

До проведения работ по регулированию стока резкие подъёмы воды при весеннем половодье сопровождались катастрофическими наводнениями (Висла, Одер и др.). Резкие сезонные колебания уровня воды выражены в средиземноморских реках (Тибр, Арно, Хукар и др.). Соотношение объёмов воды, переносимых в русле в зимний и летний сезоны, часто достигает 100:1 и даже 200:1.

Наиболее сложный характер питания у крупнейшей реки Западной Европы Дунай (длина 2850 км, площадь водосбора 817 тыс. км²). В верховьях основная масса воды поставляется альпийскими притоками, и поэтому река здесь наиболее полноводна летом. На дунайских низменностях в условиях континентального климата резко усиливается испарение и происходит летнее снижение уровня. В целом Дунай имеет сложный режим стока с тремя фазами: весеннего половодья, летних и осенних паводков, осенней и зимней межени. При впадении в Черное море река формирует обширную дельту с тремя главными рукавами (гирлами): Килийским, Сулинским и Георгиевским.

Для крупнейших рек Восточно-Европейской равнины (Днепр, Дон, Западная Двина) свойственно смешанное питание с преобладанием снегового, с участием подземных вод и летних дождей. Зимний ледостав, весеннее половодье, осенние паводки, летняя и зимняя межень – отличительные, но хорошо известные черты гидрологического режима этих равнинных рек.

Среди важнейших рек, принадлежащих к **внутренним бассейнам**, следует назвать Волгу и Урал, впадающих в Каспийское море, Амударью и Сырдарью – в Аральское море.

Волга (в древности Ра, в средние века Итиль) – одна из крупнейших рек планеты и самая большая в Европе (3690 км, площадь бассейна 1360 тыс. км²), течет в южном направлении, пересекая несколько природных зон – от лесов умеренного пояса до полупустынь и пустынь Прикаспия. Основное питание снеговое с участием грунтового и дождевого. Естественный режим характеризуется весенним половодьем, малой водностью в период летней и осенней межени и осенними дожде-

выми паводками. Отличительной особенностью Волги является наличие левого рукава (Ахтуба) длиной 537 км, который течет параллельно основному руслу, и наличие обширной Волго-Ахтубинской поймы.

Своеобразием рек **Амударья и Сырдарья** заключено в том, что к их берегам вплотную подходят песчаные пустыни Каракумы и Кызылкумы. Русла их подвержены быстрым изменениям. Ледниково-снеговое питание они получают только в горах, находящихся в верховьях.

Располагая огромной территорией, Евразия богата **озерами**, которые по причине природного разнообразия материка распределены неравномерно. Котловины озер возникли в результате различных рельефообразующих процессов и по происхождению делятся на: тектонические, ледниковые (эрозионные и аккумулятивные), провальные (карстовые и термокарстовые), вулканические (кратерные и лавоподпрудные), речные, приморские, эоловые, реликтовые и завально-запрудные. Форма и размеры их котловин постоянно меняются во времени в результате накопления донных отложений и переформирования берегов. Часто в формировании котловин участвуют несколько факторов, например тектоника, ледники, реки и др.

К крупнейшим озерам **тектонического происхождения** в Европе относятся Женевское, Боденское, Лаго-Маджоре, Комо – в Альпах, Балатон – в Венгрии, Веттерн – в Швеции. У Ладожского и Онежского озер, на северо-западе России, котловины тектонического происхождения обработаны ледником. В тектонических котловинах Азии находятся озера: Байкал, Иссык-Куль, Севан, Мертвое море; Хубсугул (Косогол) – на севере Монголии, Кукунор – в горах Нань-Шань, Бива – на острове Хонсю, Урмия (Резайе) и Ван – на Армянском нагорье.

Особо много озер на территориях развития четвертичных отложений. На невысоких кристаллических равнинах Феноскандии образовалось крупнейшее скопление озер **ледникового происхождения** в результате подпруживания стока рек моренными валами. Много озер ледникового происхождения на Восточно-Европейской равнине в зоне покровных четвертичных оледенений (в Беларуси Поозерье). Озера этого типа свойственны горным системам со снежно-ледниковыми процессами (на Тибете, Гималаях, Каракоруме и др.).

Карстовые озера распространены в областях распространения мощной толщи карстующихся пород (известняков, доломитов, мела). Основные территории их распространения: запад Балканского полуострова, Крымско-Кавказская горная система, хребет Загрос, Шанско-Юньнанское нагорье, плоскогорья Малой Азии.

Обилие небольших по площади и неглубоких соляных озер на юге Западной Сибири и на севере Казахстана вызвано **соляным карстом** – своеобразным «выкарстовыванием» мощной толщи коренных соленосных отложений палеозойского возраста. **Термокарстовыми** озерами богата тундра, лесотундра, север и средняя полоса Западной Сибири: они обычны в зоне многолетней мерзлоты.

Вулканические озера приурочены к складчато-глыбовым структурам, в основном, на Камчатке, Японских, Филиппинских и Зондских островах. Их образование связано с современной активной вулканической деятельностью.

Не поддаются учету **речные** озера (старицы), которыми обильны долины практически всех рек, не зависимо от их размерности, особенно на равнинных и низменных территориях. Характерной особенностью таких озер служит небольшая глубина и небольшая площадь. Исключением служит несколько мелководных озер

со значительной площадью: Тонлесап на полуострове Индокитай (бассейн Меконга) с изменяющимися размерами (от 2,5 тыс. км² в сухой сезон до 10 тыс. км² в сезон летних муссонов), Дунтинху в Китае (бассейн Янцзы) также с изменяющимися размерами (от 4-5 до 10-12 тыс. км²) и Поянху (также в бассейн Янцзы). Особенностью гидрологического режима этих крупнейших озер служит изменение стока в реку на обратное течение (из реки) в сезон муссонов.

Особую группу образуют **реликтовые** озера, сохранившиеся на месте более крупных водоемов плювиальных (влажных) климатических эпох. Большая часть их сосредоточена в аридных областях на Переднеазиатских нагорьях и в Центральной Азии. Это преимущественно бессточные, соленые озера.

Одни из них заполняются водой не ежегодно, другие пересыхают в сухой сезон, только озера, питающиеся водой горных рек и ледников, наполнены водой в течение всего года. Наиболее крупными реликтовыми озерами являются Туз (в Малой Азии), Хамун (Иранское нагорье), Лобнор (кочующее озеро в Таримской впадине), Хиргис-Нур и другие (в долине Больших озер на западе Монголии по границе с Россией).

Евразия богата **подземными водами**, которые подразделяются на артезианские и грунтовые. В сущности, каждая тектоническая впадина, заполненная толщей осадочных пород (особенно песком), является артезианским бассейном. К наиболее крупным артезианским бассейнам относятся: Прибалтийский, Московский, Днепровско-Донецкий, Прикаспийский и Западно-Сибирский. Мощные скопления подземных вод приурочены к песчаным отложениям обширных равнин Центральной и Южной Европы, к осадочным толщам Пиренеев и Альпийско-Карпатской горной системы, к известковым массивам Средиземноморской Европы.

Очень богаты подземными водами муссонные области Азии, особенно приморские низменности и речные долины с мощной толщей аллювиальных отложений. В предгорных территориях, сложенных аллювиально-пролювиальными отложениями накопились значительные запасы подземных вод. В Центральной Азии и на Аравийском полуострове грунтовые воды приурочены к руслам временных водотоков, а в Центральной Азии – к районам распространения древних крупнообломочных моренных полей. В пустынях ресурсы подземных вод ограничены.

Химизм грунтовых вод, представляющих собой верхний горизонт подземных вод над верхним от поверхности водоупорным слоем, на равнинах Евразии подвержен зональной изменчивости. В тундре, лесотундре и тайге они, как правило, ультрапресные и пресные, гидрокарбонатные кремнеземистые со значительной примесью органического вещества. Южнее, в подтаежных и широколиственных лесах, минерализация вод увеличивается, содержание органики снижается. Они по-прежнему остаются пресными гидрокарбонатными, но преимущественно кальциевыми («жесткими»).

В степях, с увеличением минерализации, такие грунтовые воды могут замещаться сульфатными, реже хлоридными. Для пустынь и пустынь характерны грунтовые засоленные, хлоридно-сульфатные и хлоридные грунтовые воды. Особые категории образуют термальные подземные воды (в районах вулканизма) и глубинные рассолы (Припятская впадина).

Современное оледенение. Евразия пережила несколько ледниковых эпох в плейстоцене (последние 1,5 млн. лет). Последняя ледниковая эпоха завершилась

примерно 10-8 тыс. лет назад. Однако территории современного оледенения в Евразии обширны как на равнинах и плоскогорьях, так и в горах.

Образование ледников происходит в постоянной борьбе между циклональными и антициклональными воздушными массами. Чем больше влажного и теплого воздуха поступает в зону ледников, тем благоприятнее криосферные условия для их образования и развития, и, наоборот, чем суше воздух, тем меньше снегопада, а, следовательно, и менее благоприятные условия (Лукашев, 1971).

В полярных районах **снеговая граница** лежит на уровне моря, при движении на юг она повышается: на Кавказе – 2700-3800 м, на периферической части хребтов Средней Азии – 3000-3800 м, внутренних – 5000-5500 м. На западном склоне Скандинавских гор снеговая линия лежит на 150 м ниже, чем на восточном. В горных районах Восточной Сибири, где количество осадков незначительно, она находится сравнительно высоко над уровнем моря – 2000-2500 м, несмотря на низкие среднегодовые температуры. Особенно высоко снеговая линия располагается в Тибете, где находится один из двух «полюсов высоты снеговой линии» в мире – 6400 м (второй в Андах, Боливия). Причины: континентальность климата и малое количество осадков ограничивают размеры оледенения, которое могло быть больше.

Различают **два основных класса ледников** – материковые и горные. **Материковые** льды представляют собой крупные ледниковые покровы. И к их числу относятся ледники Исландии, Шпицбергена, Гренландии, Земли Франца-Иосифа, Северной Земли и ряда более мелких арктических островов.

Горные ледники – сравнительно небольших размеров, форма их зависит от геоморфологического местоположения.

Самые крупные **центры современного оледенения** находятся в высочайших горах: Каракоруме (снеговая граница 5900 м) Гималаях (5300 м), Куньлуне, Восточном Тянь-Шане и в Монгольском Алтае. Горные ледники распространены также в пределах горного пояса от Альп до Чукотки (Кавказ, Тянь-Шань, Памир, хребты Восточной Сибири, Дальнего Востока). В настоящее время в ряде регионов наблюдается деградация горных ледников.

Для современного климата **многолетней (вечной) мерзлоты** характерны: резкое преобладание холодного времени года над теплым (зима от 7 до 9 месяцев), небольшое среднегодовое количество осадков (200-250 мм), максимум которых выпадает летом. Большей части эта зона малоснежная. Зимы отличаются низкими температурами, особенно в Восточной Сибири, что способствует глубокому промерзанию грунта.

Выделяются следующие **основные типы** территорий распространения вечной мерзлоты:

- значительные пространства, сплошь занятые вечной мерзлотой;
- обширные пространства вечной мерзлоты с наличием островов, где ее нет;
- острова вечной мерзлоты среди обширных пространств без нее;
- пространства, где вечная мерзлота залегает в виде линз на сравнительно большой глубине и слой зимнего промерзания отделен от вечномерзлотных пластов слоем с положительной температурой.

Довольно часты случаи, когда толща многолетней мерзлоты включает в себя прослойки талого грунта (слоистая мерзлота). С мерзлотными процессами, протекающими в деятельном (периодически оттаивающем и замерзающем) слое, связано

образование наледей (наземных, речных и подземных), бугристых поверхностей (гидролакколитов и булгунняхов) и термокарстовых воронок. Довольно активно протекает солифлюкция – оплывание по склонам оттаивающих переувлажненных грунтов. Южную границу вечной мерзлоты провести трудно, так как приходится разделять вечномерзлую и талую почвы. Область распространения вечной мерзлоты не постоянна и зависит от изменчивости климата.

ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ И ФИТОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЕВРАЗИИ

В **палеозое**, с выходом в силуре из водной среды на сушу первых наземных растений, микроконтиненты будущей Евразии превратилась в одну из главных арен становления и развития растительного покрова, а затем и животного населения. В начале девона неотъемлемым компонентом прибрежных болотистых территорий были обширные заросли невысоких (1-2 м) псилофитов.

За 60 млн. лет в условиях жаркого тропического климата, воздушной среды, насыщенной углекислым газом, и активной вулканической деятельности зеленый покров на болотистых берегах и мелководьях теплых морей изменился от низкорослых зарослей примитивных растений до лесов из праголосеменных. В девоне древнепапоротниковая (археоптерисовая) флора из древовидных папоротников, хвощей и плаунов вытеснила псилофитовую. В конце девона появились первые земноводные (лабиринтодонты).

В карбоне Европа, Кавказ, Центральный Казахстан, Средняя Азия, Китай и Юго-восточная Азия входили в состав тропической Еврамерийской фитогеографической области, в которой господствовали леса из высокоствольных (до 30 м) плаунов и хвощей – каламитов и клинолистов (высота 10-20 м). В пресных водах изобиловали зеленые водоросли. В болотах обитали амфибии (стегоцефалы), рептилии были еще редки. В северной, во внетропической Ангарской области (Сибирская платформа), господствовали кордаиты и папоротниковидные.

На существовавшем в южном полушарии континенте Гондвана позднекарбонное похолодание привело к материковому оледенению. Эволюционное преимущество получили семенные папоротники (птеридоспермы) и первые голосеменные – кордаиты, саговники и беннеттиты, как более приспособленные к неблагоприятной смене времен года (у семян наличие запаса питательных веществ и защищающей оболочки).

В конце палеозоя, в середине перми, по завершению герцинского тектонического цикла и в результате увеличения площади материков возник мощный миграционный поток глоссоптерисовой флоры из Антарктики через Индостан и тропическую Африку в Европу и Азию. Восточно-Европейская платформа и другие участки суши в северном полушарии в условиях аридизации климата превратилась в арену борьбы угасающей еврамерийской и жизнеспособной гондванской флор. Все большее распространение получали настоящие голосеменные: хвойные, гинкговые, беннеттитовые и цикадовые. Большого разнообразия достигли зверообразные пресмыкающиеся. Обильная растительность каменноугольного периода с расцветом древовидных плаунов (лепидодендронов и сигиллярий) и гигантских

кордаитов, каламитов и других групп растений в засушливых условиях перми уже вымерла.

В **мезозое** развитие растительного покрова и животного мира продолжалось на фоне палеогеографических изменений, связанных с очередным тектоническим циклом. В Тунгусской впадине Сибирской платформы в триасе происходило накопление мощных туфовых и лавовых толщ, связанных с многочисленными вулканами. В пределах материка образовались значительные равнинные пространства, покрытые в условиях умеренного, субтропического и тропического климатов пышным растительным покровом. В триасе закончился век гигантских амфибий стегозавров, и господство в фауне позвоночных получили рептилии.

В умеренном поясе значительные площади были заняты лесами из хвойных, хвощевых, папоротников и древовидных плаунов. В составе растительного покрова субтропического и тропического поясов наибольшее распространение имели также голосеменные: гинкговые, хвойные, саговниковые и беннеттитовые. Среди споровых растений преобладали папоротники. Обширные пространства были заняты озерами и болотами, в которых происходило накопление торфа, преобразованного позднее в пласты каменного угля.

Рептилии в юре и мелу приобрели гигантские размеры. Они отличались значительным разнообразием и разделились на водных (плезиозавры и ихтиозавры), наземных (динозавры) и летающих (птерозавры, ящеров. Особенно благоприятной средой для их развития были обширные тропические леса и озерно-болотные впадины. В юре появились мелкие млекопитающие и первые зубастые птицы археоптериксы.

В начале мела возникли первые покрытосеменные растения, и уже к середине этого периода они заняли господствующее положение. В составе меловой флоры преобладали платаны, лавры, фикусы, магнолиевые, бобовые и др. Среди хвойных были распространены сосновые, тисовые, секвойи, таксодиум и др. Из гинкговых остался один вид – гинкго двулопасный (*Ginkgo biloba*). Папоротники и саговники стали играть подчиненную роль.

Эволюция покрытосеменных содействовала появлению и распространению насекомых (опылителей). Это привело к широкому развитию птиц, а затем млекопитающих, которые вытеснили пресмыкающихся. В конце мезозойской эры вымерли динозавры. Основными причинами вымирания динозавров могли быть: неблагоприятные изменения среды обитания (смена климата в позднем мелу в результате геологического преобразования земной поверхности, исчезновение зон обитания, изменения во флоре и фауне, нарушение пищевой базы, падение крупного метеорита и др.).

В **кайнозое**, в течение всего палеогена на суше широкое распространение получила арктотретичная флора. В Евразии господствовала богатейшая **полтавская тропическая флора** (в полярных широтах – субтропическая). В палеогеновых лесах росли пальма сабаль, магнолии, вечнозеленые дубы и буки, эвкалипты, фикусы, камфорный лавр, хлебное дерево, олеандры, гранаты и др. Сходство лесам Евразии и Северной Америки придавали секвойя, болотный кипарис (таксодиум), гинкго, ликвидамбар, тюльпанное дерево и протейные. На более северных территориях (Сибирь, Дальний Восток, Гренландия, Шпицберген) широкое развитие получили листопадные широколиственные леса.

Прогрессирующее в конце палеогена похолодание вызвало смену полтавской флоры Евразии **тургайской**, представители которой сначала по горным хребтам, а с наступления неогена по более широким путям проникли в Европу, вытесняя вымирающую субтропическую флору (Вульф, 1933). Из представителей тургайской флоры сформировались современные листопадные широколиственные леса. На лагунных засоленных берегах высыхающего океана Тетис тургайская флора сменилась солонцеватой, а на водоразделах – близкой к саванновой (Агаханянц, 1986).

Продолжали развиваться земноводные и пресмыкающиеся. В начале палеогена на суше преобладали клоачные, сумчатые и примитивные плацентарные млекопитающиеся, которые сохранились в основном в Австралии. Теплокровные живородящие млекопитающиеся меньше, чем их предшественники пресмыкающиеся, зависели от изменяющейся окружающей среды. Они освоили всю сушу и приспособились к полету (летучие мыши др.). До конца палеогена существовала индрикотериевая фауна, названная по типичному крупному безроговому носорогу индрикотерию.

Постепенное похолодание и нарастание континентальности климата в первой половине неогена (плиоцен) оттеснило тургайские леса на океанические фланги Евразийского континента в Средиземноморье, Западную и частично Восточную Европу, на юг Дальнего Востока, а также в Карпаты, Крым, на Кавказ.

В это время в горах Северо-Восточной Сибири появился пояс **темнохвойной елово-пихтовой тайги**, который по мере похолодания и нарастания континентальности климата стал расширяться и постепенно занял огромные пространства Сибири, Урала и бассейна Печоры. В Западной Европе развивалась теплоумеренная флора. Севернее тайги образовалась тундровая растительность. Южнее появились травянистые равнины (степи). Следует упомянуть о господстве в заболоченных низинах самых высоких в истории зеленого покрова Европы так называемых **янтарных лесов** из смолистых гигантских деревьев – болотного кипариса и ликвидамбара. Их окаменелую смолу находят не только на берегах Балтийского моря, но и в Полесье.

Травяные поляны обеспечивали кормом оленей, косуль и антилоп. Длинноноготные слоны со слабоизогнутыми бивнями и крупные однопалые лошади пришли на смену **гиппарионовой фауне**: мостодонтам, трехпалым гиппарионам и махайродам, гиенам, носорогам, жирафам, оленям и разнообразным обезьянам, достигшим расцвета в начале неогена. На образовавшихся степях Евразии паслись предки травоядных туров и бизонов.

В экологическом соревновании на протяжении третичного периода победили растения, более уверенно чувствовавшие себя в условиях прогрессирующего похолодания и нарастания сухости климата. С началом **антропогена** на фоне общего снижения температуры периодически повторялись фазы резкого похолодания, приводившие к формированию обширных ледниковых покровов в средних и полярных широтах материков Северного полушария. В большей части тропического и в экваториальном поясе климат менялся слабее и в целом климатические условия оставались близкими к современным.

Похолодания, образование материковых ледниковых покровов сильно изменили растительный покров в Северном полушарии. В Евразии флора неоднократно оттеснялась материковым оледенением в более южные широты, неся невоспол-

нимые потери, прежде всего из представителей хвойных. На этом огромном континенте нет горных систем меридионального простирания, которые достигали субтропиков и тропиков.

Флора хвойных оказалась зажатой между наступающим ледниковым покровом и субтропическим поясом с климатическими условиями, чуждыми для данной группы растений. По этой причине из хвойных выжили только сосна обыкновенная, ель европейская, можжевельник и некоторые другие виды. **Арктотретичная флора** отступала на Воыно-Подольскую возвышенность, Кавказ (Талыш), в горы Средней Азии и Восточный Китай (особенно в период максимального материкового оледенения).

Над материковым ледниковым покровом существовал постоянный антициклон, который сместил траекторию приносящих осадки циклонов к югу. У сухих и холодных окраин ледника образовалась **тундростепь**, включавшая элементы предшествующих степей. В тундростепные сообщества вошли также травы северных хвойных лесов. В обширной холодной и засушливой тундростепи обитала «ледниковая» фауна, в состав которой были мамонт, шерстистый носорог, северный олень, овцебык, песец, лемминги, белая куропатка, и чисто степные и лесостепные виды: бизон, большерогий олень, лошадь, сайга, верблюд.

В результате снижения снеговой линии в горных системах, в частности юга Европы и умеренных широт Азии, растительность склонов субальпийского и альпийского поясов спустилась на равнины, где вступила в контакт с флорой, теснимой материковым ледником. По мере разрушения ледникового покрова с потеплением климата представители этой своеобразной флоры поднялись в горы и одновременно расселились в высоких широтах, образовав растительный покров тундры и лесотундры, а также альпийские и субальпийские луга, горные тундры, пустыни и степи. Они сохранились и на равнинах Беларуси (например, горечавка, голубика, черника, раковые шейки, калужница, бедренец камнеломковый и др.). Некоторые из этой **арктоальпийской** (Тогмачев, 1974) группы растений, исчезнув с равнин, образовали арктомонтанное разьединение ареалов.

Важнейшее событие четвертичного периода – появление и становление человека, который оказывает огромное влияние на динамику растительного покрова и животного населения в последние несколько тысячелетий. В послеледниковое время произошло окончательное формирование современного природно-зонального распределения растительного покрова и животного мира Евразии.

Основные типы биомов. Тундра. Это характерный для арктических широт тип биома. На юге тундра сменяется лесотундрой, на севере переходит в арктические холодные пустыни. Возникший здесь в послеледниковое время зональный тип растительности является самым молодым. Биому свойственен холодный, крайне суровый климат и холодные, большей частью подстилаемые многолетней мерзлотой, почвы.

Безморозный период не превышает трех месяцев, вегетационный еще короче. Летом Солнце лишь на короткое время опускается за линию горизонта либо вообще не опускается. Среднегодовое количество осадков составляет около 200-300 мм. испаряемость невелика (50-250 мм в год) и всегда меньше количества осадков. Снежный покров, как правило, неглубокий и сильными ветрами сдувается в понижения.

Ветер несет ледянистый снег, который, как наждаком, сдирает с поверхности дернину, кочки и кусты, если они оказываются выше снежного покрова. Это явление получило название снежной коррозии. На месте содранной дернины образуются округлые по форме пятна, не покрытые растительностью. Летом их заполняет оттаявшая и увеличивающаяся в объеме почва, что ведет к возрастанию площади пятна. Этот процесс излияния почвы называется солифлюкцией, а тундры с пятнистой структурой получили названия пятнистых.

Рельеф тундры не является абсолютно ровным. Повышенные плоские участки – блоки чередуются с межблочными понижениями (аласами), диаметр которых несколько десятков метров. Мелкобугристые тундры имеют бугры высотой 1-1,5 и шириной до 3 м или небольшие гривы длиной 3-10 м, которые чередуются с плоскими мочажинами.

В крупнобугристой тундре высота бугров достигает 4 м, их диаметр составляет 10-15 м, расстояние между буграми колеблется от 3 до 30 м. Образование бугров, по всей видимости, связано с замерзанием воды в верхних слоях торфа и возникающим при этом неравномерным увеличением его объема, что вызывает выпячивание верхнего торфяного слоя. Крупнобугристые тундры развиты в самых южных районах зоны.

Летом мерзлота протаивает неравномерно: под дерниной, которая служит прекрасным теплоизолятором, – на глубину 20-30 см, а там, где ее нет (пятно) – от 45 см на севере до 150 см на юге. Неравномерное протаивание грунта приводит к образованию термокарстовых форм рельефа: воронки и байджерахов – быстро разрушающихся бугров округлой формы высотой от 0,5 до 15 м.

Зональным типом почв в тундре являются тундрово-глеевые почвы. Широко распространены также подзолисто-глеевые, дерновые тундровые и болотные, на морских побережьях – засоленные (маршевые), в южной части – полигональные.

В условиях низких температур и сильных ветров растения тундры выживают благодаря своей приземистости: для них характерны карликовость (у древесных и кустарниковых растений), подушечные, стелющиеся и розеточные формы роста. Поэтому растения зимой избегают снежной коррозии, а летом лучше сохраняют тепло. Нередко тундровые растения отличаются крупными цветками, обилием цветков в соцветиях и яркостью окраски. Отражению излишков света в длинный полярный день способствует восковое глянцевое покрытие листьев.

Тундровой растительности свойственна полидоминантность: в каждом сообществе имеется несколько доминирующих видов. Кроме того, ей присуща мозаичность, связанная с криогенными формами микрорельефа. Преобладают многолетние растения, травянистые гемикриптофиты и хамефиты, листопадные и вечнозеленые кустарнички и листопадные низкорослые кустарники и деревья отсутствуют.

Причин безлесья тундр несколько, главной из них является недостаток азотного питания на мерзлотных почвах, приводящий к нарушению у растений водорегулирующих механизмов. Ранее основной причиной безлесья тундры считали своеобразную физиологическую сухость, которая наступала в результате усиления транспирации при сильных ветрах при одновременно слабом поглощении холодной воды корнями.

Предполагалось, что в таких условиях деревья испытывают недостаток влаги и от этого гибнут, а низкорослые растения приобретают черты ксероморфизма. В действительности им свойственен **пейноморфизм**, вызываемый недостатком

азотного питания. Из других причин следует назвать близкое от дневной поверхности залегание вечной мерзлоты, снежную коррозию, короткий вегетационный период и низкое качество семян на северной границе их ареала.

В связи с изменением климатических условий от северной границы леса к высокополярным широтам тундры разделяются на субарктические, арктические и высокоарктические.

Субарктическая тундра, или подзона кустарниковых тундр, в Евразии простирается от Кольского полуострова до реки Лены. Для нее характерны кустарнички из березы карликовой (ерники), ив полярной, стелющейся, круглолистной и арктической. В Средней Сибири распространен кедровый стланик. На междуречьях обычны ягодники из брусники, голубики, смородины, костяники, морошки (кустарничковая тундра). Здесь растут сабельник, дриада (куропаточная трава), вороника, кассиопея, вереск.

В **арктической тундре** кустарниковая растительность встречается только в понижениях, где сохраняется под защитой снежного покрова. В целом она представлена мохово-лишайниковыми сообществами, причем лишайники (кладония, цетрария, корникулярия, алектория и др.) предпочитают песчаные почвы, а мхи (дикранум, аулакомниум, хилокомиум, плеврозиум, политрихум и др.) образуют сплошной покров на почвах тяжелого механического состава. Ухудшение климата в восточном направлении приводит к смене ягельных тундр с кладонией и цетрарией, распространенных западнее Енисея, чукотскими кочкарниковыми тундрами с пушицей, осоками и сфагновыми мхами. Для арктических тундр характерны мохово-разнотравные сообщества, из цветковых растений наиболее интересны незабудочник, дриада, крупки, мак полярный, новосиверсия ледяная, валерьяна, калужница, хохлатка, камнеломка. В первом разреженном ярусе этих сообществ растут злаки (щучка, лисохвост, мятлик альпийский и др.) и осоки.

Высокоарктическую тундру (острова Земли Франца-Иосифа, северный остров Новой Земли, Северная Земля, северное окончание полуострова Таймыр, Новосибирские острова, остров Врангеля и т. д.) часто относят к **полярным пустыням**. Нередко более половины ее поверхности, с которой сильными ветрами сдувается маломощный снежный покров, лишено какой-либо растительности.

Почвы здесь неразвиты, а преобладают полигональные с морозной трещиноватостью грунты без органики. Растения селятся по морозным трещинам, в которые сдувается мелкозем. Среди каменистых и щебнистых россыпей ютятся растения в виде отдельных дерновин или подушек, только в понижениях возникают пятна более плотного мохово-лишайникового покрова.

Тундровая фауна чрезвычайно бедная, что определяется молодостью, суровыми экологическими условиями, а также циркумполярным распространением большинства видов. Многим из них свойственна связь с морем (птицы, ластоногие и белый медведь). На зиму большинство птиц улетает, и млекопитающие откочевывают за пределы тундры. Вечная мерзлота и заболоченность не способствуют расселению зимоспящих животных и землероев. Под снежным покровом бодрствуют только лемминги.

В восточноазиатских тундрах, включая Чукотку, роет глубокие норы длиннохвостый суслик. Из других грызунов следует отметить зайца-беляка и полевок (экономку, красную, серую и др.). Насекомоядные представлены лишь землеройками бурозубками. Из хищных почти эндемичен песец, широко распространены

горностаи и ласка, встречаются волк и лисица, заходят белый и бурый медведи. Из копытных обычен северный олень, эндемичен овцебык или мускусный бык.

В тундре четче, чем в любой другой зоне, различаются летний и зимний сезоны, что проявляется в фауне птиц. Летом особенно обильны утки, гусь-гуменник, белошекая и черная казарки, белый гусь и кулики, гнездятся лебеди. Эндемичны белая сова, пуночка, лапландский подорожник и мохноногий канюк (зимняк); характерен сокол сапсан. Воробьиных, особенно зерноядных, немного. Изредка сюда залетает рогатый жаворонок. Широко распространены белая и тундряная куропатки. Обильны комары и другие кровососущие насекомые. Шмели являются единственными опылителями растений с неправильными цветками.

Невысокая продуктивность растительного покрова тундры компенсируется огромными площадями. По этой причине в кормовом отношении тундра представляет большую ценность. Пасутся многочисленные стада северного оленя – основного сельскохозяйственного животного в этой зоне. Ради пушнины добывается песец, горностаи и ласка. Предметом охотничьего промысла служат гнездящиеся птицы. Экосистемы тундры чрезвычайно чувствительны к антропогенному воздействию и медленно восстанавливаются. Основной ресурсной и экологической проблемой является разрушение мохово-лишайникового покрова и многолетней мерзлоты.

Лесотундра. Расположенная между зоной северных хвойных лесов и безлесной тундрой, она представляет собой переходную по характеру растительности полосу, в пределах которой лесные и тундровые сообщества контактируют друг с другом, образуя сложный комплекс редколесий, тундр, болот и лугов. Климат – холодный континентальный (годовое количество осадков 200-400 мм, снежный покров до 1 м). Почвы – глеево-подзолистые с малым содержанием гумуса и маломощные, торфяно-глеевые, местами торфяно-болотные на многолетнемерзлотных грунтах.

Четкого деления лесотундровых и северотаежных сообществ нет, и иногда в качестве переходного образования выделяют полосу редколесий. Переход от лесов к редколесьям и далее лесотундре постепенный: с продвижением на север сначала сокращается площадь лесных сообществ, распространение которых принимает островной характер, а затем они совсем исчезают и на смену им приходят редколесья, увеличивающиеся по площади и переходящие в лесотундру.

В лесотундре редколесья тяготеют к долинам рек, а мохово-лишайниковые, кустарничковые и кустарниковые тундры – к водоразделам. Для древостоя характерны стланиковые формы и криволесья. Долинные луга с высокой продуктивностью злаковых и злаково-разнотравных травостоев часто используются как сенокосы.

Из лесной зоны в лесотундру Евразии проникают: береза извилистая и ель европейская (Скандинавия), ель сибирская и лиственница Сукачева (от Белого моря до Урала), лиственница сибирская (от Печоры до Енисея) и даурская (от Енисея до Чукотки), береза каменная, ольха кустарниковая (ольховник, душекия) и кедровый стланик (Чукотка).

Лесотундровое животное население мало отличается от тундрового. С увеличением семенных кормов связано возрастание численности и разнообразия мышей. Появляются птицы, гнездящиеся среди кустарников и низкорослых деревьев (варакушка, мелкие хищные, врановые).

К ресурсным и экологическим проблемам, свойственным тундре, в лесотундре добавляется проблема, связанная с деградацией редкостойных древостоев в результате вырубки и промышленного загрязнения.

Леса умеренного пояса. В умеренном поясе Евразии лежит обширная лесная зона, на севере переходящая в лесотундру, на юге – в лесостепь. Под лесной зоной понимается территория, на плакорах которой эдификаторная роль принадлежит деревьям.

Леса умеренного пояса, занимающие обширные пространства, разнокачественны в экологическом и биогеографическом отношении, имеют сложные зонально-региональные различия. В целом они находятся в умеренном тепловом поясе, в условиях разной континентальности климата, достаточного для произрастания деревьев количества атмосферных осадков (350-1000 мм в год) при максимуме в теплое время. В их развитии четко выражена сезонная ритмика, связанная с чередованием летнего и зимнего периодов.

Почвы отражают климатические условия, изменяясь от мерзлотно-таежных в районах с многолетней мерзлотой на севере до подзолистых и серых лесных на юге. На огромных территориях лесная зона заболочена. Господствующие сообщества представлены хвойными, широколиственными, мелколиственными и смешанными лесами.

Все **хвойные леса** имеют четко выраженную вертикальную ярусность: как правило, у них есть древесный ярус, подлесок (кустарниковый ярус), кустарничково-травянистый ярус и напочвенный мохово-лишайниковый покров. Довольно часто в кустарничково-травянистом ярусе доминируют ягодные растения – черника, брусника, голубика и др. Много верховых болот, особенно в Западной Сибири.

Основными деревьями-лесообразователями хвойных лесов Евразии являются (Агаханянц, 1986) – ели: европейская (Альпы, Карпаты, Прибалтика, север Европы, Беларусь, Нечерноземный центр России), сибирская (север Европы, Урал, Сибирь, Приамурье, Джугджур), аянская (российский юг Дальнего Востока, Камчатка); лиственницы: европейская (Западная Европа), сибирская (Двинско-Печерский бассейн, Урал, Западная и Средняя Сибирь), даурская (Средняя Сибирь, Прибайкалье, Забайкалье, Северо-Восточная Сибирь, Дальний Восток, Камчатка, Охотское побережье); сосны: черная (горы Южной Европы), обыкновенная (вся лесная зона Евразии кроме северо-востока Сибири и Дальнего Востока), сибирская (бассейн Печоры, Средняя Сибирь, Прибайкалье, Забайкалье); пихта сибирская (Сибирь), тис ягодный (Западная Европа, Крым, Кавказ, Малая Азия), кедровый стланик (Забайкалье, Северо-Восточная Сибирь, Дальний Восток, можжевельник обыкновенный (вся лесная зона Евразии).

Хвойные леса, образуемые лиственницей, кедровой сосной (кедром сибирским), елью сибирской, пихтой и кедровым стлаником, принято называть **тайгой**. Хвойные леса, в которых господствуют нетаежные породы ель европейская, сосна и можжевельник обыкновенный, тайгой не называют. Кроме того, хвойные леса, образованные елью и пихтой, принято называть **темнохвойными**, а сосной и лиственницей – **светлохвойными**.

В Евразии флористические различия в хвойных лесах прослеживаются с севера на юг и с запада на восток. В первом случае это связано с тем, что температура в южном направлении постепенно повышается, и в хвойные леса проникают представители расположенных южнее и западнее широколиственных лесов. Во втором

случае происходит нарастание континентальности климата. В условиях резко континентального климата Сибири и Дальнего Востока с сильными морозами экологическое преимущество приобрели лиственница сибирская и даурская, чрезвычайно смолистая древесина которых лучше противостоит морозобою.

По зональному признаку хвойные леса Евразии подразделяются на следующие подзоны (или полосы): северную – с неполно сомкнутым пологом древостоя, среднюю – обычно с сомкнутым пологом древостоя и южную, в которой появляются представители флоры более южных смешанных лесов.

Животное население хвойных лесов не отличается особым богатством. Среди наземных млекопитающих характерны: из копытных – лось, грызунов – рыжие полевки, насекомоядных – землеройки бурозубки. Встречаются кабаны, из тундры в лесотундры заходят олени. Хищные млекопитающие представлены бурым медведем, рысью, волком, росомахой, соболем, куницей, лаской и горностаем. Семенами хвойных пород питаются белки, бурундуки и мышевидные грызуны, из птиц – клесты и кедровка. Более разнообразна пища у глухаря, тетерева и рябчика.

Многочисленные реки и озера летом заселяются водоплавающими птицами. В целом пернатое население лесов летом резко возрастает за счет перелетных птиц – дроздов, горихвосток, камышевок, славков, сверчков и др. Остаются зимовать или откочевывают на юг снегири, дятлы, синицы, галки, пищухи и поползни. Из хищных птиц наиболее распространены несколько видов сов и ястребов.

Из насекомых много гнуса (комары, мошки и др.), муравьев жуков усачей и короедов, эндемичен сосновый походный шелкопряд. В хвойных лесах заготавливается около 70 % древесины пород-лесообразователей, пищевое и лекарственное сырье. Основная проблема ресурсного плана – замена хвойных древостоев после вырубki и гарей менее ценными мелколиственными лесами из березы и осины. Экологические проблемы вызваны загрязнением природной среды (воздуха, почв и вод) промышленными выбросами и отходами, а также накоплением вредных веществ в растениях, включая пищевые и лекарственные.

Мелколиственные леса имеют более древний, чем хвойные, возраст. Они были вытеснены хвойными, а в последствии, благодаря деятельности человека (вырубка хвойного древостоя, выпас скота, пожары), быстрому росту и хорошей возобновляемости березы и осины, вновь заняли большие площади.

Сенокосение и интенсивный выпас домашнего скота на гарях и вырубках приводят к образованию на них луговых угодий, существующих пока сохраняется этот режим пользования. Наибольшее распространение коренные мелколиственные леса получили в западносибирской и среднесибирской лесостепи, где образовали полосу островных лесов – «колков» от Урала до Енисея.

Южнее северных хвойных лесов расположена переходная подзона, или полоса **смешанных хвойно-широколиственных** насаждений, в которой непосредственно контактируют представители хвойных и листопадных широколиственных лесов на дерново-подзолистых почвах, нередко заболоченных. К югу от переходной полосы находится **зона широколиственных летнезеленых лесов**, занимающих большие площади в умеренных широтах Северного полушария.

Широколиственные леса приурочены к влажным и умеренно влажным районам с максимумом осадков летом и более благоприятными температурными условиями: средняя летняя температура от 13 до 23, а зимняя – не ниже -6 °С. Типичны серые, темно-серые и бурые лесные почвы, реже развиты черноземы.

Деревья имеют широкую листовую пластинку, давшую название этому зональному типу растительности. У одних деревьев (платан, конский каштан) она очень крупная, цельная, у других (ясень, рябина, орех) – рассеченная. Деревьям свойственно сильное ветвление и, как следствие, сильно развитая крона.

Для широколиственных лесов характерны древесный и кустарниковый ярусы, травяно-кустарничковый почвенный покров. Имеется внеярусная растительность – лианы (хмель, плющ, ломонос, дикий виноград) и эпифиты (мхи, лишайники и водоросли). Световой режим под пологом леса имеет весенний и осенний максимумы. С весенним световым максимумом связано развитие эфемероидов: ландыша, ветреницы, печеночницы благородной и др.

Широколиственные леса не образуют сплошной полосы, а встречаются отдельными массивами на западе и востоке Евразии. В Европе преобладают буковые, дубовые, реже грабовые и липовые формации. Кроме этих основных лесообразователей, обычны ясень, ильм и клен. Из кустарников распространены лещина, свидина, черемуха, бересклет, жимолость, боярышник, крушина и ивы.

Азиатские широколиственные леса во флористическом отношении наиболее богаты в Восточном Китае, Японии на российском юге Дальнего Востока. Как правило, это смешанные леса, в которых соседствуют криптомерии, сосны, ликвидамбар, кария (гикори), цефалотаксус, маакия, аралия, элеутерококк, местные виды дуба, ореха, клена и др., а богатый подлесок представлен жостером, бересклетом, боярышником, лещиной, барбарисом, ломоносом, чубушником, гамамелисом, гледичией. Из лиан примечательны актинидия, лимонник и лианы-древогубцы.

Среди травянистых растений широколиственных лесов большая часть относится к так называемому дубравному ценокотравью. Растения этой группы – пролеска, копытень, медуница, сныть, зeleнчук и др. (в европейских лесах) – тенелюбивы и имеют широкие, нежные листовые пластинки. Обилие зеленой листвы и трав летом, веточного корма зимой привело к распространению в широколиственных лесах крупных копытных – потребителей этого корма. В них обитает благородный олень (марал, изюбрь), в западноевропейских лесах – лань, дальневосточных – пятнистый олень. Много кабанов, за которыми охотятся крупные хищники – медведь и волк, в ряде мест уже уничтоженные человеком, как и их жертвы. На Дальнем Востоке обычна енотовидная собака, интродуцированная в европейские леса.

Потребителями семян и плодов древесных и кустарниковых растений являются сони, поедающие также насекомых, яйца птиц и самих птиц. В наземном ярусе обитают мелкие грызуны: в европейских лесах – лесная и рыжая полевки, лесная и желтогорлая мыши. За мелкими грызунами охотятся лисица, горностай и ласка.

Верхнюю часть почвенного яруса освоили многочисленные кроты, а подстилку и поверхность земли – землеройки бурозубки. Обычны амфибии и рептилии: лягушки, тритоны, саламандры, ящерицы и змеи. В древесном ярусе поселились рысь, дикий лесной кот и лесная куница, на юге Дальнего Востока – харза. В Приморье обитают одни из самых крупных наземных хищников – тигр и амурский леопард.

Из птиц (зяблики, зеленушки, дятлы, чечевицы, синицы, дрозды, скворцы и др.) следует выделить сойку, которая делает на зиму запасы желудей, пряча их в земле, и таким образом способствует возобновлению и распространению дубрав. В связи сильным ослаблением ветра в широколиственных лесах обильны насеко-

мые. Много вредителей леса, особенно листогрызущих: листоедов, листоверток, плодожорок и др.

Основная проблема охраны широколиственных лесов вызвана продолжающейся рубкой ради получения ценной древесины и освоением земель под сельскохозяйственные угодья.

Степи. В Евразии степи протянулись полосой от Молдовы и Украины до Монголии между лесостепью, листопадными широколиственными и хвойными лесами на севере и пустынной и полупустынной зонами на юге. Лесостепь служит переходной полосой между лесом и степью и представляет собой сочетание осиновых колков в Европе и березовых в Западной Сибири со степными травянистыми и кустарниковыми участками. Сама степь – полностью безлесное пространство, только в венгерских пуштах встречаются группы дубов, берез, серебристого тополя и участки можжевельника на песчаных черноземах.

В степях господствуют ксерофильные травянистые сообщества с преобладанием интенсивно укореняющихся злаков, имеющих перерыв в вегетации летом, во время засухи. Причем злаки не полностью покрывают поверхность почвы, в промежутках между ними поселяются растения различной жизненной формы – однолетники, луковичные геофиты, травянистые многолетники, иногда полукустарники. Эти травянистые сообщества в Евразии и называются степями (на Придунайской низменности – пуштами).

Преобладание злаков в растительном покрове обусловило и другое название степей – «злаковники умеренного пояса». Почвы степей – черноземы. Для степей характерно теплое сухое лето с максимумом сезонных осадков и зима различной продолжительности. Среднегодовая температура изменяется от 0,5 в Сибири до 9 на Украине и 11 °С в Венгрии. Осадков немного – от 250 до 500 мм в год.

Биом характеризуют низкая относительная влажность воздуха (в августе менее 50 %) и постоянные, нередко сильные ветры. По-видимому, недостаток увлажнения как экологический фактор обусловил безлесье степей. Влага в почве хватает только для произрастания молодых деревьев, зрелый древостой из-за сильной транспирации воды хорошо развитыми кронами, использовав запас почвенной влаги, постепенно погибает. При движении на восток возрастает континентальность климата и уменьшается количество осадков. Существование южнокутских степей, являющихся уже типичным экстрazonальным образованием, связано с жарким и сухим летом в условиях резко континентального климата.

В.В. Алексин (1936) европейские степи делит на северные - разнотравные «красочные» и южные ковыльные «бескрасочные». В северных растут кустарники и полукустарники: терн, спирея, карагана, вишня и миндаль степные, тимьян, астрагал, кохия и др. Красочно цветущее разнотравье, для которого характерна быстрая смена фенологических фаз, представляют прострел, гиацинт, сочевичник, ирисы, ветреница, незабудка, крестовники, лютики, шалфей, козлобородник, нивяник, колокольчики, эспарцет, подмаренники и дельфиниум.

Здесь же растут клевер и осоки, обычные злаки: ковыли (волосатик, перистый), типчак, вейник, тимофеевка степная. В южных степях распространены ковыльные и ковыльно-типчаковые сообщества. Кроме ковылей и типчака произрастают другие злаки: тонконог, мятлик, костерон и др. Разнотравье образуют анемоны, горичет, таволга, тюльпаны, подмаренник и др. Обычны в степях и полыни, характерные для полупустынь.

Видовая насыщенность флоры европейских степей к востоку уменьшается. На территории Азии, в Казахстане и Сибири, в формировании травостоя возрастает роль ковылей (красивейшего, тырса, перистого, Лессинга, Залесского и др.). Степи этого региона по праву могут быть названы ковыльными, однако существует множество эдафических вариантов степной растительности, видовой состав которой определяется местными почвенно-грунтовыми условиями, нередко засоленностью.

В центральноазиатской, так называемой монгольской, степи и лесостепи можно встретить лиственницу сибирскую и даже сосну обыкновенную (на северных песчаных склонах). Из кустарников обычны рододендрон амурский, спирея, чай Курильский, шиповник иглистый. Из злаков в первую очередь следует назвать ковыли (волосатик, Крылова), а затем тонконогий тонкий, мятлик кистевидный, пырей, вострец. Разнотравье образуют герань луговая, прострел желтеющий, живокость, грушанка красная, синюха голубая и др.

Фауна степей в отличие от фауны тундр и лесной зоны вынуждена приспосабливаться к летней жаре и сухости, сильным ветрам, дефициту поверхностных вод и периодическому недостатку пищевых ресурсов. Следует иметь в виду, что степи большей частью распаханы. Их интенсивное использование в сельском хозяйстве привело к резкому обеднению фауны, включая полное исчезновение многих видов. В то же время на пахотных землях сильно размножились зерноядные грызуны. В евразийских степях еще в 17 столетии паслись туры, а до середины XIX столетия можно было встретить дикую лошадь тарпан. Степные зубры встречаются лишь в лесных заповедниках.

Сохранившиеся травоядные животные живут более или менее многочисленными стадами, совершая суточные кочевки в поисках воды и сезонные миграции с целью избежать холода или засухи. В степях Нижнего Поволжья и Казахстана пасутся многочисленные стада сайги.

В монгольских степях обычны дзерен, здесь еще можно встретить калана и диких лошадей. Среди роющих животных, наиболее характерных для степных сообществ, особенно обильны грызуны: суслик, хомяк, тушканчик, степной сурок (байбак), служащие объектом охоты для лисицы корсак.

Степные птицы вынуждены гнездиться на почве или в необитаемых норах. В степях обычны серая куропатка, перепел и несколько видов жаворонков (полевой, хохлатый, малый, большой, черный, двупятнистый). В европейских степях сохранились стрепет и дрофа. На грызунов охотятся хищные птицы: лунь, канюк, степной орел, беркут. Пустельга и кобчик охотятся главным образом на насекомых. Насекомые многочисленны: осы, пчелы, муравьи и, особенно, саранчовые. Обычны змеи и ящерицы.

Интенсивное использование степей в сельском хозяйстве привело практически к их полному преобразованию. Ресурсные и экологические проблемы связаны в первую очередь с уничтожением в результате распашки больших территории с естественным растительным покровом и ветровой эрозией черноземов, нередко приводящей к «черным бурям», а также с необратимым обеднением фауны. Химизация сельского хозяйства, загрязнение почв и вод промышленными отходами усугубляют экологические проблемы этой природной зоны.

Пустыни. В Евразии пустыни распространены в умеренном, субтропическом и тропическом поясах. Хотя их тепловые режимы различны, фитоценотический об-

лик и состав зооценозов определяются резко выраженным недостатком увлажнения. В пустынях чрезвычайно засушливый климат: годовое количество неравномерно выпадающих осадков не превышает 200 мм.

Переходной областью от сухих степей с господством злаковых сообществ к пустыням служат полупустыни. В засушливые годы в ней заметно снижается обилие злаков и возрастает роль пустынных видов. Во влажные годы пустынные виды вытесняются злаковой растительностью. Под влиянием выпаса полупустыни легко трансформируются в пустыни.

Недостаток влаги в почве и воздухе определяет набор жизненных форм растений – это, как правило, суккуленты с четко выраженными чертами ксероморфизма, эфемеры и эфемероиды. Растительный покров пустыни чрезвычайно разрежен, нередко обширные участки, лишенные какой-либо растительности. По этой причине классификация растительных сообществ биома основана на учете особенностей субстрата. Выделяют пустыни песчаные, глинистые, каменистые, солончаковые и т. д. Распределение влаги в зависимости от рельефа определяет неоднородность растительного покрова в каждом из этих эдафических типов.

Для почвенного покрова наиболее характерны следующие слаборазвитые и примитивные почвы: бурые (кроме Европы), серо-бурые (внутриконтинентальные области), такыры (поймы рек, дельты и плоские понижения с глинистыми и иловатыми грунтами), неразвитые песчаные и каменистые, а также солончаки, солонцы и солоди в засоленных понижениях.

Наиболее благоприятным водным режимом отличаются песчаные пустыни: выпадающие осадки фильтруются в песчаный субстрат. К ним приурочены травянистые и древесно-кустарниковые сообщества. Подвижность песчаного субстрата, особенно при сильных ветрах, приводит к гибели растительного покрова.

В трещинах и понижениях каменистых субстратах, где аккумулируется влага, развиваются разреженные древесно-кустарниковые сообщества. Глинистые пустыни заняты полынными формациями с единично произрастающими растениями. В солончаковых пустынях, с наиболее суровыми экологическими условиями, развитие растений ограничивается также высокой концентрацией солей, особенно хлористого натрия, в почве и грунте.

Пустыни Евразии входят в единую Сахаро-Гобийскую область пустынь. В зависимости от климатических условий выделяют пустыни умеренного пояса, субтропические и тропические, границы между которыми из-за широкого проникновения видов растений и животных трудно проследить.

Пустыни умеренного пояса распространены в Средней Азии и Казахстане. Их обширные пространства заняты песчаными пустынями с древесно-кустарниковой растительностью из саксаула белого, джужгуна, песчаной акации и др. На почве под белосаксаульниками образуется сплошной покров из песчаной осоки – прекрасные пастбища для каракульских овец.

В понижениях с относительно неглубоким залеганием грунтовых вод развиваются сообщества из черного саксаула. Основу растительного покрова глинистых, каменистых и гипсоносных пустынь составляют полыни, ежовник, терескен, солянки, кокпек. Солончаковым пустыням морских побережий и бессточных понижений свойственны разреженные сообщества из сарсазана, поташника, сведы, солероса и др.

Для пустынь Центральной Азии, также в основном песчаных, характерен бедный во флористическом отношении разреженный растительный покров. К растениям, общим со среднеазиатскими пустынями, присоединяется кустарник карагана. Барханы почти полностью лишены растительности, изредка встречается карагана, а из однолетних трав - кумарчик и верблюдка. В межбарханных понижениях в зависимости от минерализации грунтовых вод находятся разреженные ценозы зайсанского саксаула, солянок и селитрянок. На песках с близким водоносным горизонтом обычны сообщества тростника. На низкогорных хребтах и мелкосопочниках распространены ежевник, солянка, терескен, эфедра и полыни.

В речных долинах азиатских песчаных пустынь преобладают тугаи – сложные растительные комплексы из тополей, тамарикса, лоха, облепихи, тростника и других представителей древесных, кустарниковых, луговых и вводно-болотных растений.

Субтропические и тропические пустыни приурочены к одноименным климатическим поясам. Как правило, это – «жаркие» пустыни. Средняя температура июля изменяется от 25 до 35 °С и может достигать 38 °С и более (в тропических пустынях). Летом иногда песок нагревается до 90 °С. Средняя температура января – 5-15 °С и более. Даже в тропических пустынях зимой на почве возможны заморозки.

Субтропическим и тропическим пустыням, как и пустыням умеренного пояса, свойственны все эдафические типы – песчаные пространства, каменистые плато и равнины, засоленные понижения и т. д. в наиболее засушливых пустынях, расположенных на Аравийском полуострове, огромные песчаные, каменистые, галечниковые и солончаковые пространства почти полностью лишены растительности, которая сосредоточена по руслам временных водотоков и у подножий гор.

В разреженных сообществах на полужакрытых песках господствуют джугун, дрок, эфедра, полынь и другие многолетние кустарниковые и травянистые растения. Местами песчаные массивы заселены злаком дрын. В грядовых песках обычен саксаул белый.

К субтропическим пустыням относятся «холодные» высокогорные пустыни Памира с холодным континентальным климатом. Летние температуры здесь не превышают 15 °С, а зимой обычны морозы до -20 °С и ниже. В их растительном покрове большое значение имеют центральноазиатские виды кохии, реомюрии, ревеня, термопсиса, а также астрагалы, полыни, овсяницы и волоснеца. Экологические условия пустынь обусловили значительную бедность их животного мира по сравнению с другими природными зонами. Между тем, их животный мир довольно разнообразен. Повсеместно преобладают грызуны и пресмыкающиеся. Наиболее примечательными компонентами пустынной фауны являются змеи и ящерицы. Наиболее богата фауна закрепленных песков. Из копытных распространены антилопы, из хищников – гиены, шакалы, каракал. Птиц, круглогодично обитающих в пустынях мало – это саксаульная сойка, пустынные воробьи, буланный вьюрок, пустынные вороны и беркуты. В пустынях расположены очаги размножения саранчи.

Основная проблема пустынь, которым свойственна низкая плотность населения, связана с разрушением разреженного растительного покрова. Прогрессирующее опустынивание – неизбежное следствие интенсивного использования пастбищ при кочевом животноводстве и нерациональном использовании обрабатываемых земель. Оно стало необратимым процессом, и предотвращение дальнейшего опустынивания аридных территорий является международной проблемой.

Субтропические леса и кустарники. Для субтропического пояса характерно большое разнообразие климатических условий, выражающееся в особенностях увлажнения западных, внутриконтинентальных и восточных секторов. В западном секторе материка – средиземноморский тип климата, своеобразие которого заключается в несовпадении влажного и теплого периодов.

Среднегодовое количество осадков на равнинах составляет 300-400 мм (в горах до 3000 мм), преобладающая часть их выпадает зимой. Зима теплая, средняя температура в январе не ниже 4 °С. Лето жаркое и сухое, средняя температура в июле выше 19 °С. В этих условиях сформировались средиземноморские жестколистные растительные сообщества на коричневых почвах. В горах коричневые почвы сменяются бурыми лесными.

Основным районом распространения **жестколистных лесов и кустарников** в субтропическом поясе Евразии является Средиземноморье – территория, освоенная еще древними цивилизациями. Выпас коз и овец, пожары и эксплуатация земель привели к почти полному уничтожению естественного растительного покрова и эрозии почв. Климатические сообщества здесь были представлены вечнозелеными жестколистными лесами с доминированием рода дуб.

В западной части Средиземноморья с достаточным количеством осадков на различных материнских породах обычной породой был каменный дуб – склерофит высотой до 20 м. В кустарниковый ярус входили низкорослые деревца и кустарники: самшит, земляничное дерево, филлирия, калина вечнозеленая, фисташка и многие другие. Травяной и моховой покров был разрежен. На очень бедных кислых почвах росли леса из пробкового дуба.

В восточной Греции и на анатолийском побережье Средиземного моря каменодубовые леса замещались лесами из кermесового дуба. В более теплых частях Средиземноморья дубовые насаждения сменялись насаждениями из дикой маслины (дикое оливковое дерево), фисташки лентискуса и цератонии. Для горных районов были характерны леса из пихты европейской, кедра (Ливан), и сосны черной. На песчаных почвах равнин растут сосны (итальянская, алеппская и приморская).

В результате вырубки лесов давно в Средиземноморье возникли различные кустарниковые сообщества. Первую стадию деградации лесов, видимо, представляет **маквис** – кустарниковое сообщество с отдельно стоящими деревьями, устойчивыми к пожарам и вырубкам.

Его видовой состав образуют разнообразные кустарниковые растения подлеска деградированных дубовых лесов: различные виды эрики, ладанников, земляничной дерева, мирт, фисташка, дикая маслина, рожковое дерево и др. Кустарники часто переплетены вьющимися, нередко колючими растениями – сассапарелью, ежевикой разноцветной, розой вечнозеленой и др. Обилие колючих и вьющихся растений делает маквис труднопроходимым.

На месте сведенного маквиса развивается формация **гариги** – сообщества низкорослых кустарников, полукустарников и ксерофильных травянистых растений. Господствуют низкорослые (до 1,5 м) заросли кermесового дуба, не поедаемого скотом и быстро захватывающего после пожаров и вырубок новые территории. В гариги обильно представлены семейства губоцветных, бобовых и розоцветных, выделяющие эфирные масла. Из характерных растений следует отметить

фисташку, можжевельник, лаванду, шалфей, тимьян, розмарин, ладанник и др. Гарига имеет различные местные названия, например в Испании – томилляры.

Следующая формация, образующаяся на месте деградируемого маквиса, – **фригана**, растительный покров которой чрезвычайно разрежен. Нередко это каменистые пустоши. Постепенно из растительного покрова исчезают все растения, поедаемые скотом, по этой причине в составе фриганы преобладают геофиты (асфоделус), ядовитые (молочаи) и колючие (астрагалы, сложноцветные) растения.

В нижнем поясе гор Средиземноморья, включая западное Закавказье, распространены субтропические вечнозеленые **лавровые, или лавролистные, леса**, названные по преобладающим породам – различным видам лавра.

Животный мир Средиземноморья разнообразен и сильно обеднен деятельностью человека. Среди потребителей растительной массы преобладают копытные небольших размеров – бородатый, или безоаровый, козел (предок домашний коз, истребивших во многих местах всю древесно-кустарниковую растительность) и мелкий горный баран муфлон. Встречаются лани и благородные олени. Из хищных обычны шакал, лисица, хорек, выдра и др.

Здесь зимуют многие птицы, обитающие на более северных территориях Европы. Земноводные представлены лягушками и жабами, из умеренных широт в тенистые и влажные местообитания проникают тритоны и саламандры, в древесном ярусе обитают квакши. Обычны змеи и ящерицы, среди которых примечательна жемчужная ящерица длиной до 75 см (западное Средиземноморье). Много членистоногих: жуков, пауков, скорпионов и др.

Лесные и кустарниковые формации Средиземноморья претерпели значительное, во многом опустошительное влияние человека. На смену им пришли виноградники, плантации цитрусовых, маслин и посевы различных сельскохозяйственных культур.

Многовековая эксплуатация природных ресурсов, индустриализация, урбанизация, туристский бум вызвали множество экологических проблем. Они связаны с уничтожением естественного растительного покрова и диких животных, эрозией почв и загрязнением воздуха и вод. Сохранение уцелевших островков естественной растительности является одной из неотложных задач по охране природы субтропиков.

Внутриконтинентальные районы субтропического пояса Евразии заняты пустынями и горами с высотной поясностью (см. субтропические пустыни).

В восточном секторе субтропического и субэкваториального поясов материка с влажным муссонным климатом распространены переменновлажные муссонные леса. Основными зональными типами почв в них являются желтоземы, красноземы и красные ферралитные почвы.

Субтропические муссонные леса в типичном виде представлены в Китае, Японии и на юге Кореи. Они многоярусны, сложного состава и круглогодично зеленые, но с представителями летнезеленых пород. В вечнозеленых лесах господствуют криптомерии, туи, филодендрон, камелии и др. В их древесном ярусе обычны каштан, птерокарпия, буки, ольха, лиственница японская, клены, дубы, глицинии. Много бамбука и винограда.

В животном мире обилие древесных видов: медведь панда, обезьяны и белки. Много копытных: кабаны, короткорогий козел, олень и др.. Из хищников следует

отметить красного волка, енотовидную собаку и тигра, распространенных и за пределами этого зообиома. Много птиц и насекомых. В Японии живут самые северные обезьяны в мире – японские макаки.

Субэкваториальные муссонные леса на полуострове Индостан, характерными представителями которых являются фикусы, терминалии, дальбергии, альбиции, сал и тик, на значительной площади уже вырублены. На их месте развита вторичная формация – **джунгли** – невысокие (до 5-12 м) труднопроходимые заросли из акаций, бамбуков, мимоз, пальм и других деревьев и кустарников. Вечнозеленые субэкваториальные леса на приморских склонах Западных Гат также сильно истреблены. Лесообразователями в них служат деревья из семейства двукрылоплодных (диптерокарповых), молочайных, миртовых и бобовых.

Субэкваториальные муссонные леса Индокитая, влажные и вечнозеленые, отличаются большим разнообразием видового состава. Они состоят из диптерокарпусов, стеркулий, альбиций, сала, тика, пальм, бамбуков, деревьев манго. Горные склоны выше 700-800 м покрыты вечнозелеными лесами, в которых преобладает дуб, сосна араукария, бамбук. Выше растут широколиственные листопадные леса.

Животный мир субэкваториальных муссонных лесов богат и разнообразен. Сохранение фауны Индостана обязано религиозным воззрениям Индусов, согласно которым жизнь на Земле священна, убийство даже вредных животных запрещено. Индия принадлежит к тем немногим странам мира, где водятся слоны, носороги, буйволы, быки (гаур, гаял, бантенг). Из антилоп выделяются индийская черная, четырехрогая и нильгау.

Широко распространены хищники: тигры, леопарды, гиены, шакалы. Многочисленны обезьяны, из лемуров – тонкий лори. Характерны насекомоядные: тупайи, землеройки, ежи, и грызуны (белки, суслики, крысы, мыши, зайцы и дикобразы).

Мир пернатых чрезвычайно богат. В Индии насчитывается более 1600 видов птиц, из которых свыше 900 воробьиные (вороны, дрозды, малиновки, соловьи, зяблики и др.). Много рептилий и амфибий. Индия – единственная страна, где представлены все семейства змей, из которых наиболее распространены кобра, гадюка, щитомордник, крысиная и др. Из удавов выделяется тигровый питон, достигающий в длину 4-6 м. Обитают крокодилы трех видов, самый крупный из них – гавиал – достигает длины 9 м. Многочисленны ящерицы: сцинки, гекконы, агамы, вараны. Животный мир Индокитая также богат: слоны, носороги, тигры, медведи, олени и обезьяны (на юге – человекообразный орангутанг). Из птиц – фазаны, дикie куры, павлины, попугаи и др. Пресмыкающиеся и насекомые также обильны.

Саванна в субтропическом поясе Евразии занимает только Деканское плато. Ее редкие раскидистые деревья (канделябровые молочаи, акации, пальма делеб) теряют листву в сухой сезон года. Во внутренних районах Индокитая, получающих меньше осадков, листопадные муссонные леса также сменяются саванной. Сохранение природного облика, растительного и животного мира субэкваториальных муссонных лесов становится все более насущной проблемой.

Влажные экваториальные леса. Обилие тепла и влаги на Малайском архипелаге содействовало здесь господству влажных экваториальных лесов на красно-желтых ферралитных почвах, которые лишь местами сменяются муссонными лесами и саваннами. Флора этих дождевых лесов включает 23 тысячи цветковых растений, из которых 2,5 тысяч деревьев. Преобладают представители семейства

диптерокарповых (200 видов), многочисленны пальмы (70 видов), папоротники (400), бамбуки (70), орхидей (700 видов) и др.

Экваториальные леса покрывают горы до высоты 1200-1300 м. Они густы, многоярусны, тенисты, без подлеска, с богатой внеярусной растительностью - лианами и эпифитами. При общем видовом разнообразии доминируют пальмы (пальмира, саговая, сахарная, ротанг и др.), двукрылоплодники (диптерокарповые), бамбуки, древовидные папоротники, фикусы, панданусы, дикие бананы.

Выше 1200 м появляются, а затем господствуют представители субтропической (дубы, хвойные) и бореальной (каштан, клен и др.) флор. На высоте 2500-2600 м они сменяются зоной кустарников с некоторыми хвойными (горная казуарина). Выше пояс кустарников сменяется альпийскими лугами, а за ними - пояс вечных снегов.

С увеличением сухости в муссонных лесах усиливается роль листопадных деревьев (тиковое дерево) и кустарников (акация). В саванах среди высоких трав (дикий сахарный тростник, аланг-аланг) растут небольшие группы деревьев. На Малых Зондских островах много представителей австралийской флоры (эвкалипты, спенифлекс, казуарина и др.).

Животный мир влажных экваториальных лесов также богат и разнообразен: более 200 видов млекопитающих, 600 - птиц, 100 - змей, 1000 - бабочек. Здесь обитает орангутан и узконосые обезьяны (гипосы, мартышки и др.). Встречаются слоны, носороги, чепрачные тапиры, буйвол, ануа, свинья бабирусса, из хищных - тигр, «солнечный медведь». Разнообразны птицы (райские, птицы-носороги) и рептилии (комодский варан).

Фауна постепенно сменяется с северо-запада на юго-восток. Вначале исчезает орангутан, носорог, затем типичные копытные. На Малых Зондских островах появляются отдельные элементы австралийской фауны, главным образом птицы. Таким образом, Малайский архипелаг имеет черты, присущие Евразии и Австралии, и является своеобразным мостом, соединяющим оба континента (Лавринович, 2004).

Кроме зональной растительности, в Евразии широко представлены **незональные сообщества**: луга, болота и мангры. Луга и болота достаточно хорошо известны населению Беларуси. Мангры - это галофитная растительность на периодически затопляемых илистых морских побережьях и устьев рек в субэкваториальном и экваториальном поясах материка. Их видовой состав небогат - около 50 видов пальм (нипа, ризофора, авиценция, бругиера и др.).

Животные приспособлены жить в двух средах - воздушной и водно-илистой. Кроны деревьев заселены попугаями и обезьянами. Многочисленны насекомые (стрекозы, комары и др.). Значительные территории Евразии заняты горными системами с высотной поясностью, анализ которой будет сделан при региональном обзоре этого материка.

В **ботанико-географическом районировании** суши флора Евразии входит в состав двух флористических царств: Голарктического, или Голарктики, и Палеотропического, или Палеотрописа (Тахтаджян, 1978). Граница между этими царствами проводится примерно по северному тропику.

Голарктика на территории материка включает два подцарства: Бореальное с двумя областями (Циркумбореальная, или Евросибирско-Канадская, и Восточно-Азиатская, или Японо-Китайская) и Древнесредиземноморское - также с двумя

областями (Средиземноморская и Ирано-Туранская). Голарктическому царству свойственна четко выраженная широтная зональность (арктические пустыни, тундра, лесотундра, хвойные леса, смешанные хвойно-широколиственные леса, широколиственные леса, леса лаврового типа, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни умеренного и субтропического поясов).

Циркумбореальная область. К ней относится Европа (исключая южные полуострова и побережье Средиземного моря), Кавказ (кроме аридного Закавказья и Талыша, Урал, Сибирь, Дальний Восток (без правобережья по нижнему течению Амура), Северный Сахалин, Курильский острова к северу от острова Итуруп. Эндемичных родов здесь немного. В их числе лунник (Средняя и Юго-Восточная Европа), бородиния (восточная Сибирь), городковия (Северо-Восточная Сибирь), редовския (Якутия), сольданелла (Южная и Средняя Европа), астранция (Европа), медуница, телорез, телекия (от Средней Европы до Кавказа), купыр, сныть, чеснок.

Наиболее распространенными родами являются ель, пихта, лиственница, дуб, бук, береза, ольха, клен, граб, тополь, ива, ясень, вяз, липа, грецкий орех, кизил, слива, вишня, боярышник, груша, яблоня, рябина, калина, жимолость, бузина, крушина, ежевика, брусника, черника, а также представители разнотравной, осоковой и злаковой растительности лугов и болот.

Восточно-Азиатская область. В ее состав входят восточные районы Гималаев, бассейны рек Янцзы, Хуанхэ (кроме верхнего течения) и Ляохэ, а также правобережье Амура и его притока Аргуни, Корея, Южный Сахалин, Япония и остров Тайвань.

Флора области невероятно богата, это один из главных центров эволюции высших растений Голарктики и Галестропиков, гигантское убежище древних форм. Она включает около 20 эндемичных семейств: гинкговые, головчатотиссовые, сциадопитиссовые, тетрацетровые, эвкоммиевые и др. Эндемичных родов более 300, среди них кетелерия, катаяя, метасеквойя, криптомерия, микробиота, акебия, ложный тисс, алснотисс, маакия, феллодендрон, экзохорда, паулония, саза (бамбучок), ховения и др.

Сахаро-Аравийская область. Кроме Аравийского полуострова в ее состав входит внетропическая часть Сахары (Африка). Флора не очень богата, эндемичных семейств нет. Из видов-эндемиков можно назвать, например, нукуларию, фредолию, агатифору, мурикарию, зиллу, оуднею, фолейолу.

Ирано-Туранская область. Она занимает внутренние районы Анатолийского плоскогорья, верхнюю Месопотамию, большую часть Иранского нагорья, Восточное Закавказье, южные отроги Гиндукуша, южные склоны и отроги Западных Гималаев, а также территорию от низовьев Волги до пустыни Гоби, включая Казахстан и Среднюю Азию.

Это в основном область степей, полупустынь и пустынь умеренного пояса, а также плоскогорий и высочайших горных систем. Для нее характерен высокий родовой эндемизм, на видовой состав приходится около 25 %. Эндемичными родами являются акантофиллум, агриофиллум, гамантус, нанофитон, самералия, страгоновия, бунгея, парротия (железное дерево), кумарчик, акация песчаная, дельфиниум, смолевка, лимон, ферула, шалфей, ирис, ковыль, василек, подмаренник, кузиния, эремурус и др.

Палеотропическое царство на территории Евразии представлено в основном тремя областями: Индийской, Индокитайской и Малазийской. Их богатейшая флора образует растительные формации саванн, муссонных и влажных лесов субэкваториального и экваториального климатических поясов (их описание приведено при характеристике природных зон).

ЖИВОТНЫЙ МИР ЕВРАЗИИ

Причины современной пространственной дифференциации животного мира Евразии следует рассматривать с позиций зонально-типологического и регионального подходов в физико-географическом районировании суши. Современная зональная структура ландшафтной оболочки – один из важнейших факторов распространения животных. Однако многие виды обитают в крайне разнообразных зональных и азональных ландшафтах.

Зональные пределы распространения животных, как и растений, сугубо относительны. Многие виды распространены в соседних подзонах разных зон. Строгое совпадение ареалов животных с границами зон – явление сравнительно редкое и в принципе возможно лишь для относительно малочисленных видов (Чернов, 1975).

Зональность корректируется региональными особенностями ландшафтной оболочки. К тому же, границы между зонами не являются четко очерченными природными рубежами. Кроме того, зональность нарушается не только крупными геолого-геоморфологическими образованиями (горными системами, плоскогорьями, низменностями и т. д.), но и мезо- и микрорельефом.

В каждой зоне можно выделить группу видов, наиболее характерных для зональных сообществ – **зональную фауну** (тундровую, лесную, таежную, степную, пустынную и др.). Наземные животные преодолевают климатические рубежи зон, используя общий механизм – **смену станций** (условий местообитания). Зональная смена местообитания проявляется не только в зонально-широтном, но и в вертикально-поясном аспекте. Кроме современных географических (зональных и региональных) факторов, в формировании животного мира Евразии важное значение имели история и пути расселения конкретных видов и их комплексов.

Зоогеографическое районирование предполагает два подхода: фауногенетический и ландшафтно-зональный (зонально-климатический). При **фауногенетическом подходе** главную роль играют эндемики и реликты, подчеркивающие древность и самобытность фауны конкретных регионов.

По древности фауны млекопитающих, входящих в ее состав, Евразия относится к зоогеографическому царству Арктогея (Гептнер, 1936). Выделение Арктогеи основано на общности происхождения и эволюционного развития животного мира Северного полушария (за исключением Центральной Америки). Арктогея в пределах Евразии включает две зоогеографические области: Голарктическую и Восточную, или Индо-Малайскую.

Голарктическая область выделена в 1882 г. американским зоологом А. Гейлприном. До этого зоогеографы относили эту территорию к двум отдельным областям – Неарктической (для Северной Америки) и Палеарктической (для Евразии). Представление о единой Голарктике основано на детальном изучении состава и размещения не только современной фауны, но и ископаемых форм.

Фауна Голарктической области Евразии, не смотря на занимаемую ею большую территорию и разнообразие природных условий (от пустынь и тундр Арктики до субтропиков и тропиков), относительно бедна как по числу видов, так и по числу эндемичных групп.

Из млекопитающих эндемичны только семейства бобров, кротов и тушканчиков; из птиц – тетеревиные и гагары; 4 семейства хвостатых земноводных; из рыб – осетровые, лососевые, щуковые, колюшковые и некоторые другие. Бедность фауны объясняется тем, что значительная часть Евразии лежит в высоких широтах, а ее относительная молодость – климатическими потрясениями ледниковых периодов.

Восточная (Индо-Малайская) зоогеографическая область занимает южную часть Азии и большую часть островов между этим субконтинентом и Австралией. Северная граница начинается от побережья Аравийского моря у устья Инда, захватывает пустыню Тар, идет по южному склону Гималаев, пересекает верхнее течение великих рек Юго-Восточной Азии и далее на восток до Тихого океана. Южной границей, отделяющей Восточную область от Нотогеи, служит так называемая «линия Уолесса», зоогеографически отделяющая остров Сулавеси от остальных островов Малайского архипелага.

Английский натуралист А.Р. Уолесс (1823-1913), выполняя зоогеографические исследования, посвященные этому архипелагу, обратил внимание на существование своего рода барьера, препятствующего смешению фаун Малайского архипелага и Австралии. Более поздние уточнения показали, что данный барьер («линия Уолесса») не является абсолютным, и через него осуществляется обмен представителями островной и материковой фаун. Эта переходная зона получила название «страны Уолиссия».

Для Индо-Малайской области характерны обширные тропические леса. Значительную часть территории на севере занимают горы, малую – пустыни (на крайнем северо-западе) и культурные ландшафты на месте саванн (на Деканском плоскогорье). Главными типами фауны – лесной, в котором большую роль играют древесные лазящие животные.

Фауна области – одна из относительно древних фаун, сохранившая некоторые черты миоценовой фауны (слоны, носороги, тапиры, оленьки и др.). При всем богатстве и разнообразии видов и родов невелико число эндемичных групп более высокого таксономического ранга. Из млекопитающих эндемичны 4 семейства: долгопяты, шерстокрылы, тупайи и гиббоны.

Ландшафтно-зональный подход основан на изучении животного населения, представители которого связаны общностью местообитаний и экологическими отношениями как друг с другом, так и с компонентами фитоценозов. При таком подходе зоогеографические регионы могут совпадать с природными зонами или быть на территории нескольких зон. Ландшафтно-зональный подход обычно применяется при выделении зоохорон внутри зоогеографических областей (подобластей и более мелких).

Для фауны Голарктической области характерна следующая закономерность: в каждой ее части фауна на крайнем севере очень бедна и однообразна. Она становится разнообразнее к югу, где при благоприятных природных условиях (кроме пустынь и высоких гор) может быть богата. К тому же, в южной части области существовали **рефугиумы** для убежища не только флоры, но и фауны во время материковых оледенений.

Голарктическая область Евразии подразделяется на 5 подобластей: Арктическую, Европейско-Сибирскую, Средиземноморскую, Центральноазиатскую и Маньчжуро-Китайскую.

Арктическая подобласть. К ней относятся острова Северного Ледовитого океана и тундра Евразии. Млекопитающие представлены леммингами, белым медведем, песцом, каланом и северным оленем; птицы – чайками, куликами, чистиками, гусями (особенно казарками), утками (включая гагу), пуночками, подорожниками, тундряной и белой куропатками, полярной совой и др. Пресмыкающихся и земноводных почти нет.

Европейско-Сибирская подобласть. В ней входит почти вся Европа, кроме южных полуостровов и средиземноморского побережья, Урал, Сибирь, Дальний Восток, исключая зону тундры. Несмотря на огромные пространства, занимаемые подобластью, фауна ее крайне бедна, особенно на севере. Из млекопитающих характерны зубр (только в европейских резерватах), лось, бурый медведь, рысь, волк, лисица, зайцы, русская выхухоль, бобр, бобренок, горноста́й, ласка, куница, рыжие полевки, хомяки; из птиц – глухарь, тетерев, клесты, дятлы, кедровка, совы и др. Пресмыкающихся и земноводных мало.

Средиземноморская подобласть. Кроме южных полуостровов Европы и побережья Средиземного моря она охватывает значительную часть Аравийского полуострова и Переднюю Азию, достигая долины Инда. Фауна носит переходный характер, в ее состав проникли представители соседней Эфиопской области (Африка) и Центральноазиатской подобласти.

Встречаются также представители тропической фауны, среди которых гиены, антилопы, верблюды, медоеды, мангусты, даманы (из млекопитающих), страус (из птиц, в Сирии и Аравии до 1941 г., пока не был истреблен). Среди млекопитающих обычны слепыши, песчанки, хомяки и земляные крысы. В богатой фауне пресмыкающихся много сцинков, gekkonov, агам и ящериц. Из змей характерны ужи, полозы, гадюки и очковая змея; из земноводных – жабы, лягушки, древесницы, саламандры и тритоны.

Центральноазиатская подобласть. Это одновременно пустынный, степной и нагорный зоохорон. В состав подобласти входят Прикаспийские, Волжско-Уральские и Калмыцкие степи, а также Туркменистан. Восточная граница с Маньчжуро-Китайской подобластью находится у восточной оконечности центральноазиатских пустынь.

Фауна представлена преимущественно древнепустынными и горными формами. Характерны, частью эндемичные, як, кулан, антилопы: сайга, джейран, дзерен; из насекомых – пугач. Из многочисленных здесь грызунов обычны тонкопалый суслик, хомячки, степные пеструшки, горные полевки, разнообразные тушканчики. Из Средиземноморья проникли песчанки. В горах редко встречается снежный барс (ирбис). Летучих мышей очень мало.

Из птиц характерны саджи, рябки, дрофы, стрепеты, журавль-красавка, саксаульная сойка, пустынная славка, разнообразные виды жаворонков; в горах – улары, рябки, горный гусь, горные вьюрки, кулик серпоклюв и др. Из пресмыкающихся можно встретить степную гадюку, гюрзу, эфу, кобру, круглоголовки, желтопузика и степную агаму. Земноводные малочисленны.

Маньчжурско-Китайская подобласть. Ее территория включает восточную часть материковой Азии и Японские острова. Фауна на севере смешивается с сибирской, на юге возрастает число индо-малайских видов. Из млекопитающих наиболее характерны древние и примитивные землеройки и кроты, безиглый еж, два рода панд, тигр, енотовидная собака, красный волк, горал и оронго, несколько видов обезьян (в том числе японский макак), гималайский медведь и др.

Птицы довольно разнообразны: много родов и видов фазанов, зимородки, попугаи (на юге), белоглазки, тимелии, голубая сорока, мандаринка и др. Из пресмыкающихся обильны гекконы, нередко вараны. Земноводные представлены гигантской саламандрой, лягушками и древесницами. Из змей обычны полозы и восточный щитомордник.

Индо-Малайскую область принято разделять на две подобласти: Индийско-Индокитайскую (Индийскую) и Малайскую.

Индийско-Индокитайская подобласть занимает материковую часть области (кроме южной части полуострова Малакка) и острова Цейлон, Хайнань, Тайвань и Рюкю. Их парнокопытных характерны олени (самбар, аксис, болотный, мунтжаки и оленьки), антилопы (нильгау, винторогая, червчехрогая, гарна, такин), буйвол, гаур и серый бык, слон, носороги. Обычны ежи (с необычными формами), лемуры, лори, некоторые обезьяны (гульман и гиббоны), белогрудый медведь, медведь-губач, бамбуковый медведь (большая панда).

Разнообразны виверы и кошки: тигр, барс, дымчатый леопард и др. Многочисленны грызуны: сони, пальмовые белки, летяги, дикобразы, земляные и обыкновенные крысы. Из птиц представлены широкогоры, дикие (банкивские) куры, фазаны, павлины, птицы-носороги, бюль-бюли, бородастики и др. Из пресмыкающихся – шипохвостые змеи, кобры, большеголовые черепахи и крокодилы, среди которых эндемичен гангский гавиал. В нижнем течении Янцзы обитает китайский аллигатор.

Малайская область занимает весь Малайский архипелаг. Фауна беднее Индийско-Индокитайской подобласти, особенно на юге. Для подобласти эндемичны орангутанг, носатая обезьяна, некоторые роды щетинистых ежей, виверр, зайцев (незолагус), белок, дикобразов и др. Относительно широко распространены макаки, толстые лори, долгопяты, пальмовые куницы, белки, дикобразы, свиньи, олени, оленьки, гиббон сиаманг, летающий маки, малайский медведь. Встречаются леопард, тигр и носороги: суматранский и яванский (крайне редки).

Фауна птиц сходна с фауной материковой части области. Эндемичны лишь фазан аргус, хищная птица гарпия (обезьяноед) и отдельные виды болышеногих кур. Фауна пресмыкающихся своеобразна: много численны гекконы, вараны (среди них гигантский варан с о. Комодо), крокодилы, летающий дракон и др. На острове Сулавеси обитают сумчатые – кукусы, эндемичны карликовый буйвол аноа, черный макак и свинья бабирасса.

Охрана животного мира, включающая сохранение его биоразнообразия и среды обитания, является составной частью природоохранных усилий практически

всех государств, которые только частично реализованы в создании резерватов различного содержания и назначения (биосферные и государственные заповедники, национальные парки, заказники и т. д.).

ЗАСЕЛЕНИЯ ЕВРАЗИИ ЧЕЛОВЕКОМ

Событием величайшей важности в истории Евразии, как и всей Земли, было **появление и развитие человека** и человеческого общества. Человек активно вносил и вносит в преобразование природной среды новые факторы, связанные с необходимым и активным обеспечением материальной базы его жизни. Учение о происхождении человека и его древних рас разрабатывает палеоантропология, которая тесно связана с археологией и четвертичной геологией.

Происхождение человека до сих пор нельзя считать окончательно выясненным. В настоящее время наука не в состоянии составить непрерывный и полный эволюционный ряд, который можно было бы объявить окончательным. Порой достаточно находки ничтожных обломков скелетных костей, чтобы по-новому осветить взаимосвязи между отдельными типами человеческих предков или, наоборот, породить новые неясности и загадки (Егинец, 1983).

Человек относится к приматам, одному из отрядов млекопитающих. Первые млекопитающие появились в триасе (в начале мезозоя), выделившись из тогдашних видов пресмыкающихся. На основе этих примитивных млекопитающих (*Protoinvestivora*) возникли насекомоядные, от которых через различные промежуточные звенья так называемых субприматных форм эволюционная ветвь протянулась собственно к приматам. К концу мела этот процесс ускорился, и в начале палеоцена (65-55 млн. лет назад), нижнем третичном периоде, появилось крошечное существо из рода *Purgatorius* – наиболее примитивный представитель приматов (Салай, 1968).

По своему происхождению человек из всех групп животных наиболее тесно связан с человекообразными обезьянами – антропоидами (подотряд *Antropoidea*). Высшие обезьяны развились в середине палеогена (52-36 млн. лет назад) непосредственно из полуобезьян. Антропоиды включают в себе три подсемейства: обезьяны Нового Света, или широконосые обезьяны (*Ceboidea*), обезьяны Старого Света, или узконосые обезьяны (*Cercopithecoidea*), и гоминиды (*Hominoidea*), человекоподобные (человекообразные обезьяны и сам человек).

Происхождение человека непосредственно не связано с широконосыми и узконосыми обезьянами, которые самостоятельно развивались из предковых полуобезьян и не имеют никакого значения с точки зрения эволюции человека. Эволюция гоминидов происходила независимо от других групп приматов.

Эволюция от примитивных млекопитающих до высокоразвитых форм, стоящих на самом пороге человечества, заняла огромное количество времени. У высших

приматов появляются некоторые признаки, свидетельствующие о развитии в сторону человека. Общими предками людей, выделенных в биологической систематике в особую семейство гоминид, а также наиболее близких к ним африканских антропоидов (горилл и шампанзе) были, вероятно, **дриопитеки** («древесные обезьяны»).

Дриопитеки жили в миоцене (нижний отдел неогена, 25-9 млн. лет назад) в вечнозеленых тропических лесах Афроевразии, флора которых очень мало отличалась от современной. Центральную часть Евразии занимали тропические полупустыни, а на востоке субтропические леса с грецким орехом располагались вплоть до южной Якутии. На юге Русской равнины распростерлись степи. На северных равнинах материка возникла зона смешанных лесов.

Древесный образ жизни первых приматов вел к появлению хорошо различных изменений в строении тела (изменения в суставах, удлинение верхних конечностей, появление стереоскопического видения, увеличение объема и выпуклости черепной коробки, изменения в челюстном аппарате и др.).

В верхнем миоцене (14-7 млн. лет назад) на смену дриопитекам пришли **рамапитеки**, ископаемые остатки которых обнаружены в Северной Индии, Китае, Греции и Кении. По мнению многих ученых, именно рамапитеки стояли у самых истоков разделения общего ствола древних высших приматов на гоминид (людей) и понгид (человекообразных обезьян).

Следующей ступенькой в эволюции человека были **австралопитеки**, известные по находкам в Африке и Юго-Восточной Азии. По развитию своего мозга они стояли между животными и человеком. Умели пользоваться простейшими орудиями, что дает основание считать их деятельность не случайной, а сознательной. Передвигались австралопитеки на задних конечностях, держа тело почти в выпрямленном состоянии.

Жили они в открытой местности, не изобилующей пищей растительного происхождения. Чтобы выжить, им приходилось постепенно переходить на мясную пищу. Австралопитека принято считать существом, перешагнувшим через границы звериного инстинкта. Однако большинство исследователей не считает австралопитека предком человека и видит в нем боковую линию эволюции высших приматов.

Плиоцен (9-2,5 млн. лет назад) вероятно был временем перехода от рамапитеков к архантропам (древнейшим людям). В начале четвертичного периода (возможно и раньше, в конце плиоцена) из приматов выделился предшественник человека – человек умелый (*Homo habilis*), позднее – человек прямоходящий (*Homo erectus*).

Огромный Азиатский субматерик еще недостаточно изучен и, вероятно, хранит неизвестные свидетельства о ранних этапах эволюции гоминид. Не исключено, что область перехода от животных к людям могла захватывать южные районы не только Азии, но и Европы. Возможно, что предковый вид гоминид первоначально имел узкий ареал обитания, но позднее расселился по районам Афроевразии, где найдены или будут найдены следы высших приматов, которые несколько миллионов лет назад начали применять орудия и начали превращаться в людей.

Человек умелый жил одновременно с австралопитеком. Об этом свидетельствуют костные остатки, обнаруженные в 1959 г. английским археологом Лики в эрозионном (глубиной до 90 м) Олдувайском ущелье (Танзания). Человек умелый

имел рост до 120 см и средний вес до 40-50 кг. Каменные орудия, сопровождающие находки этого существа, – настоящие инструменты, и рука, изготовившая их, больше соответствует человеческой руке, чем у австралопитека.

Процесс гоминизации протекал в эпоху резких климатических изменений, когда менялась вся окружающая среда. Отступление лесов и наступление степей, не изобилующих растительной пищей, вынуждало предков человека все чаще прибегать к ходьбе на двух ногах, приучая к выпрямленному положению тела. Охота не только стимулировала прямохождение, но и вела к разрастанию мозга и развитию всех его функций. Растительную пищу гоминидов вытесняла животная пища. Предшественник человека стал всеядным. С переходом на новые корма связано общее изменение челюстного аппарата.

Наши отдаленные предки не были достаточно сильными, чтобы голыми руками добыть зверя, ни достаточно быстроногими, чтобы затравить его в одиночку. Поэтому им приходилось прибегать к хитрости или пользоваться камнями и дубинками, чтобы стать добычливыми охотниками. Рука стала важным инструментом, стимулирующим умственную деятельность. Стадная жизнь в открытой местности подхлестнула развитие умственных способностей (Елленс, 1983).

Следующим звеном эволюционной цепи, ведущей к человеку разумному, был **питекантроп**, представитель группы древнейших людей – архантропов, кости которого были найдены на острове Ява. Яванский человек имел рост до 165-175 см, отличался хорошо развитым прямохождением, имел крупный (в среднем 900 см³) и сложно построенный мозг. Череп у него был низкий с угловатым затылком и сильно развитым надглазным валиком. Нижняя челюсть не имела подбородочного выступа. Питекантроп вместе с близкими ему синантропом, атлантотропом, гейдельбергским человеком и человеком из Олдувая входит в вид *Homo erectus*.

Развитие природы Евразии продолжалось в направлении похолодания климата и аридизации суши. Сформировались Азорский и Гавайский максимумы и стационарный зимний Азиатский антициклон. Установилась муссонно-пассатная циркуляция воздушных масс в современном субтропическом поясе и в восточном секторе тропических лесов.

Возник Исландский минимум, усиливший циклонические осадки в средних широтах материка. Вместе с понизившейся температурой (на 10 °С в Северной Европе по сравнению с современной) они привели к появлению оледенения в горах. Возникшие на равнинах арктического побережья таежные леса стали отступать на юг. В континентальном секторе тропического пояса возникли пустыни, на севере их обрамляли степи, на юге – саванны, на востоке – редколесья и кустарники. В горах сформировалась вертикальная поясность.

Древнейшие люди – **архантропы** жили в Афроевразии 800-300 тыс. лет назад. Они обитали на протяжении почти полмиллиона лет в разных климатических зонах – от тропической до холодной в период развития гюнцкого и миндельского покровных оледенений. Архантропы вели бродячий образ жизни, охотясь на волков, гиен, саблезубых тигров, львов, слонов, носорогов, лошадей, оленей, быков, медведей, антилоп и грызунов. Помимо охоты они занимались собирательством ягод, корней, молодых побегов, клубней, съедобных плодов и, вероятно, были знакомы с использованием огня, который стал одним из важнейших элементов их культуры.

В среднем плейстоцене (350-100 тыс. лет назад) материковое оледенение (рисское, днепровское) достигло максимальных размеров. Умеренный пояс был

сдвинут в широты Средиземноморья, где произошло смешение северных и южных флор и фаун Евразии. В умеренно теплом и сезонно влажном климате Средиземноморья, Южной Азии и Северо-Восточной Африки продолжалось развитие человека.

Переход от вида *Homo erectus* к примитивным ранним формам *Homo sapiens* осуществлялся на протяжении длительного времени в разных областях земного шара и в разных условиях. Потомками архантропов стали **палеоантропы – неандертальцы**, основным занятием которых по-прежнему была охота и рыболовство. Ранние неандертальцы жили примерно 150 тыс. лет назад, в последний межледниковый период. Время классических неандертальцев – последнее оледенение (80-35 тыс. лет назад).

Для неандертальцев Западной Европы были характерны: небольшой рост (около 160 см), крупный мозг (до 1700 см³), череп с развитым надглазничным валиком и покатым лбом. Многие ученые рассматривают западноевропейских неандертальцев как особую ветвь в эволюции человека, не получившую дальнейшего развития. Вместе с тем, неандертальцы, костные остатки которых найдены в Передней Азии, обладали (по сравнению с западноевропейскими) определенными прогрессивными чертами (более высокий и округлый свод черепа, наличие слабо выраженного подбородочного выступа), сближающими их с ископаемыми людьми современного физического типа.

В микулинскую межледниковую эпоху (100-75 тыс. лет назад) значительную часть Европы, кроме лесотундры и северной части тайги, занимали широколиственные леса. Южнее располагались степи и лесостепи, в Прикаспии и Заволжье – степи, в Средиземноморье – субтропические леса. Палеоантропы расселились практически во всех зонах, кроме полярных.

Процесс развития их материальной культуры протекал наиболее быстро в сезонно влажном теплом климате. В этих условиях с богатыми биологическими ресурсами не требовалось активного приспособления, и развития материальной культуры шло медленно. Дальнейшее развитие человека определялось не природными, а социальными факторами.

В период последнего (валдайского, вюрмского) оледенения развернулся процесс **сапиентации** – формирования людей современного вида *Homo sapiens*. Этих гоминид завершающего этапа антропогенеза часто называют **неоантропами** – новыми людьми, а неоантропов древнекаменного века – кроманьонцами. Движущей силой сапиентации служил естественный отбор индивидов, сочетавших физическую выносливость, ловкость и находчивость с наибольшими способностями жить в коллективе, в первую очередь в общественной производственной деятельности. Начавшаяся на рубеже позднего и среднего палеолита в европейско-азиатской зоне восточного Средиземноморья, сапиентация постепенно захватывала все новые территории.

Можно предположить, что развивавшиеся в этой зоне сапиентные неоантропы постепенно продвигались на восток, смешиваясь с другими группами близких к ним биологически неандертальцев, которые вовлекались в общий ход формирования людей современного типа. В позднем палеолите уже были заселены Индонезия, Филиппины, Новая Гвинея и Сахалин, которые в то время соединялись с материком Евразии. Около 30 тысяч лет назад позднепалеолитические охотники

по существовавшему мосту суши (Берингов перешеек) вслед за мамонтами проникли в Северную Америку.

В позднем палеолите люди жили уже во всех частях света. Находясь в разных природных условиях, их отдельные группы накапливали в своем внешнем облике и в других биологических особенностях, что привело к завершению образования в мезолите и неолите разных рас. От охоты и собирательства – к современной промышленности и сельскому хозяйству – таков путь, проделанный человеком за последние 10 тысяч лет в материальной жизни при усложнении социальной организации формирующихся обществ.

Население Евразии принадлежит к двум большим расам – европеоидной и монголоидной. **Европеоиды** подразделяются на две главные группы: северную – со светлой кожей, преимущественно с серыми и голубыми глазами, русыми и белокурыми волосами, и южную – со смуглой кожей и преимущественно с темными глазами и волосами.

Монголоиды в Азии также подразделены на две главные группы: тихоокеанскую и континентальную, отличающуюся от первой более светлой кожей, очень крупными размерами лица, тонкими губами и тенденцией к депигментации волос и глаз. Большие расы распадаются на более мелкие и многочисленные как результат смешения и взаимодействия групп людей, прародины предков которых различались по природным условиям.

В начале XXI века в Евразии проживало около 4,5 млрд. человек, или почти 70 % всего населения земного шара. Столь высокая численность населения материка, не смотря на его огромные размеры, привела к крупномасштабному изменению его природы не только на конкретных полностью освоенных территориях, но и практически на всем его пространстве.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Атлас Мира. Третье издание. М.: Роскартография, 1999. – 563 с.
- Витченко А. Н. Физическая география океанов (курс лекций). – Мн.: БГПУ, 1998. – 91 с.
- Власова Т.В., Аршинова М.А., Ковалева Т.А. Физическая география материков и океанов. 2-е изд., стереотипное. – М.: 2007.
- Галай И.П., Жучкевич В.А., Рылюк Г.Я. Физическая география материков и океанов. В 2 ч. Ч. 2: Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия, Океания, Антарктида, Мировой океан. – Мн.: Университетское, 1988. – 366 с.
- Географический атлас для учителей средней школы. – М.: ГУГик, 1998. – 238 с.
- Жучкевич В.А., Лавринович М.В. Физическая география материков и океанов. В 2 ч. Ч. 1: Евразия. – Мн.: Университетское, 1986. – 224 с.
- Приступа Т.Ю., Еремина В.А., Спрялин А.Н. Физическая география материков и океанов. – М.: 2003.
- Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России: Учебн. для студ. Высш. учеб. заведений: В 2 частях. – М.: ВЛАДОС, 2003. – Ч. 2: Азиатская часть, Кавказ, Урал. – 304 с.
- Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России: Учебн. для студ. высш. учеб. заведений. В 2 частях. – М.: ВЛАДОС, 2004. – Ч. 1: Общий обзор. Европейская часть и острога Арктики. – 288 с.
- Раковская Э.М., Давыдова М.И., Кошевой В.А. Практикум по физической географии России: Учебн. пособие для студ. Высш. учеб. заведений. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 240 с.
- Современный атлас Мира. – М.: Эксмо, 2007. – 128 с.
- Физическая география материков и океанов / Ермаков Ю. Г., Игнатьев Г. М., Куракова Л. И. и др.; под общей редакцией Рябчикова А. М. – М.: Высш. шк., 1988. – 592 с.
- Физическая география Мирового океана. – Л.: Наука, 1980. – 362 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие.....	3
1. Пространственная неоднородность географической оболочки	4
2. Современные экологические проблемы	11
3. Происхождение, составные части и геологические условия Мирового океана	19
4. Воды и их движения в Мировом океане	40
5. Органический мир Мирового океана	66
6. Районирование, природные ресурсы и экологические проблемы Мирового океана.....	77
7. Особенности географического положения, тектоники, геологического строения и рельефа Евразии	83
8. Полезные ископаемые Евразии	91
9. Климат Евразии	94
10. Внутренние воды Евразии	100
11. Природные зоны и фитогеографическое районирование Евразии	110
12. Животный мир Евразии	129
13. Заселение Евразии человеком	133
Рекомендуемая литература	138