

островах поднимается до минус 16°C (Шпицберген). И только над Гренландией устойчивый антициклон понижает температуру июля до минус 14°C, а января — до минус 49°C.

Климат Антарктиды — самый холодный на всей Земле. В Восточной Антарктиде, на станции «Восток» температура января (лето) — минус 32°C, августа (зима) — минус 71°C. На побережье несколько мягче: в Мирном в январе — минус 2°C, в августе — минус 18°C.

Описанные зональные климаты свойственны равнинам, низменностям, возвышенностям и невысоким плато. В горах климатические условия изменяются с высотой, образуя вертикальную поясность.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятия «изотерма». Какое существует преобладающее направление изотерм?
2. Как распределяются температуры по поверхности Земли? Где на Земле самое жаркое место, самое холодное место?
3. Как нагревается атмосфера? Что играет большую роль в нагревании атмосферы: непосредственное поглощение солнечной радиации или тепло?
4. Чем климат отличается от погоды? Какие факторы влияют на климат местности?
5. Какие существуют единицы измерения атмосферного давления?
6. В чем измеряется абсолютная влажность?
7. В чем измеряется направление ветра?
8. Какие румбы используются для определения направления ветра?
9. За какими характеристиками облачности проводят наблюдения?

Гидросфера — совокупность всех водных объектов земного шара: океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, болот, подземных вод, ледников и снежного покрова.

Вода — самый распространенный на Земле минерал. Наличие воды — космическая особенность нашей планеты. Практически все процессы в географической оболочке протекают с участием воды. Зарождение и развитие жизни также связано с водой. Вода — основа жизни.

В свете космогонической теории происхождение воды представляется следующим образом. Когда Земля по достижении примерно современной массы стала разогреваться, в мантии начались плавление и дифференциация вещества на летучие, легкоплавкие и тугоплавкие компоненты. Тугоплавкие компоненты остались в мантии, легкоплавкие в виде базальта образовали земную кору, а летучие, в их числе и водяной пар, поднялись на поверхность. По мере охлаждения земной поверхности из водяного пара сформировалась водная оболочка — гидросфера. Она появилась на завершающем этапе формирования планеты Земля.

К началу палеозоя гидросфера Земли приобрела объем, близкий к современному; с тех пор он существенно не изменился. Выделение воды из мантии происходит и в настоящее время — около 1 км^3 в год. Эта вода называется *ювинильной*.

Вода поступает и из космического пространства. Подсчитано, что за геологическое время на Землю могло выпасть $0,73 \cdot 10^{20}$ г, или слой в 15 см. Следовательно, межпланетное пространство не может рассматриваться как прародитель воды на Земле.

Водная оболочка Земли развивалась вместе с литосферой, атмосферой и живой природой. В архее в жарком климате интенсивно протекал круговорот воды по сокращенной схеме: «океан — атмосфера — океан». В то время не было зеленых растений, вода не

разлагалась фотосинтезом, поступала интенсивно ювенильная вода. Объем гидросферы интенсивно увеличивался.

С протерозоя начинается рост массы живого вещества, в развитии гидросферы и атмосферы стал активно участвовать фотосинтез, изымающий значительное количество воды. В гидросфере появились следующие два противоположно направленных процесса: поступление воды в результате дегазации мантии и изъятие ее фотосинтезом. Одновременно шло развитие материков, рост геосинклиналей, горообразование, формирование мощной коры выветривания. Эти процессы также связывали значительную массу воды и кислорода.

В палеозое литосфера Лавразии и Гондваны переживала бурное геологическое развитие, моря заливали геосинклинали и наступали на платформы, которые неоднократно то поднимались, то погружались. Земная поверхность резко дифференцировалась на материковую и океанскую. Неуклонно росла континентальная часть гидросферы: реки, озера и, особенно, подземные воды. Неоднократно значительные массы воды связывались материковыми ледниками. Это вызывало уменьшение объема океанов и поверхностных вод суши.

Одновременно увеличивалась масса зеленых растений, достигнувшая апогея в карбоне. Дифференцировались климаты и влагообороты. Непрерывно усложнялось взаимодействие в системе «океан — атмосфера — материки».

В мезозое и палеогене (ранний кайнозой) в результате расколов Лавразии и Гондваны и дрейфа блоков литосферы сформировались современные океаны. Возраст океанов различный. Например, впадина Тихого океана является древнейшей, ее дно образовано архейской литосферой. Индийский океан возник в палеозое; южная часть Атлантического океана — в мелу, а северная часть Атлантического океана — в палеогене.

В современной научной литературе существует несколько точек зрения относительно развития гидросферы за время, начиная с протерозоя: 1) объем гидросферы оставался постоянным; 2) объем гидросферы непрерывно увеличивался; 3) объем гидросферы постоянно уменьшался.

Гидросфера развивается непрерывно. В этом процессе велика роль фотосинтеза. Фотосинтез изымает и удерживает на некоторое время часть воды. В этом смысле фотосинтез выступает в качестве регулятора объема гидросферы. Без фотосинтеза гео-

графической оболочке угрожало бы «затопление». С другой стороны, фотосинтез доставляет в атмосферу свободный кислород. В процессе фотосинтеза безвозвратно разлагается из четырех молекул H_2O только одна, а три — снова образуют воду. Следовательно, из общего объема воды, идущей на фотосинтез, изымается только 25%. За 600 млн лет с начала появления зеленых растений это дает 16,9 млрд $км^3$, т. е. вся свободная гидросфера прошла 12 полных циклов разложения воды. При этом 75% используемой и разлагаемой воды обратно возвращается в гидросферу. Следовательно, все природные воды на Земле являются *эндогенно-биогенными*.

Гидросфера состоит из Мирового океана, поверхностных вод (рек, озер и др.), ледников, а также подземных вод, которые залегают всюду на материках, на дне озерных и морских впадин и под толщей вечных льдов. Гидросфера, таким образом, непрерывна. В ее состав обычно не включают паровую и капельно-жидкую воду атмосферы.

Объем гидросферы приблизительно равен 1,5 млрд $км^3$. Главная масса природной воды сосредоточена в океанах — 1 370 322 тыс. $км^3$ (около 94%). Из них примерно 35 тыс. $км^3$ приходится на айсберги. Второе место по объему занимает вода земной коры. Ее объем не поддается точному учету. Однако предполагается, что объем воды, сосредоточенный в земной коре, составляет около 170—200 млн $км^3$. Третье место по объему воды занимают ледники Антарктиды, Арктики и горных стран. В них сосредоточено около 24 млн $км^3$ пресных вод. Объем воды в ледниках составляет около 1,65% гидросферы и около 90% запасов пресной воды на Земле.

Поверхностные воды сосредоточивают только 0,04—0,06% вод планеты. Например, объем озерной воды оценивается в 230 тыс. $км^3$. В реках сосредоточено всего 1,2 тыс. $км^3$ (около 0,00001%). Таким образом, единовременный запас пресной воды на Земле составляет около 32 млн $км^3$. Условно к гидросфере можно причислить воду, содержащуюся в живых организмах.

Воды гидросферы постоянно обновляются. Известно, что льды Антарктиды и Гренландии обновляются за 15 тыс. лет, подземные воды — за 300 лет, озерные — за 3,5 года, почвенные — за 8—11 месяцев, речные — за 12 суток.

Вода (H₂O) — простейшее и устойчивое соединение водорода с кислородом. Это вещество имеет особые, важные для функционирования географических оболочек, свойства:

1. Вода — единственный минерал, который в термодинамических условиях земной поверхности находится в трех состояниях — жидком, газообразном и твердом. Температура, при которой жидкая вода, пар и лед находятся в равновесии, равна плюс 0,01°C.

2. Максимальной плотности вода достигает при температуре плюс 4°C. По этой причине зимой невозможна циркуляция воды в водоемах. При понижении температуры от плюс 4°C до 0°C уменьшается плотность воды. Охлажденная более легкая вода остается на поверхности, а в глубинах водоемов скапливается теплая вода с температурой 3,98°C.

3. Вода — универсальный растворитель, она взаимодействует со всеми веществами. Универсальная растворительная способность воды обеспечивает перенос веществ в географической оболочке, в том числе солевой обмен.

4. Вода имеет высокую удельную теплоемкость. Она обеспечивает поглощение большого количества тепла водоемами и их смягчающее действие на климат. При охлаждении 1 м³ воды на 1°C нагревается свыше 3 000 м³ воздуха. Стометровая толща воды при остывании на 1°C способна повысить температуру всей тропосферы на 6°C.

5. Вода может подниматься по капиллярам, что является непременным условием почвообразования и питания растений, а следовательно, и сельскохозяйственного производства.

6. Вода самоочищается. При прохождении через грунт она фильтруется, испаряется только чистая вода, все примеси остаются на месте.

Воды Мирового океана занимают около 70,8% площади поверхности нашей планеты и играют исключительно важную роль в развитии географической оболочки. Ввиду исключительной роли Мирового океана в природе Земли принято выделение (наряду с гидросферой) и *океаносферы*.

Основными частями Мирового океана являются океаны Тихий, Атлантический, Индийский, Северный Ледовитый. Иногда выделяют также и Южный океан.

Границы океанов не всегда и не везде проходят по берегам материков, а нередко они проводятся весьма условно. Каждый океан

обладает комплексом только ему присущих качеств. Для каждого из них характерна своя система течений, система приливов и отливов, специфическое распределение солености, свой температурный и ледовый режим, своя циркуляция с воздушными течениями, свои характер глубин и господствующие донные отложения.

Море — обособленная часть океана, отличающаяся своими физико-географическими, главным образом гидрологическими и климатическими особенностями. Море может находиться или между двумя материками, или вдаваться в материк, или отделяться от океана полуостровами, островами и подводным рельефом.

В зависимости от характера контакта материков и океанов моря делятся на следующие три типа:

1. *Средиземные моря* располагаются между двумя материками или находятся в поясах разлома земной коры; они характеризуются сильной изрезанностью береговой линии, резким перепадом глубин, сейсмичностью и вулканизмом (например, Саргассово, Красное, Средиземное, Мраморное и другие моря).

2. *Внутренние моря* находятся на шельфе, далеко вдаются в глубь материков; характеризуются небольшими глубинами (например, Белое, Балтийское, Гудзоново и другие моря).

3. *Окраинные моря* расположены или на шельфе, или на материковом склоне, отделяются от океана или архипелагами островов, или полуостровами; с океаном соединяются на широком фронте (например, Северное, Норвежское, Баренцево, Карское, море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, море Бофорта, море Баффина, Берингово, Охотское, Японское, Желтое, Южно-Китайское, Ирландское, Внутреннее Японское и другие моря).

Географическое положение моря во многом определяет его гидрологический режим. Внутренние моря слабо связаны с океаном, поэтому соленость их воды, течения и приливы заметно отличаются от океанских. Режим окраинных морей в сущности океанический.

Режим морей во многом определяется характером контакта материков и океанов. Существует четыре типа контакта материков и океанов:

1) *экваториальный* — у экваториальных континентов Гондванского происхождения — Южной Америки, Африки, Австралии, а также Аравии и Индостана — морей практически нет. Береговая

линия крайне слабо изрезана, немногочисленны открытые заливы — Гвинейский, Большой Австралийский;

2) *северо-атлантический* — северная часть Атлантического и Северного Ледовитого океанов образуют многие внутренние и окраинные моря и многочисленные заливы, береговая линия сильно изрезана;

3) *восточно-азиатский* — выражен островными дугами — Курильской, Японской, Рюкю, Филиппинской, отделяющими большие и глубокие окраинные моря;

4) *западно-американский* — характеризуется соприкосновением открытого океана с подножьем высоких и непрерывных горных систем Анд и Кордильер, идущих вдоль берега и определяющих его прямолинейность (значительная изрезанность северо-западного берега Северной Америки носит экзогенный характер).

Поверхность Мирового океана геоидальна, т. е. соответствует форме нашей планеты. Поверхность океана постоянно нарушается общей циркуляцией атмосферы и гидросферы: течениями, приливами, ветрами; близ берегов нарушения вызываются также и местными причинами (например, стоком вод с суши).

В изменении уровня океана в северном умеренном поясе, отличающемся мозаичностью береговой линии, наблюдаются следующие закономерности:

1. На одной и той же широте уровень океана выше у западных берегов, чем у восточных. Например, уровень воды в Кронштадте на 180 см выше, чем во Владивостоке.

2. По меридиану вдоль одного берега уровень повышается с юга на север. Например, в Белом море он на 24 см выше, чем в Балтийском. Основная причина изменения уровня заключается в переносе воды течениями, которые в средних широтах идут преимущественно с юго-запада на северо-восток (Гольфстрим, Куро시오). Средние уровни морей, определяемые в отдельных точках на основе многолетних наблюдений, близки к поверхности абсолютно спокойной воды. Они принимаются за исходные при определении абсолютных высот поверхности суши и глубине морей.

Океанская вода — раствор, в котором содержатся все химические элементы. Минерализация воды называется ее *соленостью*. Она измеряется в тысячных долях, в промилле и обозначается специальным знаком ‰. Средняя соленость Мирового океана состав-

ляет 34,7%. В одной тонне океанской воды содержится 35 кг солей, а общее их количество так велико, что если бы извлечь все соли и равномерно распределить их по поверхности материков, то образовался бы слой мощностью в 135 м.

Океанская вода может рассматриваться в качестве жидкой многоэлементной руды. Из нее добываются поваренная соль, калийные соли, магний, бром и многие другие элементы и соединения.

Минерализация воды является непременным условием зарождения жизни в океане. Именно морские воды оказываются оптимальными для большинства форм живых организмов.

Вопрос о том, какой была соленость воды на заре жизни, в какой именно воде возникло органическое вещество, решается сравнительно однозначно. Вода, выделившись из мантии, захватывала и транспортировала подвижные компоненты магмы и в первую очередь соли. Поэтому первичные океаны были достаточно минерализованы. С другой стороны, фотосинтезом разлагается и изымается только чистая вода. Следовательно, соленость океанов неуклонно повышается. Данные исторической геологии свидетельствуют о том, что водоемы архея были солоноватыми, т. е. их соленость составляла около 10—25%.

Проникновение света в воду зависит от ее *прозрачности*. Она выражается глубиной в метрах, на которой еще виден белый диск диаметром 30 см (диск Секки). Наибольшая прозрачность (67 м) отмечена в 1971 г. в центральной части Тихого океана. Акватории с чистой и прозрачной водой располагаются также в тропиках и субтропиках: в Средиземном море — до 60 м, в Индийском океане — 50 м. Высокая прозрачность тропических акваторий объясняется особенностями циркуляции воды в них. В морях, где количество взвешенных частиц увеличивается, прозрачность уменьшается. В Северном море она равна 23 м, в Балтийском — 13 м, в Белом — 9 м, в Азовском — 3 м.

Прозрачность воды имеет экологическое, биологическое и географическое значение: вегетация фитопланктона возможна только до глубин, на которые проникает солнечный свет. Для фотосинтеза требуется сравнительно много света, поэтому с глубин 100—150 м растения исчезают. Нижняя граница фотосинтеза в Средиземном море находится на глубине 150 м, в Северном — 45 м, в Балтийском — всего 20 м.

Атмосфера и океан по динамике и структуре весьма близки и образуют единую систему. Однако масса воды в океане в 300 раз больше, чем масса воздуха в атмосфере. Если бы атмосфера имела плотность воды, то толщи ее равнялись бы всего 10 м. В тепловом отношении активнее океан, а в динамическом — атмосфера. Относительно высокая плотность и повышенная динамическая устойчивость воды (по сравнению с воздухом) обуславливают и более медленный по сравнению с атмосферой обмен веществами и энергией.

Взаимодействие воздушной и водной оболочек начинается с тончайшего, в несколько молекулярных диаметров, но не больше 1 мм слоя. Именно с этого слоя происходит испарение, этот слой воспринимает удары и трение воздуха, на него падают лучи. При волнении ветром срываются капли воды с растворенной в них солью. Так происходит механическое испарение. Воздушные пузырьки воды лопаются, и в воздухе оказываются водяной пар и кристаллы соли. Под воздействием солнечного тепла происходит физическое испарение. От поверхности моря отрываются молекулы воды, а с ними и соль. При солевом обмене соли не только переходят из воды в воздух, но и меняется их механический состав. Речной сток восполняет убыток сульфатов в океане в процессе обмена солями в системе «океан — атмосфера — суша».

Горизонтальный и вертикальный переносы масс воды в океане осуществляется *циркуляционными системами* различных размеров. Эти системы принято делить на микро-, мезо- и макроциркуляционные. Обращение воды обычно происходит в форме системы вихрей, которые могут быть циклоническими (масса воды движется против хода часовой стрелки и поднимается) и антициклональными (с движением воды по ходу часовой стрелки и вниз). Движения обоих родов соответствуют атмосферным и порождаются волновыми фронтальными возмущениями. Цикло-антициклоническая деятельность в тропосфере продолжается вниз.

При постоянном перемещении водных масс в одних местах они сходятся, в других — расходятся. Сходимость называется *конвергенцией*, расходимость — *дивергенцией*. При конвергенции вода накапливается, уровень океана повышается, увеличивается давление и плотность воды, и она опускается. При дивергенции (например, при расхождении течений) происходит понижение уровня и подъем глубинных вод.

Схождение и расхождение может быть между движущейся водной массой (например, течением) и берегом. Если в результате действия силы Кориолиса течение подходит к берегу, то возникает конвергенция и вода опускается. При удалении же течения от берега наблюдается дивергенция, в результате которой поднимается глубинная вода. Наконец, и вертикальная, и горизонтальная циркуляция вызывается разностью плотностей воды.

Структурой Мирового океана называется его строение — вертикальная стратификация вод, горизонтальная (географическая) поясность, характер водных масс и океанических фронтов.

В вертикальном разрезе толща воды распадается на большие слои, аналогичные слоям атмосферы. Их также называют сферами.

Верхняя сфера формируется непосредственным обменом энергией и веществом с тропосферой в форме микроциркуляционных систем. Она охватывает слой в 200—300 м мощности. Эта верхняя сфера характеризуется интенсивным перемешиванием, проникновением света и значительными колебаниями температуры.

Верхняя сфера распадается на следующие частные слои:

- а) самый верхний слой толщиной в несколько десятков сантиметров;
- б) слой воздействия ветра глубиной 10—40 см; он участвует в волнении, реагирует на погоду;
- в) слой скачка температур, в котором она резко падает от верхнего нагретого к нижнему, не затронутому волнением и не прогретому слою;
- г) слой проникновения сезонной циркуляции и изменчивости температур.

Океанские течения обычно захватывают водные массы только верхней сферы.

Промежуточная сфера простирается до глубин 1 500—2 000 м; ее воды образуются из поверхностных вод при их опускании. При этом они охлаждаются и уплотняются, а затем перемешиваются в горизонтальных направлениях, преимущественно с зональной составляющей. Преобладают горизонтальные переносы водных масс.

Глубинная сфера не доходит до дна примерно на 1 000 м. Этой сфере свойственна определенная однородность. Ее мощность составляет около 2 000 м, она концентрирует более 50% всей воды Мирового океана.

Придонная сфера занимает самый нижний слой толщи океана и простирается на расстояние примерно 1 000 м от дна. Воды этой сферы образуются в холодных поясах, в Арктике и Антарктике и перемещаются на огромных пространствах по глубоким котловинам и желобам. Они воспринимают тепло из недр Земли и взаимодействуют с дном океана, поэтому при своем движении значительно трансформируются.

Водной массой называется сравнительно большой объем воды, формирующийся в определенной акватории Мирового океана и обладающий в течение длительного времени почти постоянными физическими (температура, свет), химическими (газы) и биологическими (планктон) свойствами. Водная масса перемещается как единое целое. Одна масса от другой отделяется океанским фронтом.

Выделяются следующие типы водных масс:

1) экваториальные — ограничены экваториальным и субэкваториальными фронтами. Они характеризуются самой высокой в открытом океане температурой, пониженной (до 34—32‰) соленостью, минимальной плотностью, большим содержанием кислорода и фосфатов;

2) тропические и субтропические — создаются в областях тропических атмосферных антициклонов и ограничены со стороны умеренных поясов тропическим северным и тропическим южным фронтами, а субтропические — северным умеренным и северным южным фронтами. Они характеризуются повышенной соленостью (до 37‰ и более) и большой прозрачностью, бедностью питательными солями и планктоном. В экологическом отношении тропические водные массы представляет собой океанские пустыни;

3) умеренные — располагаются в умеренных широтах и ограничены со стороны полюсов арктическим и антарктическим фронтами. Они отличаются большой изменчивостью свойств как по географическим широтам, так и по сезонам года. Для умеренных водных масс характерен интенсивный обмен теплом и влагой с атмосферой;

4) полярные водные массы Арктики и Антарктики — характеризуются самой низкой температурой, наибольшей плотностью, повышенным содержанием кислорода. Воды Антарктики интенсивно погружаются в придонную сферу и снабжают ее кислородом.

В соответствии с зональным распределением солнечной энергии по поверхности планеты, как в океане, так и в атмосфере соз-

даются однотипные и генетически связанные циркуляционные системы. Старое положение о том, что океанские течения вызываются исключительно ветрами, не подтверждается новейшими научными исследованиями. Перемещение и водных, и воздушных масс определяется общей для атмосферы и гидросферы зональностью: неравномерным нагреванием и охлаждением поверхности Земли. От этого в одних районах возникают восходящие токи и убыль массы, в других — нисходящие токи и увеличение массы (воздуха или воды). Таким образом, рождается импульс движения. Перенос масс — приспособление их к полю силы тяжести, стремление к равномерному распределению.

Большинство макроциркуляционных систем держится весь год. Только в северной части Индийского океана течения меняются вслед за муссонами.

Всего на Земле имеется десять крупных циркуляционных систем:

- 1) североатлантическая (Азорская) система;
- 2) северотихоокеанская (Гавайская) система;
- 3) южноатлантическая система;
- 4) южнотихоокеанская система;
- 5) южноиндийская система;
- 6) экваториальная система;
- 7) атлантическая (Исландская) система;
- 8) тихоокеанская (Алеутская) система;
- 9) индийская муссонная система;
- 10) антарктическая и арктическая система.

Главные циркуляционные системы совпадают с центрами действия атмосферы. Эта общность носит генетический характер.

Поверхностное течение отклоняется от направления ветра на угол до 45° вправо в Северном полушарии и влево в Южном полушарии. Так, пассатные течения идут с востока на запад, пассаты же дуют с северо-востока в Северном полушарии и с юго-востока в Южном полушарии. Верхний слой может следовать за ветром. Однако каждый нижележащий слой продолжает отклоняться вправо или влево от направления движения вышележащего слоя. Скорость течения при этом уменьшается. На некоторой глубине течение принимает противоположное направление, что практически означает его прекращение. Многочисленные измерения показали, что течения оканчиваются на глубинах не более 300 м.

Тропические антициклонические системы океанских течений самые крупные. Они простираются от одного берега океана до другого на 6—7 тыс. км в Атлантическом океане и 14—15 тыс. км в Тихом океане, а по меридиану от экватора до 40° широты, на 4—5 тыс. км. Устойчивые и мощные течения, особенно в Северном полушарии, в основном замкнутые.

Как и в тропических атмосферных антициклонах, движение воды идет по часовой стрелке в северном и против часовой стрелки в Южном полушарии. От восточных берегов океанов (западных берегов материка) поверхностная вода переносится к экватору, на ее место поднимается из глубины (дивергенция) и компенсационно поступает из умеренных широт холодная вода. Так образуются холодные течения: Канарское, Калифорнийское, Перуанское, Бенгальское, Западно-Австралийское и др.

Скорость течений относительно небольшая и составляет около 10 см/с.

Струи компенсационных течений вливаются в Северное и Южное Пассатные (Экваториальные) теплые течения. Скорость этих течений достаточно большая: 25—50 см/с на тропической периферии и до 150—200 см/с близ экватора. Устойчивость соответственно составляет 50 и 75%.

Подходя к берегам материков, пассатные течения, естественно, отклоняются. Образуются крупные сточные течения: Бразильское, Гвианское, Антильское, Восточно-австралийское, Мадагаскарское и др. Скорость этих течений составляет около 75—100 см/с.

Благодаря отклоняющему действию вращения Земли центр антициклонической системы течений смещен к западу относительно центра атмосферного антициклона. Поэтому перенос водных масс в умеренные широты сосредоточен в узких полосах у западных берегов океанов.

Гвианское и Антильское течения омывают Антильские острова и большая часть воды заходит в Мексиканский залив. Из него начинается стоковое течение Гольфстрим. Начальный его участок во Флоридском проливе называется *Флоридским течением*, глубина которого аномальна — до 700 м, ширина — 75 км, мощность — 25 млн м³/с. Температура воды здесь достигает 26°C.

Экваториальная система представлена *Экваториальным противотечением*, которое образуется как компенсационное между Пассатными течениями.

Циклонические системы умеренных широт различны в северном и южном полушариях и зависят от расположения материков. Северные циклонические системы — *Исландская и Алеутская* — весьма обширны: с запада на восток они протягиваются на 5—6 тыс. км и с севера на юг — около 2 тыс. км. Система циркуляции в Северной Атлантике начинается теплым Северо-Атлантическим течением. За ним нередко сохраняется название начального *Гольфстрима*. Однако собственно Гольфстрим как стоковое течение продолжается не далее Ньюфаунлендской банки. Начиная от 40° с. ш. водные массы вовлекаются в циркуляцию умеренных широт и под действием западного переноса и кориолисовой силы от берегов Америки направляются к Европе. Благодаря активному водообмену с Северным Ледовитым океаном Северо-Атлантическое течение проникает в полярные широты, где циклоническая деятельность формирует несколько круговоротов — течений *Ирмингера, Норвежское, Шпицбергенское, Нордкапское*.

Гольфстримом в узком смысле называется стоковое течение от Мексиканского залива до 40° с. ш., в широком смысле — система течений в северной Атлантике и западной части Северного Ледовитого океана.

Второй круговорот находится у северо-восточных берегов Америки и включает течения *Восточно-Гренландское и Лабрадорское*. Они выносят основную массу арктических вод и льдов.

Циркуляция северной части Тихого океана аналогична североатлантической, но отличается от нее меньшим водообменном с Северным Ледовитым океаном. Стоковое течение *Курисио* переходит в *Северо-Тихоокеанское*, идущее к Северо-Западной Америке. Очень часто эта система течений называется Курисио.

В Северный Ледовитый океан проникает относительно небольшая (36 тыс. км³) масса воды. Холодные течения Алеутское, Камчатское и Ойясио образуются из холодных вод Тихого океана вне связи с Ледовитым.

Циркумполярная антарктическая система представлена одним течением *Западных ветров*. Это самое мощное течение в Мировом океане. Оно охватывает Землю сплошным кольцом в поясе от 35—40 до 50—60° ю. ш. Ширина его около 2 000 км, мощность составляет 185—215 км³ / с, скорость — 25—30 см / с. Циркумполярное течение Западных ветров незамкнутое: от него отходят ветви, вли-

вающиеся в *Перуанское, Бенгельское, Западно-Австралийское течения*, а с юга, от Антарктиды, в него впадают прибрежные антарктические течения — из морей Уэдделла и Росса.

Арктическая система в циркуляции вод Мирового океана занимает особое место из-за конфигурации Северного Ледовитого океана. Главное течение здесь — *Западное арктическое*. Оно перемещает воды и льды с востока на запад по всему Северному Ледовитому океану к проливу Нансена между Шпицбергом и Гренландией. Дальше течение продолжается *Восточно-Гренландским и Лабрадорским*. На востоке в Чукотском море от Западного арктического течения отделяется *Полярное течение*, идущее через полюс к Гренландии и далее — в пролив Нансена.

Циркуляция вод Мирового океана диссимметрична относительно экватора. Диссимметрия течений пока не получила должного научного объяснения. Причина ее, вероятно, заключается в том, что к северу от экватора господствует меридиональный перенос, а в Южном полушарии — зональный. Объясняется это также положением и формой материков.

Уровень поверхности океанов и окраинных морей периодически изменяется, такое колебание уровня называется приливами и отливами. Во время прилива уровень воды постепенно повышается и достигает наивысшего положения, т. е. *полной воды*. Затем происходят отливы, при котором уровень также постепенно падает до минимального, называемого *малой водой*. На пологих берегах между уровнями полной и малой воды остается *полоса осушки*.

Теоретически полный цикл (два прилива и два отлива) должен завершиться за 24 ч 50 мин, а каждый прилив и отлив по 6 ч 12 мин и 30 с. Действительная же картина осложняется следующими причинами:

1. Приливы образуются не только под действием притяжения Луны, но также и Солнца. Приливообразующая сила Солнца в связи с его удаленностью меньше лунной.

2. В течение 27,3 сут. Луна делает полный оборот вокруг Земли. Возникает суточное неравенство приливов по высоте и продолжительности.

3. Сложность еще больше увеличивается от разнообразного влияния на приливную волну расположения материков и их береговой линии.

Теоретически лунный прилив должен быть высотой 0,53 м, солнечный — 0,24 м, суммарный — 0,77 м. В открытом океане у островов величина прилива довольно близка к теоретической: на Гавайских островах — 1,0 м, Святой Елены — 1,1 м, Фиджи — 1,7 м. У материков со слабо расчлененными берегами высота приливов колеблется около 1,5—2,0 м. С усложнением контуров береговой линии она резко возрастает. Это объясняется нагоном океанской воды в узкие заливы и проливы.

Самый большой на Земле прилив (до 18 м) бывает в бухте Нюэль в заливе Фанди (у Новой Шотландии). Высокие приливы фиксируются также на севере Охотского моря, в Пенжинской губе (до 12 м). Во внутренних морях приливы незначительны: в Черном море — 13 см, в Балтийском море — 4,8 см.

Общепланетарное значение океанских приливов заключается в создании приливного трения. Приливы и отливы играют определенную роль и в развитии географической оболочки. Они участвуют в перемещении воды, в формировании берегов, в создании особых экологических условий в прибрежной полосе моря. Весьма значительна роль приливов в морском судоходстве, строительстве портовых сооружений, защите их от разрушений моря и заноса мелкими песками. Каждая приливная волна несет огромную энергию. Там, где приливы достаточно высоки, эта энергия может быть успешно использована.

Волнение водной поверхности — частный случай ритмических колебательных движений в природе. При движении одной жидкой массы по другой на плоскости их соприкосновения неизбежно возникают волны.

Волнение водоемов вызывается движением над ними воздушной массы — ветра. При малых скоростях ветра (около 0,25 м / с) от трения воздуха о воду возникает *рябь* — система мелких равномерных волн, которые появляются при каждом порыве ветра и мгновенно затухают. При усилении ветра вода испытывает не только трение, но и удары, и при скорости ветра больше 1,0 м / с устанавливаются волны.

Правильная волна характеризуется следующими элементами:

- 1) *подошвой* — наиболее низкой частью волны;
- 2) *гребнем* — самой высокой частью волны;
- 3) *крутизной волны* — углом между ее профилем (склоном) и горизонтальной плоскостью;

4) *высотой волны* — расстоянием по вертикали между подошвой и гребнем;

5) *длиной волны* — расстоянием между двумя подошвами или двумя гребнями;

6) *быстротой продвижения волн*, которая определяется их скоростью и периодом;

7) *скоростью волны* — расстоянием, пробегаемым гребнем (или подошвой) в единицу времени, обычно в секунду;

8) *периодом волны*, равным промежутку времени между прохождением через одну и ту же точку двух последовательных гребней или подошв.

Наибольшие ветровые волны образуются в Южном полушарии, где океан непрерывен и западные ветры постоянны и сильны. Здесь волны достигают 13 м высоты и 400 м длины. Скорость таких волн характеризуется величиной в 20 м / с, периодом — 20 с. В морях волн меньше (например, в Средиземном море они достигают только 5 м).

Под действием ветра волны деформируются. Прежде всего от ударов ветра нарушается форма, гребень срывается, образуются «*барашки*». При этом поверхностные частицы получают некоторое поступательное движение. Предмет (например, лодка), находящийся на воде, перемещается благодаря *эффекту парусности*.

При приближении к берегу на мелководье в результате трения о дно скорость ветра убывает, но возрастает их высота и крутизна. У самого берега волны опрокидываются и образуют *прибой*. Ветровые волны несут огромную и неисчерпаемую энергию.

Огромные волны — цунами — возникают от землетрясений, моретрясений и извержений прибрежных или подводных вулканов. При взрыве *вулкана Кракатау* в 1883 г. образовалась волна высотой 35 м и длиной 524 км. Она перемещалась со скоростью 189 м / с. Через 23 ч 31 мин волна достигла *мыса Горн*, конечно, уже сильно ослабленная и уменьшенная.

Океан получает тепло от солнечной радиации. Придонная сфера океана, по крайней мере, в срединных хребтах, воспринимает внутреннее тепло Земли. В рифтах Красного моря и Срединно-Атлантического хребта обнаружена горячая вода (рассол) с температурой 56,58 и даже 72°C, обогащенная растворенными металлами.

Средняя температура Мирового океана составляет 17,54°C. В Северном полушарии океан на 3°C теплее, чем в южном, что объясня-

ется характером циркуляции водных масс: к северу от экватора преобладает меридиональный перенос, а в южном — зональный.

Самый теплый — Тихий океан, его средняя температура составляет $19,3^{\circ}\text{C}$; затем следуют Индийский океан — $17,2^{\circ}\text{C}$, Атлантический океан — $16,5^{\circ}\text{C}$ и Северный Ледовитый океан — около $0,7^{\circ}\text{C}$. Разница климатов объясняется их географическим положением.

На 53% поверхности Мирового океана температура воды выше 20°C , и только 17% его площади занято холодной водой.

Хотя максимальное количество солнечной радиации океан усваивает в тропических зонах, самая высокая годовая температура ($27,4^{\circ}\text{C}$) свойственна широтной зоне $5\text{—}10^{\circ}$ с. ш.

Течения в зависимости от температуры воды бывают нейтральными, теплыми и холодными. Это деление основано на относительной температуре воды. Теплыми называются течения, температура воды в которых выше, чем в окружающих акваториях. Вода холодных течений холоднее сопредельных с ними частей океанов. Теплые течения в полярных широтах несут воду более холодную, чем холодные течения в тропиках. Например, в августе теплое течение у берегов Шпицбергена имеет температуру около 8°C , а холодное у Канарских островов — около 21°C .

В умеренном поясе Северного полушария, наоборот, холодными оказываются западные части океанов, где проходят Лабрадорское и Курильское течения. Восточные области океанов согреваются Северо-Атлантическим и Северо-Тихоокеанским течениями.

По происхождению льды полярных морей могут быть:

1) собственно морские, образующиеся путем замерзания морской воды;

2) пресноводные, вынесенные реками;

3) материковые, или айсберги.

Вода с соленостью 35‰ замерзает при температуре минус $1,9^{\circ}\text{C}$. Море дольше, чем пресные водоемы суши, остается открытым и согревает сушу.

В Северном Ледовитом океане лед держится весь год и постоянно дрейфует. Южная граница подвижных полярных льдов проходит от мыса Святой Нос к западным берегам Шпицбергена, к острову Ян-Майен, по середине Датского пролива, к юго-западной Гренландии и в Девисов пролив.

Особенностью теплового режима океанов (в сравнении с атмосферой) является незначительные годовые амплитуды температур. Наименьшие они в экваториальной зоне близ 5° с. ш. и составляют всего 1°C. С переходом в умеренные широты годовая амплитуда резко возрастает и достигает в среднем 9°C. Как и на суше, здесь происходит смена времен года.

В воде растворены азот, кислород, углекислый газ, т. е. те же газы, которые образуют и атмосферу. Иногда в морях глубокие акватории заражены сероводородом (например, в Черном море). Наибольшее значение имеет кислород, так как он обеспечивает биохимические процессы океанической части биосферы и в планетарном газообмене между океаносферой и атмосферой участвует в регулировании газового состава всей воздушной оболочки Земли.

Кислород в океанскую воду поступает в результате фотосинтеза и в процессе газообмена с атмосферой. В результате этих процессов верхний 100-метровый освещенный слой оказывается близким к насыщению кислородом: содержание кислорода составляет 93—97% возможного.

Концентрация кислорода увеличивается с понижением температуры: на экваторе она равна 4,5—6,0 мл / л, в средних широтах 6,0—7,0 мл / л, в Арктике и Антарктике — до 7,5—8,0 мл / л.

Кислород Мирового океана имеет биогенное происхождение. В образовании биогенного кислорода океанский фитопланктон играет весьма значительную роль. Кислород океана не только обеспечивает живые организмы океанской части биосферы. Огромные его излишки поступают в атмосферу. Океанская вода регулирует обмен кислорода в атмосфере.

Океанская вода содержит большинство элементов, которые должны входить в состав пищи зеленых растений. Биогенные вещества, потребляемые водорослями, в океан поступают с речным стоком (50—60%), при разрушении берегов (10—20%), с ветром с суши (10%). Около 20% их образуются в самой океанской воде. С суши в океан ежегодно поступает 385 млн т фосфатов. Естественно, что главная масса их сосредоточивается в прибрежных водах, на материковой отмели или шельфе. В самом океане фосфаты образуются на всех глубинах от распада органических веществ. Но в верхнем освещенном слое они почти полностью выбираются фитопланктоном.

Богатство или бедность акваторий питательными солями зависит от макроциркуляции воды. Восходящие токи в умеренных и субполярных широтах и частично под экватором доставляют к поверхности фосфаты из глубинных сфер. Тропические акватории типа Саргассова моря с нисходящими токами воды крайне бедны фосфатами, и поэтому, несмотря на обилие света и тепла, уподобляются тропическим пустыням.

Дно океанов и морей покрыто осадочными отложениями, которые называются *морскими осадками, грунтами и илами*. Состав и свойства этих придонных образований, а также места их накопления (распространения) определяются первичным источником материала и географическими условиями отложениями. Главные виды морских отложений — терригенные и биогенные осадки.

Терригенные осадки приносятся с суши реками, ветром, ледниками, прибоем, приливами и отливами в виде продуктов разрушения горных пород. Близ берега они представлены валунами, дальше галькой, песками, наконец, алевритами и глинами. Они покрывают примерно 25% дна Мирового океана, залегают преимущественно на шельфе и материковом склоне.

Большую часть океанского дна устилают органические илы, образованные скелетами планктонных организмов. Органические илы бывают либо известковыми (фораминиферовые и радиоляриевые илы), либо кремнистыми (диатомовый ил).

Мировой океан, занимающий 70,8% площади Земли, — самая большая жизненная область нашей планеты. Для него характерна равномерность экологических условий, связь между всеми акваториями и отсутствие границ для расселения.

Биоцикл океана и моря распадается на два основных *биохора* (пространства, занятые группами сходных биотопов): а) донную поверхность, или бентальную область, или *бентос* и б) толщу воды, или пелагиальную область, открытого моря — *пелагиаль*. Соответственно этому морские биоценозы делятся на бенталь и пелагиаль (рис. 30).

Бентальные организмы — бентос — всю жизнь или большую ее часть проводят на дне. Животные пелагиали обитают только в воде. Среди них есть пассивно плавающие животные и растения — *зоопланктон* и *фитопланктон* и активно плавающие животные — *нектон*.

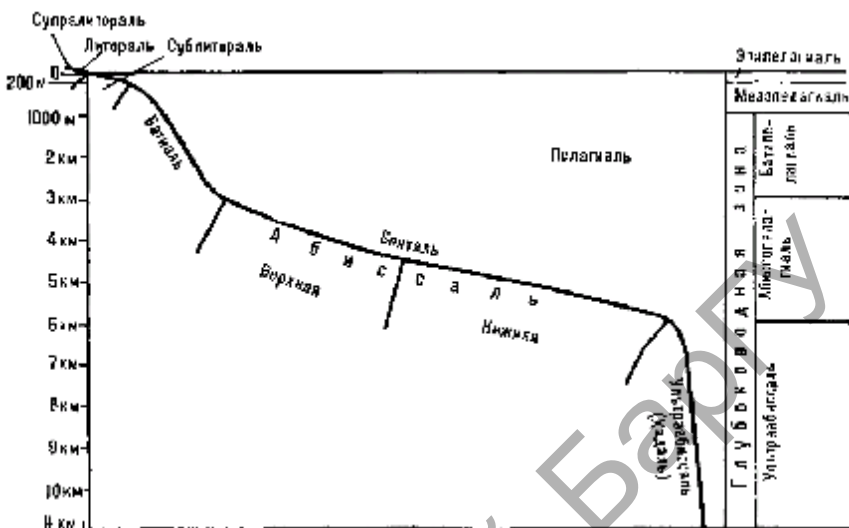


Рисунок 30 — Вертикальная зональность океана

В зависимости от освещения и бентальная, и пелагическая области распадаются на две ступени: верхнюю освещенную, или эвфотическую, до глубины не более 200 м и нижнюю, лишенную света, — афотическую. По этому признаку бентос делится на освещенный литоральный, или прибрежный, и абиссальный, свойственный глубоководному морскому дну, лишенному света.

Пелагиаль распадается на неритическую — прибрежную, лежащую над литоралью, и океаническую.

Область открытого океана — пелагиаль охватывает все океанические и морские просторы вдали от берегов, за границами шельфа, т. е. над материковым склоном и ложем океанов. В вертикальном направлении она неоднородна. Верхний эвфотический слой не более 200 м — *собственно пелагиаль*; средний до глубин 1 000 м сумеречный — *батипелагиаль*; нижний, простирающийся до дна, совсем не получает света — *абиссаль*.

Глубоководная область, т. е. абиссаль, охватывает, таким образом, и морское дно (или абиссальный бентос), и глубоководную пелагиаль (или абиссопелагиаль). Верхняя граница абиссали нечеткая — свет ослабевает постепенно.

Океан располагает огромными энергетическими, биологическими и минеральными ресурсами. Важнейшими из них следует считать биологические.

Около 55% мирового улова морепродуктов дает Тихий океан, причем более половины вылавливается с северной его части, около 33% — в южной и меньшая доля — в тропической. В Атлантическом океане добывается только 41% всех морепродуктов и тоже более половины (68%) в северной его части. На Индийский океан приходится только 5% мирового улова морепродуктов. Основные морские промыслы располагаются в пределах шельфа. Около 5% акватории Мирового океана дают около 90% мировой добычи биологической массы.

Вода, занимая 71% поверхности Земли, является самым обильным и ценным ресурсом. Мировые запасы воды составляют около 1 389 млн км³. Если распределить их поровну, то на каждого жителя планеты пришлось бы по 280 млрд л. Однако 97% водных ресурсов приходится на долю океанов и морей, в которых вода слишком соленая, оставшиеся 3% — пресные воды.

Из всей пресной воды человечество может использовать лишь 0,003%, так как она либо сильно загрязнена, либо залегает на больших глубинах и ее нельзя извлечь по приемлемым ценам, либо содержится в айсбергах, полярных льдах, в атмосфере и в почве.

Вода находится в постоянном круговороте. Этот естественный процесс рециркуляции происходит до тех пор, пока потребление воды не становится интенсивнее, чем восполняются ее запасы и пока не изменяется качественный состав воды.

Поверхностные воды — пресные воды, стекающие с определенной территории в ручьи, озера, болота и водохранилища. Территория, с которой в главную реку и ее притоки стекают поверхностные воды, с которыми могут поступать наносы и загрязняющие вещества, называется *водосбором*, или водосборным бассейном.

Часть атмосферных осадков просачивается в землю и накапливается там, в виде почвенной воды, заполняя поры почвы и грунта. В конечном счете, большая часть почвенной влаги испаряется и возвращается в атмосферу.

Часть воды под влиянием силы тяжести перемещается вглубь и заполняет поры и трещины в слоях песка, гравия и песчаника.

Зона, в которой водой заполнены все поры, является зоной насыщения. Водопроницаемые, насыщенные водой отложения, называются водоносными горизонтами, а находящаяся в них вода — *грунтовой*. Если темпы забора воды из водоносного горизонта превышают темпы ее накопления, грунтовые воды превратятся из медленно возобновимого в невозобновимый ресурс в пределах человеческой жизни.

Критериями использования воды служат показатели водозабора и водопотребления. Почти три четверти добываемой в мире воды идет на орошение, остальная вода используется в промышленности и коммунальном хозяйстве, для охлаждения оборудования на электростанциях и т. д.

Огромное количество воды требуется для производства продовольствия и различной промышленной продукции. Для производства суточной нормы пищевых продуктов на одного человека требуется около 6 м^3 воды.

Река — водный поток, текущий в естественном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с их бассейнов.

Известный русский ученый Л. И. Мечников (1924) писал: «Основной причиной зарождения и развития цивилизации являются реки. Река во всякой стране является как бы выражением живого синтеза, всей совокупности физико-географических условий; те же условия увеличивают или уменьшают ее пластическую или разрушительную мощь».

Реки по характеру течения и географическому положению делятся на равнинные и горные. Равнинные реки отличаются от горных более медленным течением и широкими долинами.

В Беларуси протекают 20,8 тыс. равнинных рек с общей протяженностью 90,6 тыс. км. Они принадлежат к бассейнам Черного и Балтийского морей, водоразделом которых служит Белорусская гряда.

По площади водосбора и расходу воды реки делятся на большие, средние и малые. Наиболее распространены в Беларуси малые реки с длиной русла более 10 км, которые протекают в неглубоких широких долинах с плавными склонами. Они имеют небольшие наклоны водной поверхности, небыстрое течение. В районах возвышенностей долины рек более выражены, течение у них быстрое. Многие реки Беларуси протекают по болотам или имеют значительные заболоченные пространства в составе своих водосборов.

Совокупность водотоков и водоемов в пределах какой-либо территории носит название *гидрографической сети*, в которую также включаются болота, каналы и родники. Современная гидрографическая сеть сформировалась в результате длительных и сложных процессов, происходивших на Земле на протяжении многих миллионов лет. Водоемы и водотоки, ставшие первоосновой гидросферы, под влиянием геологических, климатических и других факторов изменяли свои размеры, исчезали в одних районах и появлялись в других, трансформировались, умирали и вновь рождались. Изменения в строении гидрографической сети происходят и в настоящее время вследствие замедленных тектонических движений земной коры, эволюции водоемов, а также водохозяйственной деятельности человека. Частью гидрографической сети является русловая сеть, представляющая собой совокупность всех водотоков в пределах рассматриваемой территории.

Самое верхнее звено — *ложбины стока* — эрозионные образования, впоследствии занесенные толщей покровной породы. По ним происходит сток атмосферных осадков и плоскостной смыв частиц грунта.

Слияние ложбин приводит к образованию следующего звена русловой сети — лощин. Вследствие более сосредоточенного размыва они имеют более высокие и крутые склоны. На дне их образуются овраги, рвы и т. д.

Суходолы являются переходным звеном к речным долинам и имеют асимметричное поперечное сечение. У суходолов хорошо выражен береговой и донный размыв, вызывающий появление извилистости русла.

Слияние суходолов приводит к образованию речных долин — относительно узких, вытянутых в длину, обычно извилистых углублений в земной поверхности с наличием русла современного потока, имеющих общий уклон от верховьев к низовьям. Речные долины не пересекают друг друга, а, встречаясь, сливаются в одну общую систему. Речные долины обычно подразделяют на две группы: беспойменные и пойменные, заливаемые речными водами во время разливов рек.

Верхние звенья гидрографической сети (ложбины, лощины и суходолы, занимающие более 90% ее длины) являются областями формирования жидкого и твердого стоков постоянных и временных

водотоков, а нижние звенья (различные типы речных долин) — путями транспорта жидкого и твердого стока.

Часть русловой сети, состоящая из отчетливо выраженных русел постоянных водотоков, называют речной сетью. Большая ее часть состоит из очень мелких и малых рек; больших и очень больших немного не только по числу, но и по длине.

Совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды в виде общего потока, называют *речной системой*. Иначе говоря, речная система включает в себя главную реку и большое количество притоков, т. е. рек, впадающих в нее прямо или посредством других.

Притоки, непосредственно впадающие в главную реку, называются притоками первого порядка, их притоки — притоками второго порядка и т. д. Выделение главной реки должно основываться на ее многоводности, направлении, величине и характере долины, а также длине и площади бассейна.

Основным элементом речной долины является *русло* — наиболее пониженная часть, по которой происходит сток воды в межпаводочные периоды.

Долина — вогнутая, линейно вытянутая форма рельефа, образованная деятельностью реки и имеющая уклон в направлении ее течения.

Исток реки — место, ниже которого появляется постоянное русло потока. Истоком реки могут быть родники, болото, озеро.

Устье — место впадения реки в другую реку, озеро, пруд, море.

Территория, с которой река получает водное питание, называется *водосбором*, или водосборной площадью.

Уровень волны в реке колеблется. Часть речной долины, которая затопливается в половодье или во время паводков, называется *поймой*. Она делится на прирусловую, центральную и притеррасную части. На прирусловой части поймы может быть хорошо выраженный прирусловый вал, образовавшийся в результате оседания твердых частиц во время половодья.

Русла рек редко бывают прямыми (рис. 31). Вода воздействует на горные породы берегов, размывает их, меняя свое русло и снося течением массы твердых вещества. Таким образом, формируются *перекаты* — мелководные участки реки, часто имеющие вид вала, сложенного рыхлыми отложениями, и пересекающими русло, и плесы — участок русла реки, более глубокий по сравнению с выше- и нижерасположенными.



а — коренное русло; б — правый берег; в — левый берег; г — пляж;
 д — затон; е — коса; ж — остров; з — старица.

Рисунок 31 — Схема речного русла

Элементами реки могут быть также рукава (протоки) и старицы. *Рукав* — ответвление русла реки. *Протока* — ответвление реки, отходящее далеко от основного русла. Ширина, глубина в протоке обычно меньше, чем в основном русле. В протоках часто

сильно развита водная растительность. Нередки случаи, когда на малых реках протоки и основные русла практически не различаются между собой. *Старица* — полностью или частично отделившийся от реки участок ее прежнего русла.

Остров — часть поймы, ограниченная рукавами или протоками реки (в результате эрозивной деятельности потока), закрепленная растительностью и устойчивая к размыву.

В различных условиях (в зависимости от структуры горных пород, образующих берег, скорости течения) река может формировать *затоны* — длинные непроточные заливы реки, образованные из старицы, протоки, или отделенный от основного русла косой, *отмели* — мелкие участки реки, *пляжи* — широкие песчаные полосы в прирусловой части реки.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих состояние реки, являются размывы речных берегов водными потоками.

Размывы берегов — природный процесс, свойственный любой реке. Скорость размыва колеблется от долей метра до десятков метров в год, изменчива от половодья к межени, от года к году в зависимости от стадии развития процесса, который возникает, активизируется, затухает, прекращается и вновь возобновляется.

Размывы берегов рек — отражение взаимодействия речного потока и русла реки и постоянных переформирований (деформаций) последнего. Одновременно с ними наблюдается накопление наносов у противоположных берегов. Интенсивность размыва зависит от угла подхода потока к берегу: чем он больше, тем больше скорость размыва.

Скорость размыва берегов зависит от их геологического строения и высоты уступа (чем выше, тем меньше интенсивность размыва): при увеличении высоты с единицы длины размываемого берега в русло поступает большее количество наносов, что снижает размывающую способность потока.

Неоднородность геологического строения берегов — причина не только неодинаковых темпов их отступления, но и возникновения выступающих в русло мысов. У пойменных берегов мысы связаны с печинами — выступами в основании береговых откосов, сложенными плотными глинами, они соответствуют ложбинам на пойме, в которых шло накопление ила.

Изменения условий размывов берегов рек, их активизация и увеличение протяженности зон происходят под влиянием хозяйст-

венной деятельности. Регулирование стока рек водохранилищами сопровождаются двух- и трехкратной активизацией размывов берегов ниже плотин. Со временем этот процесс может затухать по мере формирования нового типа потока.

Активизация размывов берегов происходит под влиянием мостовых переходов и других сооружений в русле и на берегах. Пересечение пойм дорожными насыпями, намыв пойменных территорий, возведение дамб обвалования уменьшают разливы во время половодья вплоть до полной концентрации потока в пойменных берегах. Так как пропускная способность естественного русла с поймой меньше, чем расход половодья, происходят размывы его дна и берегов. Сами берегоукрепительные сооружения могут провоцировать размывы берегов на нижерасположенных участках реки: закрепляя берег и ликвидируя его размыв, они тем самым создают дефицит наносов, который компенсируется размывом берегов ниже по течению.

Особое место занимают урбанизированные участки рек. Здесь даже при слабых размывах возникает угроза разрушения береговых объектов, усугубляющаяся несогласованностью воздействий на реку, как самих инженерных объектов, так и мероприятий по защите берегов от размыва.

Каналы — искусственные наземные водотоки с безнапорным движением. По своему назначению делятся на энергетические (гидросиловые), мелиоративные (оросительные, осушительные), водопроводные (обводнительные), лесосплавные, судоходные, рыбоводные. По химическому составу вода каналов идентична воде исходящего водоема (озера, водохранилища, пруда).

Озера — водоемы в естественных углублениях суши, не имеющие одностороннего уклона.

Каждое озеро состоит из трех взаимно связанных составных частей:

- 1) котловины — формы рельефа земной коры;
- 2) воды и растворенных в ней веществ;
- 3) растительного и животного населения водоема.

На основании трофности озера Беларуси делятся на мезотрофные, эвтрофные и дистрофные.

Эвтрофикацией называется процесс ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем так называемых «био-

генных элементов», в первую очередь соединений азота и фосфора. Эутрофикация — нормальный природный процесс, связанный с постоянным смывом в водоемы биогенных элементов с территории водосборного бассейна. Однако в последнее время на территориях с высокой плотностью населения или с интенсивно ведущимся сельским хозяйством интенсивность этого процесса увеличилась многократно из-за сброса в водоемы коммунально-бытовых стоков, стоков с животноводческих ферм и предприятий пищевой промышленности, а также из-за смыва избыточно внесенных удобрений с полей.

Механизм воздействия эутрофикации на экосистемы водоемов следующий:

1. Повышение содержания биогенных элементов в верхних горизонтах воды вызывает бурное развитие растений в этой зоне (в первую очередь фитопланктона, а также водорослей-образателей) и увеличение численности питающегося фитопланктоном зоопланктона. В результате прозрачность воды резко снижается, глубина проникновения солнечных лучей уменьшается, и это ведет к гибели донных растений от недостатка света. После отмирания донных водных растений наступает черед гибели прочих организмов, которым эти растения создают места обитания или для которых они являются вышерасположенным звеном пищевой цепи.

2. Сильно размножившиеся в верхних горизонтах воды растения (особенно водоросли) имеют намного большую суммарную поверхность тела и биомассу. В ночные часы фотосинтез в этих растениях не идет, тогда как процесс дыхания продолжается. В результате в предутренние часы теплых дней кислород в верхних горизонтах воды оказывается практически исчерпанным, и наблюдается гибель обитающих в этих горизонтах и требовательных к содержанию кислорода организмов (происходит так называемый «летний замор»).

3. Отмершие организмы рано или поздно опускаются на дно водоема, где происходит их разложение. Однако донная растительность из-за эутрофикации погибает, и производство кислорода здесь практически отсутствует. Если же учесть, что общая продукция водоема при эутрофикации увеличивается, между производством и потреблением кислорода в придонных горизонтах наблюдается дисбаланс, кислород здесь стремительно расходуется, и все

это ведет к гибели требовательной к кислороду донной и придонной фауны. Аналогичное явление, наблюдающееся во второй половине зимы в замкнутых мелководных водоемах, называется «зимним замором».

4. В донном грунте, лишенном кислорода, идет анаэробный распад отмерших организмов с образованием фенола, сероводорода, метана. В результате процесс эвтрофикации уничтожает большую часть видов флоры и фауны водоема, практически полностью разрушая или очень сильно трансформируя его экосистемы, и сильно ухудшает санитарно-гигиенические качества его воды, вплоть до ее полной непригодности для купания и питьевого водоснабжения.

Один из вероятных процессов в эвтрофных водоемах — рост сине-зеленых водорослей (цианобактерий). Некоторые из них очень токсичны. Выделяемые этими организмами вещества относятся к группе фосфор- и серосодержащих органических соединений, действующих как нервно-паралитические яды. Токсины сине-зеленых водорослей способствуют возникновению дерматозов, желудочно-кишечных заболеваний; в особенно тяжелых случаях, при попадании большой массы водорослей внутрь организма, может развиваться паралич. Необходимо быть особенно внимательными при работе с детьми на таких водных объектах.

Термический режим озер обусловлен приходом и расходом тепла во времени и распределением его в водной массе и котловине. Накопление и расходование тепла в озере за некоторый промежуток времени можно выразить в виде уравнения теплового баланса.

Основным источником прихода тепла в озера является солнечная радиация. Наиболее интенсивно поглощает солнечную радиацию поверхностный слой воды. Исследования показывают, что в озерах с прозрачной водой в слое воды 25 см поглощается 43—59%, а в озерах с повышенной мутностью — 30—80% падающей радиации. Поэтому, если бы вода в озерах была неподвижной, то нагрев ее происходил бы лишь в самом верхнем слое, проникновение тепла в глубины из-за очень малой теплопроводности воды осуществлялось бы в ничтожных размерах. Но благодаря движению водных масс в озерах активно осуществляется обмен теплом между различными слоями воды по вертикали. В связи с этим суточные колебания температур в озерах прослеживаются на глубине

нескольких метров, а годовые — обычно захватывают всю водную толщу (за исключением некоторых наиболее глубоких озер).

Перенос тепла в глубины озера, а следовательно, и термический режим глубин, связаны с двумя видами перемешивания вод: конвективным — вертикальным обменом частиц воды, связанным с разностью плотностей этих частиц, и фрикционным, возникающим в результате движения водных масс, вызванного, главным образом, ветром.

В результате поступления и отдачи тепла через водную поверхность и перераспределения его в водной массе в озерах наблюдаются различные типы термического режима.

Весной, после вскрытия озера, частицы воды в поверхностном слое нагреваются до температур, близких к 4°C , плотность их возрастает, возникает свободная конвекция, выравнивающая температуры сначала в верхнем слое, а затем во всей водной массе (весенняя гомотермия).

При весенней гомотермии вода озера легко перемешивается ветром и становится однородной не только по температуре, но и по минерализации, мутности, насыщению газами и т. д. Продолжительность и интенсивность весеннего перемешивания чрезвычайно важна для жизни в озере, так как в этот период глубинные слои его насыщаются кислородом. Устанавливаясь обычно при температуре 4°C , гомотермия может продолжаться (при сильных ветрах) и при более высоких температурах. Так, в мелководных озерах ветровое перемешивание может поддерживать ее в течение всего безледного периода.

К концу весны верхний слой воды прогревается; разность температуры, а следовательно, и градиенты плотности воды между верхними и глубинными слоями возрастают. В озере устанавливается прямая температурная стратификация, характеризующаяся понижением температуры с глубиной. Наступает летний период годового теплооборота озера. В период летнего нагревания энергии ветра оказывается недостаточно для полного перемешивания водоема и в нем образуются три вертикальные зоны (рис. 32).

В верхней зоне — *эпилимнионе* — нагретой сильнее двух остальных, температуры по вертикали, благодаря ветровому перемешиванию, убывают весьма незначительно. Для средней зоны — *металимниона* (термоклина), или слоя температурного скачка,



Рисунок 32 — Вертикальная зональность озера

характерно резкое понижение (скачок) температуры с глубиной. Разность значений температуры на его верхней и нижней границах может достигать 20°C и более, а вертикальный градиент температуры — $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ на 1 м. Нижняя, относительно холодная зона — *гиполимнион* — отличается плавным и незначительным понижением температуры с глубиной. Мощность эпилимниона обычно не превышает $2\text{--}10$ м, и только в сильно перемешиваемых озерах она может достигать $18\text{--}20$ м. Металимнион занимает слой от нескольких дециметров до $2\text{--}7$ м, в крайне редких случаях увеличиваясь до 15 м и более метров. Положение металимниона (слоя температурного скачка) меняется в зависимости от степени нагрева поверхностных слоев воды, силы ветра и морфометрических особенностей котловины. Так, сильные ветры вызывают погружение слоя скачка на большие глубины. В мелких озерах металимнион лежит ближе ко дну.

Эпилимнион, металимнион и гиполимнион обладают не только специфическими термическими особенностями, но и являются зонами, в которых резко различен химический, газовый и биологический режимы.

Эпилимнион получает из воздуха кислород, в нем достаточно благоприятен световой режим и хорошо развита органическая жизнь. Металимнион из-за значительных градиентов плотности является преградой для перемешивания и переноса кислорода в гиполимнион. Он не преодолим и для ряда планктонных организмов.

В гипolimнионе летом ощущается дефицит кислорода, так как проникновению его сверху препятствует слой скачка, а имеющийся кислород расходуется на разложение органических остатков и дыхание водных организмов.

Моментом максимального нагрева водоемов заканчивается летний период, и начинается осенний период охлаждения озера. В первую фазу этого периода происходит охлаждение эпилимниона, затем в результате конвективного перемешивания разность температур и плотность между эпилимнионом и гипolimнионом уменьшается, при этом слой температурного скачка погружается. Охлаждение эпилимниона и погружение металимниона продолжается до тех пор, пока водная масса не станет полностью однородной (осенняя гомотермия). Состояние осенней гомотермии нарушается, как только температура верхних слоев воды в озере становится ниже 4°C. Более плотные глубинные воды, имеющие температуру около 4°C, препятствуют проникновению вниз легких охлажденных поверхностных вод. Свободная конвекция прекращается, и постепенно в озере устанавливается обратная температурная стратификация, для которой характерно повышение температуры с глубиной. Начинается зимнее охлаждение.

Зимой при обратной температурной стратификации в результате охлаждения поверхностного слоя ниже температуры замерзания на несколько десятых градуса озеро замерзает.

Процесс льдообразования на озерах начинается так же, как и на реках, с возникновения заберегов и сала. На малых озерах, где тепловой запас и перемешивание невелики, а охлаждение по площади происходит почти равномерно, сплошной ледяной покров может образоваться почти одновременно на всей площади за счет смыкания заберегов, продвигающихся от берегов к центру озера. Если похолодание сохраняется, то возникновение первой ледяной корки является и установлением ледостава.

На крупных глубоких озерах со сложной формой котловины, обладающих большим и неравномерно распределенным запасом тепла и подверженных сильному ветровому воздействию, установление ледостава происходит неодновременно по площади. Продолжительность интервала времени от появления первых ледяных образований до установления сплошного ледостава на отдельных участках может достигать до 20—45 суток, а общая про-

должительность замерзания всего озера — до трех месяцев. В начале ледообразование идет в прибрежной зоне, где формируются сало и забереги. Сильный ветер, взламывая забереги, выносит лед в центральную часть озера, где он, смерзаясь со всплывшим донным льдом, образует ледяные поля. Постепенно размеры ледяных полей увеличиваются, и устанавливается ледостав. После образования сплошного ледяного покрова, при уменьшении потерь тепла в атмосферу, возможно вскрытие глубоководных участков за счет подтаивания льда снизу и повторное их замерзание, что может неоднократно повторяться, если зима неустойчивая, а теплозапас водной массы не израсходован.

Наращение льда идет наиболее интенсивно в первый период после замерзания, причем процесс этот происходит одновременно и снизу и сверху. Поэтому для озерного льда в большинстве случаев характерна слоистая структура: поверхность прозрачного водного льда лежит мутный и беловатый водно-снеговой и снеговой лед. К весне толщина льда на озерах может достигать 200 см. Лед и особенно покрывающий его снег делают практически невозможным теплообмен между водной массой и атмосферой.

Вскрытие озер происходит под влиянием притока тепла, механического воздействия ветра и колебаний уровня воды. Стаивание льда за счет притока тепла может происходить как с верхней, так и с нижней поверхности. На малых озерах вскрытие и очищение ото льда происходит почти исключительно за счет притока тепла, лед тает на месте. На больших озерах усиливается роль ветра, наблюдается дрейф льда (ледоход), а на сточных озерах часть льда выносятся реками. Вскрытие озер происходит на 8—15 дней позднее, чем вскрытие рек.

Водохранилища — искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью сохранения воды и регулирования водного стока. Создаются в соответствии с потребностями различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, ЖКХ, водного транспорта. Имеют полный объем воды более 1 млн м³. Химический состав воды в целом зависит от состава воды рек, наполняющих водохранилище.

Водохранилища отличаются друг от друга параметрами (площадью зеркала, объемом, длиной, шириной, глубиной), конфигурацией, характером регулирования, назначением, харак-

тером и степенью воздействия на природу и хозяйство прилегающих районов, технико-экономическими показателями и т. п. Вместе с тем они имеют и общие черты: почти все водохранилища образуются путем подпора рек плотинами (лишь некоторая часть образована путем обвалования участков территории дамбами с самотечной или механической подачей воды извне); большинство водохранилищ предназначается для регулирования естественного стока рек в целях комплексного использования водных ресурсов; для всех водохранилищ (за исключением тех из них, в состав которых вошли крупные естественные озера) характерны возрастание глубины по направлению к плотине, весьма замедленные по сравнению с рекой водообмен и скорости течения воды, неустойчивость летней термической и газовой стратификации и некоторые другие особенности.

Создание водохранилищ и регулирование ими стока значительно преобразует естественный гидрологический режим реки, что влечет изменения и многих других природных процессов. Эти изменения проявляются по-разному в верхних (выше плотины) и нижних бьефах гидроузлов (ниже плотины). В первую очередь это относится к режиму уровней воды.

По гидрохимическим и гидробиологическим особенностям водохранилища ближе к озерам, чем к рекам. Затопленные почвы, размывы берегов, торфяники, растительность пополняют воду водохранилищ азотом, фосфором, железом, органическими веществами. Вследствие обогащения воды органическими веществами увеличивается содержание углекислоты, и уменьшается количество растворенного кислорода. Наблюдается тенденция к увеличению солености, связанная с режимом регулирования и с загрязнением сточными водами.

С созданием водохранилищ изменяется режим движения наносов. Характер и размеры этих изменений зависят от многих факторов: размеров, очертания в плане, величины сработки и степени проточности водохранилища, количества и крупности наносов, приносимых рекой, масштабов переработки берегов, режима течений и волнения.

Крупные водохранилища рассчитываются на заиление в течение нескольких столетий, тем не менее, в практике гидростроительства известны случаи очень быстрого их уничтожения наносами.

Бороться с заилием водохранилищ можно путем уменьшения эрозии и твердого стока в его бассейне и своевременного сброса наносов из водохранилищ через специальные грязеспуски.

С одной стороны, водохранилища нужны для: обеспечения орошения и обводнения новых земельных массивов и повышения водообеспеченности поливных земель; водоснабжения промышленных предприятий, населенных пунктов, ТЭЦ, АЭС; организации зон отдыха и спорта вблизи городов и курортов; использования гидроэнергоресурсов; предотвращения наводнений. С другой стороны, создание водохранилищ осложняется нежелательными последствиями, вносимыми ими в природу и хозяйство территорий, на которых они создаются.

Во-первых, водохранилища являются одним из крупных «потребителей» земли. В настоящее время только у нас в стране под водохранилища изъято 0,5% площади сельскохозяйственных угодий. В зону затопления попадают леса, и недра, и населенные пункты.

Во-вторых, со строительством плотин изменяется не только гидрологический режим реки, о чем мы уже говорили, но и весь комплекс природных условий на прилегающих к водохранилищам территориях (повышается уровень грунтовых вод, понижаются летние и повышаются зимние температуры воздуха, усиливается ветровая деятельность, повышается влажность воздуха, изменяется растительность и животный мир и т. д.).

Поэтому при проектировании и обосновании целесообразности создания водохранилищ необходимо в полной мере учитывать все положительные и отрицательные последствия для природы и хозяйства не только в период заполнения и в первые годы эксплуатации водохранилищ, но и в прогнозируемой перспективе. Последствия создания водохранилищ должны учитываться и в прилегающих районах, и на удаленных территориях.

Пруды — искусственные водоемы с площадью акватории до 1 км². Создаются с разнообразными целями водонакопления в долинах рек, на месте бывших карьеров. По гидрологическим характеристикам схожи с водохранилищами.

Родники являются одним из самых притягательных объектов природы. Сила этого притяжения имеет глубокие историче-

ские корни. Вода в них всегда была чище воды любых других поверхностных источников. Человек с древних времен пользовался родниками.

С точки зрения гидрогеологии, *родники* (ключи, источники) — естественные выходы подземных вод на поверхности (рис. 33). Нередко они дают начало ручьям и речкам. Подземные воды чаще всего пробиваются на поверхность в холмистой местности, образуя родники на склонах местности.



a — место выхода воды

Рисунок 33 — Схема образования родника.

В равнинных областях они находят выход в зонах эрозии — по берегам рек и склонам оврагов. Родники могут быть самостоятельными водными объектами. Нередко они дают начало ручьям и речкам.

Родники бывают трех типов — лимнокрены, реокрены, голокрены.

Лимнокрен — небольшой бассейн площадью до 6 м² с песчаным дном, с практически незаметным течением и прозрачной водой.

Реокрен — водоток небольшой протяженности, обычно характерный для возвышенностей. Такие родники имеют медленное течение и дают начало ручьям и рекам.

Голокрен — выход подземных вод на плоскую земную поверхность с глубиной бассейна не более 10—20 см. Вода такого родника мутноватая.

Родники могут питаться верховодкой, грунтовыми и артезианскими водами. В первых двух случаях образуются нисходящие родники, вытекающие из рыхлых отложений вниз по склону. В местах рассеянного выхода подземные воды увлажняют склон долины на

всем протяжении водоносного пласта, нередко образуя заболоченные полосы с характерной влаголюбивой растительностью.

По особенностям режима все родники подразделяются на постоянно, сезонно и ритмически действующие. Наибольшим постоянством отличаются восходящие источники, питающиеся артезианскими водами. Резкие колебания дебита (вплоть до иссякания) характерны для источников, питающихся верховодкой — неглубоко залегающими (до нескольких метров) подземными водами. Запасы воды в верховодке очень мало, а качество ее низкое. Родники, питающиеся из верховодки, весьма распространены, их можно повсюду наблюдать весной на склонах местности, по берегам рек, при разработке траншей, котлованов и т. д. Летом они быстро иссякают. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения такие родники непригодны.

В зависимости от глубины долины и количества, чередующихся водоносных и водоупорных пластов родники могут выходить на разной высоте по склону местности. Такое расположение родников встречается по берегам крупных рек, в крупных оврагах, в долинах рек.

Восходящие родники, которые образуются при выходе артезианских вод, истекающих на поверхность по трещинам в твердых породах, наиболее надежны в санитарном отношении. Они питаются из глубинных (100—500 м) хорошо защищенных водоносных пластов.

Химический состав воды родников разнообразен. Родники, представляющие собой выходы подземных вод, продвигавшихся на сравнительно небольшом расстоянии в трудно растворимых породах — кварцевых песках, в коре выветривания кристаллических пород, чаще всего дают ультрапресные воды с ничтожно малым плотным остатком, состоящим почти наполовину из кремнезема. Если на пути вод встречались органические отложения (торфяники и т. п.), то в них наблюдаются органические вещества. Родники, вытекающие из кислых изверженных пород (граниты и т. п.), отличаются наличием углекислого натрия, а родники, берущие начало в средних изверженных породах, — углекислого кальция и магния; из горных пород, богатых железом, вытекают родники, в которых присутствие железистых соединений чувствуется на вкус. Родники, берущие начало в из-

вестняках, обладают высокой жесткостью. Наличие в породах пирита, марказита или кристаллов серы обуславливает в родниковых водах присутствие сероводорода. Естественно, что наличие в горных породах легкорастворимых солей ведет к появлению соленых и рассольных родников.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте температурную характеристику Мировому океану.
2. Какие циркуляционные системы существуют в Мировом океане?
3. Какие существуют виды водных объектов?
4. Каково происхождение озерных котловин?
5. Каковы причины термического режима озера?
6. Как различаются родники?
7. Каково значение родников?

Почва — верхний плодородный слой земли; является одним из компонентов биосферы — биокосным телом, образованным отмершим органическим веществом и породой.

Первое научное определение почвы дал В. В. Докучаев. Он определил почву как вполне самостоятельное, естественно-историческое тело, возникшее в результате деятельности климата, живых организмов, рельефа, грунта, возраста страны.

Современное определение понятия почвы дает профессор Б. Г. Розанов: *Почва — это сложная полифункциональная открытая четырехфазная структурная система в поверхностной части коры выветривания горных пород, организмов, климата, рельефа, времени, и обладающая плодородием* [32].

К числу основных отличий от горной породы следует отнести следующие: неоднородность почвы по вертикальному профилю, выраженная связь почвы с географической средой, наличие в почве специфических физических, химических, биологических свойств и др. Важным интегральным показателем отличия почвы от исходной горной породы является ее плодородие.

Плодородие — способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, воздухе и др. Благодаря этому почва участвует в возобновлении биомассы, в том числе и урожая сельскохозяйственных культур.

Основоположник современного научного почвоведения В. В. Докучаев сформулировал понятие о почве как о вполне самостоятельном естественно-историческом теле, которое является продуктом совокупной деятельности грунта, климата, растительных и животных организмов, возраста страны и рельефа местности. Таким образом, В. В. Докучаев открыл *почву как особое природное образование*. Суть открытия — установление почвы как функции всех факторов почвообразования — не сразу была оценена современниками.

Ученый подчеркивал, что возникновение почвы происходит в результате совместного действия всех факторов почвообразования.

На своих лекциях о почвоведении он чрезвычайно образно говорил о значении почвы как производного всех факторов почвообразования: «В русской и иностранной литературе много спорили о том, какому из трех факторов: грунту, климату или организмам — придать наибольшее значение при рассмотрении вопроса об образовании почв. Одни стояли за первенство климатических причин, другие — за преобладание роли организмов, третьи приписывали наисущественнейшее значение материнской породе, грунту. Но я полагаю, что это праздные, ни к чему не ведущие догадки. Если бы, предположим, медик задался вопросом, что важнее для организма человека: вода, воздух или пища, то, без сомнения, такой вопрос все бы сочли праздным и бесполезным. И вода, и воздух, и пища одинаково необходимы, ибо без каждого из этих веществ в отдельности невозможно существовать, а потому поставленного выше вопроса и решать нечего. Точно так же совершенно бесполезно задаваться вопросом о том, какой именно из почвообразователей играл наиважнейшую роль в истории образования почвы. Каждый из них в отдельности одинаково важен» [30].

Таким образом, В. В. Докучаев показал, что понятие о почве неразрывно связано с диалектическим представлением о ее генезисе (образовании) в результате взаимодействия факторов почвообразования. Поэтому его учение получило название генетического *почвоведения*.

Почва состоит из твердой, жидкой (почвенного раствора), газообразной и живой (фауны и флоры) частей. Важнейшим признаком почвы является плодородие. Географическое распространение почв на равнинах подчинено закону широтной зональности, а в горах — высотной поясности. Вместе с тем в распределении почвенного покрова проявляются определенные черты интразональности и аazonальности.

Почва образуется в результате взаимодействия различных сфер Земли. Общепланетарное значение почвы выражается в том, что она является не только жизненным простором для наземных организмов растительного и животного мира, но и служит основным источником питания, энергии и воды для растений.

В почве задерживаются минеральные и органические вещества, происходит их преобразование из одной формы в другую, доступную для растений.

Почва выполняет санитарные функции (содействует очищению воды, воздуха, разрушению вредных веществ), является своеобразным буфером и предохраняет поверхность суши от переувлажнения, перегревания, переосушения, а также способствует аккумуляции значительного количества солнечной энергии в результате фотосинтетической деятельности растений. Она является основным звеном в процессе малого биологического и большого геологического круговоротов веществ.

В литосфере почва — источник веществ, которые содействуют образованию минералов, пород, полезных ископаемых.

Воздействие почвы на воды проявляется в изменении химического состава грунтовых и поверхностных вод, в формировании речного стока и водного баланса, а в конечном итоге — в круговороте воды на Земле.

Влияние почвы на атмосферу определяется тем, что почвенная атмосфера находится в постоянном взаимодействии с воздухом атмосферы.

Благодаря плодородию почва выступает как основное условие возникновения сельского хозяйства и существования человека на планете.

Почвообразовательный процесс (почвообразование) — сложный природный процесс преобразования материнской горной породы в почву, ее становления и эволюции под воздействием комплекса факторов. По своей природе — это биофизико-химический процесс.

Преобразование горной породы в почву происходит в результате одновременно идущих процессов — выветривания и почвообразования. Они тесно связаны между собой, но обычно первый процесс предшествует. Физическое и химическое выветривание подготавливают породу к почвообразованию — доводят до состояния рыхляка, в котором может содержаться некоторое количество влаги и элементов питания в доступной форме.

Общая схема почвообразования состоит из следующих основных стадий: 1) привнесение химических элементов и соединений с атмосферными осадками, почвенными животными и растениями в почвообразующую породу; 2) преобразование, перемещение, аккумуля-

муляция химических элементов по профилю почвы и формирование генетических горизонтов; 3) частичный вынос химических элементов за пределы почвенного профиля с участием атмосферных осадков.

Горные породы, на которых формируются почвы, называют *почвообразующими*, или *материнскими*. Самыми распространенными являются рыхлые осадочные породы, отличающиеся рыхлым сложением, пористостью, водопроницаемостью и другими благоприятными для почвообразования свойствами. Мощность их может достигать больше сотни метров.

Материнская порода является материальной основой, субстратом, на котором формируется почва. Почва в значительной мере наследует от исходной породы ее гранулометрический, минералогический, химический состав и свойства. Почвообразующая порода состоит из разнообразных минеральных компонентов, различным образом участвующих в процессе почвообразования. Другие составные части почвообразующих пород легко разрушаются и обогащают почву определенными химическими элементами. Таким образом, состав и строение почвообразующих пород оказывает чрезвычайно сильное влияние на процесс почвообразования.

Рельеф принадлежит к числу важнейших факторов почвообразования, влияет на почвообразование косвенно, перераспределяя воду, тепло и твердые частицы почвы. Значительное изменение высоты местности влечет за собой существенное изменение температурных условий, сравнительно незначительное изменение высоты сказывается на перераспределении атмосферных осадков, экспозиция склона имеет большое значение для перераспределения солнечной энергии, определяет степень воздействия на почву грунтовых вод.

Поверхностный и внутренний сток вызывает направленную миграцию твердых частиц (растворенных веществ) — устанавливается обмен веществ между формами мезо- и микрорельефа. В итоге мощность гумусового горизонта на склоне может в 2—3 раза меньше, чем в понижении. Сильный сток воды с крутых склонов вызывает эрозию почв, создает тяжелые условия для поселения растений.

В зависимости от положения в рельефе и степени увлажнения различают автоморфные (почвы водоразделов, склонов), полугидроморфные (заболочиваемые) и гидроморфные почвы. Последние две

группы (ряды) почв находятся в сопряженной зависимости от автоморфных почв, т. е. почвы понижений испытывают воздействие поверхностных и грунтовых вод, обогащенных химическими элементами и соединениями, извлеченными из почв выше расположенных участков. Геохимическая зависимость полу- и гидроморфных почв от автоморфных называется *геохимическим сопряжением*.

Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов оказывает *климат*. С ним связано обеспечение почвы энергией (теплом) и водой. Именно они определяют гидротермический режим почвы.

От годового количества поступающего тепла и влаги, особенностей их суточного и сезонного распределения зависит развитие почвообразовательного процесса. Водный и тепловой режимы почвы непосредственно влияют на развитие и разнообразие организмов, величину их биомассы, скорость и характер разложения органических веществ, образование гумуса, разрушение минеральной части почвы.

Гидротермический режим также обуславливает скорость и направленность процессов перемещения воднорастворимых солей по профилю. Так, в условиях умеренно холодного влажного климата происходит значительный вынос органических и минеральных соединений в нижнюю часть почвенного профиля или в грунтовые воды.

Движение воздушных масс (ветер) влияет на газообмен почвы и захватывает мелкие частицы почвы в виде пыли, вызывает процесс физического выветривания горных пород, выдувает с поверхности почвы глинистые и пылеватые частицы, опесчанивает ее, обуславливает эрозию, может содействовать засолению почв, заноса соли с поверхности соленых водных бассейнов.

Климат оказывает влияние на почву не только непосредственно, но и косвенно, воздействуя на биологические процессы (распределение высших растений, интенсивность микробиологической деятельности).

Формирование почв происходит под влиянием *поверхностных и грунтовых вод*. Их роль сводится главным образом к перемещению взмученных веществ, растворенных соединений под влиянием гравитационных и капиллярных сил, гидролизу почвенных минералов; при застое воды развиваются глеевый и болотный процессы.

Определенное влияние на почвообразование оказывают *почвенно-грунтовые воды*. Вода является средой, в которой протекают многочисленные химические и биологические процессы в почве. Для большей части почв на междуречных пространствах основным источником воды служат атмосферные осадки. Однако там, где грунтовые воды расположены неглубоко, они оказывают сильное воздействие на почвообразование. Под их влиянием меняется водный и воздушный режимы почв. Грунтовые воды обогащают почвы химическими соединениями, которые в них содержатся, в отдельных случаях вызывают засоление. В переувлажненных почвах содержится недостаточное количество кислорода, что обуславливает подавление деятельности некоторых групп микроорганизмов. В результате воздействия грунтовых вод формируются особые почвы.

Биологический фактор является ведущим в процессе почвообразования. Без жизни не было бы почвы. Любая горная порода, как бы глубоко разложена и выветрена она ни была, еще не будет почвой. Только длительное взаимодействие материнских пород с растительными и животными организмами в определенных климатических условиях создает специфические качества, отличающие почву от горных пород.

В почвообразовании участвуют следующие группы организмов: *микроорганизмы, зеленые растения и животные*. Действуя совокупно, они образуют сложные биоценозы. Вместе с тем каждая из этих групп выполняет специфические функции.

Благодаря деятельности *микроорганизмов* происходит разложение органических остатков и синтез содержащихся в них элементов в соединения, поглощаемые растениями. К микроорганизмам относятся бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли и простейшие. Их количество в 1 г почвы колеблется от миллионов до миллиардов особей. Масса микроорганизмов составляет от 3 до 8 т / га, или около 1—2 т / га сухого вещества. Особенно много микроорганизмов в верхних горизонтах почвы, в прикорневой зоне.

Бактерии — самая распространенная группа микроорганизмов в почве, осуществляющая разнообразные процессы преобразования органических и минеральных соединений. Благодаря их деятельности происходит процесс переработки мертвого органического вещества, ежегодно поступающего в почву. При этом высвобождаются химические элементы, которые были прочно связаны с органическим веществом.

Большое значение имеет деятельность гетеротрофов, обуславливающих процесс аммонификации — разложение органического вещества с образованием аммонийных форм азота. Полезной является и нитрификация — деятельность автотрофных аэробных бактерий, окисляющих аммонийный азот сначала до азотистой, а потом до азотной кислоты. В результате этого растения получают такой необходимый им элемент питания, как азот. За один год деятельности нитрифицирующих бактерий может образоваться до 300 кг солей азотной кислоты на 1 га почвы.

Вместе с тем в почве с недостатком кислорода может происходить денитрификация — восстановление нитратов почвы до молекулярного азота, что ведет к потере его почвой.

Определенные группы бактерий способны поглощать молекулярный азот воздуха и переводить его в белковую форму. Этой способностью владеют свободноживущие в почве и клубеньковые бактерии, которые находятся в симбиозе с бобовыми растениями. После смерти азотфиксирующих бактерий почва обогащается биологическим азотом — до 200 кг / га.

С помощью бактерий осуществляются процессы окисления различных веществ. Так, серобактерии окисляют сероводород до серной кислоты — в результате в почве за год накапливается до 200 кг / га сульфатов.

Большая группа железобактерий для поглощения углерода использует энергию окисления закисного железа.

Актиномицеты, или лучистые грибы, разлагают клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы, участвуют в образовании гумуса.

Содержание грибов в почве измеряется десятками тысяч экземпляров в одном грамме почвы. Наиболее распространены плесневые грибы, а в лесных почвах — гриб-мукор. Грибы разлагают лигнин, клетчатку, белки, дубильные вещества. При этом образуются органические кислоты, способные преобразовать почвенные минералы. Часто грибы вступают в симбиоз с зелеными растениями, образуя при этом на корнях микоризу, улучшающую азотное питание растений.

Водоросли развиваются на поверхности почвы. Максимальное количество их наблюдается во влажные периоды. В лесных почвах преобладают диатомовые, сине-зеленые водоросли. Они обогащают почву органическим веществом, активно участвуют в выветривании горных пород.

Лишайники — сложное симбиотическое образование гриба и водоросли. Встречаются на почве, деревьях, голых скалах. Разрушают породы, воздействуя на них механически и химически. Органические остатки лишайников и минеральные зерна горной породы являются по существу примитивной почвой для поселения на ней высших организмов.

Высшим растениям принадлежит главная роль в почвообразовании. На суше ежегодно образуется $15 \cdot 10^{10}$ т биомассы, синтезируемой зелеными растениями за счет фотосинтеза.

Биомасса — общее количество живого органического вещества растительного сообщества. Наибольшая биомасса в лесных сообществах составляет 1—4 тыс. ц / га. Травянистые сообщества образуют меньшую биомассу: Луговые степи — 250 ц / га, сухие степи — 100 ц / га, пустыни — 43 ц / га. Часть биомассы в виде корневых остатков и наземного опада возвращается в почву. Ежегодно поступает в почву (опад, корни): таежный лес — 4—6 т / га, луговые степи — около 14 т / га, агрофитоценоз — 3—8 т / га. Растения в процессе своей жизнедеятельности синтезируют органическое вещество и определенным образом распределяют его в почве в виде корневой массы, а после отмирания надземной части — в виде растительного опада. Составные части опада после минерализации поступают в почву, способствуя накоплению перегноя и приобретению характерной темной окраски верхнего горизонта почвы. Кроме того, растения аккумулируют отдельные химические элементы, в небольшом количестве содержащиеся в почвообразующих породах, но необходимые для нормальной жизнедеятельности растений. После отмирания растений и разложения их остатков эти химические элементы остаются в почве, постепенно ее обогащая.

Вторая важная функция зеленых растений — концентрация зольных элементов (около 70, в том числе кальция, магния, калия, натрия, серы, хлора) и азота. До 95% массы сухого вещества растений приходится на углерод, кислород, водород и азот.

Высшие растения и микроорганизмы образуют определенные комплексы, под воздействием которых формируются различные типы почв. Каждой растительной формации соответствует определенный тип почв. Например, под растительной формацией хвойных лесов никогда не сформируется чернозем, который образуется под воздействием лугово-степной травянистой формации.

Животные организмы (насекомые, дождевые черви, мелкие позвоночные и др.), обитающие в почве в огромном количестве, также участвуют в почвообразовании. Их основная роль — преобразование органического вещества почвы. Важна и роющая деятельность почвенных животных.

Зоомасса на Земле меньше фитомассы и составляет несколько миллиардов тонн. Наибольшую зоомассу имеют широколиственные леса — 600—2 000 кг / га.

Дождевые черви — наиболее распространенная группа почвенных животных — на одном гектаре их может быть до миллионов особей. Они составляют 90% зоомассы в таежных и лиственных лесах. За год перерабатывают на 1 га 50—380 т почвы. При этом улучшается структура почвы, ее пористость, физические свойства.

Почвенные насекомые разрыхляют почву, перерабатывают растительные остатки, обогащают почву растительным веществом, элементами минерального питания.

Землерои (суслики, кроты, мыши и др.) перерывают почву, создают в ней норы, перемешивают почву, тем самым способствуют лучшей аэрации и быстрейшему развитию почвообразовательного процесса, а также обогащают органическую массу почвы продуктами своей жизнедеятельности, изменяют ее состав.

Совершенно особый фактор почвообразования — *время*. Все процессы, протекающие в почве, совершаются во времени.

Различают понятие абсолютного и относительного возраста почв. *Абсолютный возраст* — время, которое прошло с начала формирования почвы до современной стадии ее развития. Он может колебаться от нескольких тысяч до миллиона лет.

Почвообразовательный процесс начался раньше на тех территориях, которые быстрее освободились от водного и ледникового покрова. Так, на территории Беларуси молодыми являются почвы ее северной части (в границах последнего валдайского (поозерского) оледенения) — их возраст около 10—12 тыс. лет; почвы южных территорий республики имеют более зрелый возраст. Вместе с тем в границах одной и той же территории, одного абсолютного возраста почвообразовательный процесс может идти с различной скоростью. Это обусловлено территориальной неоднородностью почвообразующей породы, рельефа и др. В итоге образуются почвы с разной степенью развитости почвенного профиля — их *относительный* возраст будет неодинаковым.

Для определения абсолютного возраста почв и органического вещества используют радиоактивный изотоп ^{14}C и его соотношение с ^{12}C . Период полураспада ^{14}C составляет 5 600 лет. Изотоп ^{12}C стабильный. Зная радиоуглеродную активность гумуса, можно определить его возраст в пределах до 40—50 тыс. лет.

Почва является природным телом и характеризуется совокупностью внешних признаков — определенной морфологией. *Морфология почвы* — внешний (наружный) вид почвы, который создается в результате перераспределения продуктов почвообразования. Морфологические признаки отражают состав, химические и физические свойства почвы. Они позволяют определить тип почвы, направленность и степень выраженности почвообразовательного процесса. Морфологические признаки почв можно квалифицировать как природные индикаторы экологического состояния почвы.

Основными морфологическими признаками являются строение почвенного профиля, мощность почвы и ее горизонтов, окраска, механический состав, новообразования и включения.

Процессы почвообразования и перемещения веществ, происходящие в почвообразующей породе, вызывают расчленение ее верхней части на отдельные, генетически связанные между собой горизонты, которые называют *почвенными*, а их совокупность — *профилем*. Таким образом, почвенный профиль — это вертикальный разрез почвы от ее поверхности до материнской породы. Он состоит из генетически связанных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов. Каждый почвенный тип характеризуется определенным строением почвенного профиля.

Почвенный горизонт имеет более или менее одинаковый гранулометрический, минералогический и химический состав, физические свойства, структуру, окраску и др.; в нем могут выделяться подгоризонты.

Почвенный профиль состоит из генетических горизонтов, которые отличаются между собой по внешнему рисунку. В зависимости от генезиса почвенные горизонты имеют соответствующие названия и буквенные обозначения (индексы):

A_o — лесная подстилка, которая состоит из полуразложившихся и неразложившихся продуктов лесного опада, остатков травянистой растительности и располагается на самой поверхности почвы.

Ad — дерн, поверхностный горизонт, образующийся под травянистой растительностью (луговой), густо пронизанный корнями растений.

A_{max} — пахотный горизонт, образованный из гумусового или других горизонтов на глубине постоянной обработки почвы.

A — гумусовый или гумусово-аккумулятивный горизонт, который образуется в верхней части профиля, выделяется высоким содержанием гумуса и элементов питания, характерен для степных почв.

A₁ — гумусовый или гумусово-элювиальный горизонт. В нем происходит не только накопление гумуса, но и разрушение, вымывание органических и минеральных соединений.

A₂ — элювиальный или подзолистый горизонт. Это горизонт кислого разложения минеральной части почвы и вымывания продуктов разложения и иловатых частичек в нижерасположенные горизонты. Обычно имеет беловатую окраску.

B — иллювиальный, или горизонт накопления значительной части соединений, вымывающихся из вышерасположенных горизонтов. Особенно много в нем накапливается железа и алюминия. Обычно буро-окрашенный. В некоторых почвах (дерновые, черноземы и др.) горизонт является не иллювиальным, а переходным от гумусового к материнской породе.

C — материнская порода, почти не затронутая или в слабой степени измененная почвообразовательным процессом.

T — торфяной горизонт, черно-коричневой окраски с различной мощностью, встречающийся в профиле болотных почв.

G — глеевый горизонт, образующийся в гидроморфных почвах. В нем при недостатке кислорода развиваются восстановительные процессы, приводящие к образованию закисных соединений железа, марганца и др. Окраска этого горизонта обычно серо-сизая, голубая. Когда признаки глеевого процесса проявляются и в других горизонтах, тогда к их буквенному обозначения добавляют «*q*» — *A_{2q}*, *B_q*. Дополнительными индексами можно указать на карбонатность горизонта — *B_k*, засоленность — *B_c* и т. д.

Мощность почвы — толщина ее от поверхности до слабо затронутой почвообразованием материнской породы. В различных почвах она разная. Мощность почвенного профиля колеблется от нескольких сантиметров в горах до двух метров на равнине. Средние размеры мощности почвы колеблются от 40—50 до 250 см.

Малую мощность почвенного профиля имеют почвы тундры — около 40 см, и связано это с влиянием на почвообразование вечной мерзлоты. Мощность почв территории Беларуси колеблется от 120 см на глинистой породе до 250 на песках.

Генетические горизонты, составляющие почвенный профиль, неодинаковые по мощности — от нескольких сантиметров до 100 и более. При изучении морфологии почвы обычно отмечают верхнюю и границу горизонта. Например: A_{max} 0—20 см; A_2 — 20—30 см и т. д.

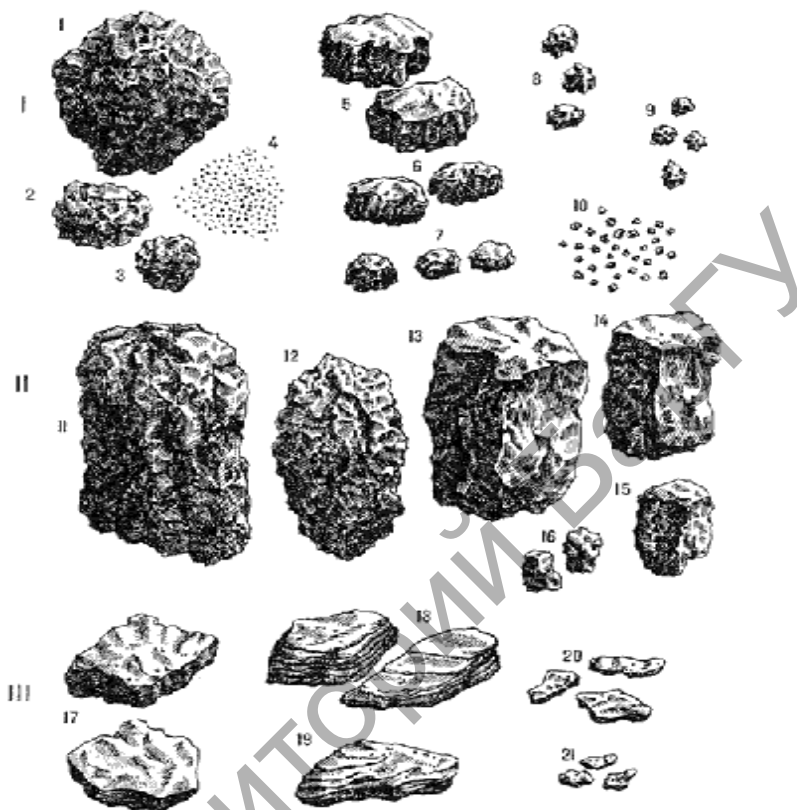
По информации о мощности горизонтов можно сделать вывод о степени выраженности почвообразовательного процесса и даже об уровне плодородия почвы. Так, небольшой гумусовый (до 10 см) и хорошо развитый (10—15 см) подзолистый горизонты свидетельствуют об относительно низком плодородии такой дерново-подзолистой почвы и ее повышенной кислотности.

Окраска почвы — один из наиболее важных и легкодоступных для наблюдения морфологических признаков. Она довольно разнообразная, зависит от состава почвообразующих пород и типа почвообразования. В зависимости от цвета некоторые почвенные типы называются — черноземом, сероземом, красноземом.

Окраска почвы сводится к сочетанию черного, белого и красного цветов. Основными веществами, обуславливающими цвет почвы, являются: а) темноцветные органические и органо-минеральные вещества; б) оксидные соединения железа и марганца, придающие бурый, оранжевый, желтый, красный цвета; в) кремнезем, углекислые труднорастворимые соли, гидрат оксида алюминия, вызывающие белую окраску; г) закисные соединения железа придающие почве серый, зеленоватый, а также цвет первичных минералов. Окраска почвы может существенно изменяться от степени ее увлажнения. Так, например, серая окраска влажной почвы может смениться на светло-серую при подсушивании ее.

Структура почвы — совокупность отдельных (агрегатов, комочков) разной формы и величины, на которые распадается почва при рыхлении (глыбистая, комковатая ореховатая, зернистая, призматическая, столбчатая и др.) (рис. 34).

Слеживание почвы — внешнее выражение плотности и пористости почвы. Механические элементы почвы и структурные отдельные могут с разной степенью плотности прилегать один к одному, образуя слитную массу или массу с порами.



I тип: 1 — крупнокомковатая; 2 — среднекомковатая; 3 — мелкокомковатая;
 4 — пылеватая; 5 — крупноореховатая, 6 — ореховатая, 7 — мелкоореховатая,
 8 — крупнозернистая, 9 — зернистая, 10 — порошистая
 II тип: 11 — столбчатая, 12 — столбовидная, 13 — крупнопризматическая,
 14 — призматическая, 15 — мелкопризматическая, 16 — тонкопризматическая
 III тип: 17 — сланцевая, 18 — пластинчатая, 19 — листоватая,
 20 — грубочешуйчатая, 21 — мелкочешуйчатая

Рисунок 34 — Структура почвы

Слеживание почвы зависит в основном от гранулометрического состава и структуры. Существенное влияние на слеживание оказывает деятельность почвенной фауны и корневых систем растений.

По степени плотности выделяют рассыпчатое, рыхлое, плотное и очень плотное слеживание. *Рассыпчатое* слеживание свойственно песчаным и супесчаным почвам, у которых частички не связаны

между собой. *Рыхлое* слеживание характерно для хорошо оструктуренных суглинистых почв, а также для супесчаных со значительным содержанием гумуса. При *плотном* слеживании лопата с большой трудностью входит в грунт. Оно характерно для иллювиальных горизонтов глинистых и суглинистых почв. Частички этих горизонтов довольно прочно связаны между собой; а при *очень плотном (слитном)* слеживании используют даже лом или кирку при копке шурфа.

По характеру пористости различают следующие виды слеживания: *тонкопористое* (поры 1 мм), *пористое* (1—3 мм), *губчатое* (3—5 мм), *ноздреватое* (5—10 мм), *ячеистое* (поры 10 мм).

Слеживание почвы является важным показателем при ее агрономической оценке. Наиболее благоприятным можно считать рыхлое сложение — при нем создается наиболее оптимальное сочетание водного, воздушного и пищевого режимов почвы.

Механический (гранулометрический) состав также относят к морфологическим признакам. По нему можно изучать почвенный профиль, более точно определять сущность почвообразовательных процессов конкретной почвы. Выделяют следующие разновидности почв по гранулометрическому составу: *песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые.*

Новообразования в почве — местные скопления различных веществ морфологически и химически отличающихся от основной массы горизонтов. Возникли в результате почвообразовательных процессов. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования возникают в результате чисто химических процессов. Морфологические формы их довольно разнообразны: пленки, корочки, конкреции, друзы, плиты и др.

Новообразования биологического происхождения (растительного и животного) встречаются в следующих формах: капролиты — экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков; кротовины — пустые или заполненные ходы роющих животных; дендриты — узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включения — инородные тела, находящиеся в почве случайно: куски кирпича, угля, валуны, кости и др. Они не являются результатом почвообразовательного процесса, но их внимательное изучение может дать немало полезной информации при исследовании генезиса пород, истории края и др.

На основе изучения морфологии дается название почвы, которое складывается из последовательного указания таксономических (последовательных) единиц: *типа* — выделяется по одинаковому строению профиля и процессу почвообразования в одинаковых гидротермических условиях (подзол, чернозем и т. д.); *подтипа* — учитывает дополнительные свойства, которые более характерны для других типов (подзолисто-глеевая, чернозем оподзоленный); *рода* — по особенностям почвообразующих пород или степени гидроморфизма, или химизма грунтовых вод (карбонатный, засоленный, слабодифференцированный и т. д.); *вида* — по степени выраженности почвообразующего процесса (слабо-, средне-, сильнооподзоленная); разновидность — по гранулометрическому составу (песчаная, супесчаная); *разряда* — по происхождению пород (моренные и аллювиальные); *варианта* — по степени окультуренности (слабо-, средне-, высокоокультуренные); *формы* — по степени развития эрозийных процессов (слабо-, средне- и сильноэродированные). Пример названия: *дерново-подзолисто-глееватая слабооподзоленная легкосуглинистая на моренном суглинке среднеокультуренная слабоэродированная почва*.

Почва — сложное гетерогенное тело природы. В ее составе выделяют следующие фазы (части): твердую, жидкую, газовую, живую. Соотношения их неодинаковые в различных почвах и почвенных горизонтах одной и той же почвы. Считается, что наиболее благоприятные соотношения между твердыми, жидкими и газообразными веществами пахотного горизонта почвы должны быть примерно такими: 50:35:15% от объема почвы. Почвенные фазы находятся между собой в тесном взаимодействии.

Твердая фаза почвы включает минеральную и органическую части. Первая составляет 80—95%, в торфяных почвах — 15—20 %. Источником минеральных веществ являются разнообразные горные породы, первичные и вторичные минералы; источником органических веществ — остатки отмерших растительных и животных организмов, продукты их жизнедеятельности. Эта фаза почвы обеспечивает питание растений, определяет ее водные свойства — влагоемкость, водопроницаемость, поглонительную способность и другое.

Жидкая фаза (почвенный раствор) является активным компонентом почвы. С ее помощью осуществляется перемещение веществ внутри почвы, она обеспечивает растения водой и раствори-

мыми элементами питания. Свойства воды изучены не все даже сейчас. Вода относится к наилучшему природному растворителю и имеет нейтральную реакцию. Но включения (примеси) солей, кислот и щелочей изменяют реакцию почвенного раствора в кислую или щелочную сторону. В почве вода бывает в трех состояниях: парообразном, жидком, твердом.

Газовая фаза (почвенный воздух) заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха непостоянны и определяются множеством химических и биохимических процессов, протекающих в почве. Газовая фаза поставляет необходимый почвенной биоте кислород. Без воздуха в порах почвы корневая система не развивается, и растения отмирают. Чем ближе химический состав воздуха почвы к атмосферному, тем лучше условия для развития растений. Воздухопроницаемость почвы зависит не только от объема пор, но и от силы ветра, который выдувает из почвы воздух с повышенным содержанием CO_2 и задувает атмосферный воздух с повышенным количеством O_2 . В почвенном воздухе удерживается больше CO_2 (0,2—10%) и меньше O_2 (19—20%). При количестве O_2 в воздухе почвы около 2,5—5,0% развивается анаэробный процесс, а при содержании 1% O_2 рост корней замедляется. Для улучшения воздушного режима почвы ее необходимо чаще рыхлить.

Живая фаза состоит из почвенных микроорганизмов (бактерий, водорослей, грибов и др.), беспозвоночных (простейших, червей, моллюсков), роющих позвоночных, корневых систем растений. Активная роль живых организмов определяет принадлежность ее к биокостным природным телам.

Твердая фаза составляет основу почвы, которую характеризуют минеральная и органическая части.

Минеральная составляющая почвы — это основа породы, на которой она образовалась. Поэтому минералогический, химический, гранулометрический состав, физические свойства породы передаются почве. Но в ходе взаимодействия элементарных процессов создаются новообразования, которые характерны почвам — орштейны, ортзанды, латериты, известняк и др.

Гранулометрический состав определяется по количеству частичек физической глины, которые имеют диаметр менее 0,01 мм. Если физической глины содержится в почве до 5%, такую почву называют рыхлопесчаной, 5—10% — связнопесчаной, 10—15% — рыхлосу-

песчаной, 15—20% — связносуглинистой, 20—30% — легкосуглинистой, 30—40% — среднесуглинистой, 40—50% — тяжелосуглинистой, 50—65% — легкоглинистой, более 65% — тяжелоглинистой. Частички почвы, которые имеют диаметр менее 0,001 мм, называют илом, а менее 0,0001 мм — коллоидными частичками.

В состав почвообразующих пород и почв входят первичные и вторичные минералы. Минеральная часть почвы состоит из первичных минералов, которые постепенно разрушаются под влиянием выветривания до более мелких частиц. Вода в присутствии катализатора CO_2 гидролизует первичные минералы и преобразует их во вторичные (глинистые) минералы. Наиболее распространенными *первичными минералами* в породах и почвах считаются следующие: кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены и слюды. *Кварц и полевые шпаты* являются крупнозернистыми, потому что они стойки к выветриванию, сконцентрированы главным образом в песчаных и пылеватых частичках. *Амфиболы, пироксены, слюды* легко поддаются выветриванию, поэтому в рыхлых породах и почвах они содержатся в небольших количествах.

Значение первичных минералов разносторонне. Они обуславливают агрофизические свойства почв, являются резервным источником зольных элементов питания растений и образования вторичных минералов.

Состав распространенных в почвах и породах *вторичных минералов* небольшой. Среди них встречаются *глинистые минералы* (монтмориллонит, каолинит, гидрослюды, хлориты и др.), *минералы гидрооксидов и оксидов железа и алюминия* (гематит, гетит, гидрогелит и др.), *минералы простых солей* (доломит, галит, кальцит и др.).

Вторичные минералы существенно влияют на формирование водно-физических свойств почвы, их поглотительную способность и режим питания растений.

Минералогический состав почвы определяет химический состав минеральной части.

Под *химическим составом* обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют следующие элементы: Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, S, P, Ti и Mn.

Наиболее распространенными в почве являются: кислород (49%), кремний (33%), алюминий (7,13%), железо (3,8%), углерод (2,0%), кальций (1,37%), калий (1,36%), натрий (0,63%), магний (0,63%), азот (0,1%).

Кроме того, в почве находится большая группа химических элементов, содержание которых невысокое (10^{-2} — 10^{-5} %), но они играют биологическую роль, — бор, медь, марганец, цинк, кобальт, фтор и др.

Органическое вещество почвы представляет собой важнейшее звено обмена веществ и энергии между живой и неживой природой. Это комплекс органических соединений, входящих в состав почвы. Представлены в основном гумусом (на 80—90%), неспецифическими для почвы углеводами, жирами, белками, а также остатками растений, животных.

Запасы органического вещества в метровом слое различных типов почв колеблются от 8 до 760 т/га. В дерново-подзолистых почвах (пашня) они достигают 90—100 т/га, в торфяниках — 760 т/га. Основным источником органического вещества в почве являются остатки зеленых растений. В условиях хвойного леса в почву ежегодно поступает в виде опада и отмерших корней около 4—6 т сухого вещества на 1 га. В агроэкосистемах в почву поступает растительных остатков в год от 2—3 т (пропашных культур) до 7—9 т сухого вещества на 1 га (многолетних трав).

Масса микроорганизмов, ежегодно отмирающих в почве, составляет около 0,6—0,8 т сухого вещества на 1 га, количество остатков животного происхождения — 0,1—0,2 т сухого вещества на 1 га почвы.

Наибольшее количество и качество гумуса дает травянистая растительность и ее корневая система. В образовании гумуса принимают участие простейшие животные почв и микроорганизмы, которые разрушают сложные органические вещества. В результате образуются две основные группы соединений: неспецифичный гумус (лигнин, целлюлоза, воски, смолы и другие полуразрушенные соединения) и специфический гумус (гуминовые и фульвокислоты, гумин). Строение гумуса очень сложное и не совсем выясненное. Фульвокислота наиболее подвижная, более агрессивная со светло-коричневым цветом. На Полесье она попадает в колодцы и создает в питьевой воде коричневый цвет. Наибольшее количество доброкачественного гумуса имеют черноземы (4—15%), поэтому эти почвы — самые плодородные.

Гумус в почве частично соединяется с глеем и коллоидными частичками, создавая органоминеральные соединения (хелаты). Они полезны тем, что замедляют минерализацию гумуса (создание золы — оксидов химических соединений), увеличивают содержание ценных элементов питания в доступной форме для растений и не дают возможность выносить удобрения в реки и озера.

При участии гумуса образуются многие почвенные горизонты — A_1 , A_2 , B и другие, формируется структура почвы и ее водно-воздушные свойства. Гумус повышает поглощательную способность почв, расширяет буферные возможности.

В гумусе накапливаются многочисленные элементы питания растений — N, P, S, K, Ca, микроэлементы, которые высвобождаются при разложении его гетеротрофами. Процессы разложения гумусовых веществ сопровождаются выделением углекислого газа, необходимого зеленым растениям для фотосинтеза.

Гранулометрическим, или механическим составом почвы называют относительное (в процентах) содержание в ней твердых частичек различного размера. Эти частички являются отдельными зернами минералов, обломками горных пород, продуктами взаимодействия органических и минеральных веществ — их называют механическими элементами.

Если внимательно рассмотреть образец почвы, то можно увидеть, что она состоит из отдельных частиц — агрегатов, которые в воде распадаются на еще более мелкие элементы. Эти мелкие, разной формы частички и есть механические элементы. Среди них выделяют камни (более 3 мм), гравий (3—1 мм), песок (1—0,05 мм), пыль (0,05—0,001 мм), ил (0,001—0,0001 мм), коллоиды (менее 0,0001 мм). Каждая из этих групп частиц имеет определенные водно-физические и физико-механические свойства.

Иловатые частички имеют высокую вязкость, прилипаемость, плохо пропускают воду.

Частички пыли обладают незначительной прилипаемостью и пластичностью, содействуют связыванию воды и питательных элементов, газов, легко склеиваются в агрегаты.

Песчаные частички слабо удерживают питательные элементы. Вода сквозь песок проходит легко и способствует закреплению в

почве зольных элементов. Небольшие по размерам вторичные минералы легко склеиваются гумусовыми веществами и тем самым улучшают структурообразование.

Все частички, крупнейшие за 1 мм (гравий, камни), называют *скелетом (каркасом)* почвы, а частицы, которые меньше 1 мм (ил, пыль, песок) — *мелкоземом*.

В основу классификации почв по механическому составу положено наличие в ней физической глины и физического песка. *Физической глиной* называют все частички, диаметр которых меньше 0,01 мм, а *физическим песком* — частички размером 0,01—1,0 мм. По механическому составу почвы подразделяются в зависимости от содержания физической глины на песчаные (0—10%), супесчаные (10—20%), легкосуглинистые (20—30%), среднесуглинистые (30—40%), тяжелосуглинистые (40—50%) и глинистые (более 50%).

Гранулометрический состав во многом определяет плодородие почвы; от него зависят многие важные физические и физико-химические свойства. Информация о механическом составе почвы необходима при решении многих практических вопросов. Так, она нужна при определении доз и способов внесения удобрений, извести, сроков и приемов обработки почвы, подбора сельскохозяйственных культур и почвообрабатывающей техники, глубины заделки семян и удобрений, сроков посева и др.

Закономерное распределение почв в природе является основной для выделения почвенно-географических единиц, главные из них — почвенная зона, подзона, провинция.

Почвенная зона — территория, вытянутая в широтном и долготном направлении и характеризующаяся преимущественным распространением одного или двух зональных типов почв и сопутствующих им интразональных почв. Например, выделяют почвенные зоны: арктическую, тундровую, таежно-лесную, лесостепную и т. д. Внутри них имеются почвенные подзоны.

Почвенная подзона — часть почвенной зоны, на территории которой распространены зональные подтипы почв.

В направлении с запада на восток зоны могут подразделяться на *провинции*, их выделяют по местным особенностям почвообразования, связанным с температурными отличиями, характером увлажнения и континентальности.

В границах подзон и провинций, даже на небольшой территории, почвенный покров часто бывает неоднородным — он носит комплексный характер. Эта пестрота является результатом проявления местных особенностей рельефа, почвообразующей породы, растительности.

Пестрота природно-климатических условий Республики Беларусь обуславливает проявление различных типов почвообразовательных процессов, важнейшими среди которых являются: *подзолистый, дерновый и болотный*. Они могут проявляться как в чистом виде, так и в различных сочетаниях. В некоторых регионах обнаруживается проявление буроземного и солончакового процессов. Всего на территории Беларуси выделено 13 генетических типов почв.

Подзолистые почвы формируются под воздействием подзолистого процесса. Наиболее ярко он проявляется под покровом сомкнутого хвойного леса. Почвообразовательный процесс сопровождается энергичным вымыванием с верхней части почвы легкорастворимых соединений, глубоким разрушением почвенных минералов. При этом продукты разрушения переходят в раствор и вместе с водой и кислотами передвигаются вниз. В результате обособляется элювиальный, или подзолистый, горизонт, обедненный элементами питания растений, полуторными оксидами железа и алюминия, иловатыми частичками и относительно обогащается кристаллическим кварцем (SiO_2) и аморфной кремнекислотой ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Последние передают этому горизонту светло-серую окраску, напоминаящую цвет золы.

Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, закрепляется ниже элювиального, образуя горизонт вмывания, или иллювиальный горизонт. Он отличается обогащенностью глинистыми и коллоидными частичками, оксидами железа, алюминия. Здесь накапливаются соединения фосфора и частично гумус. Иллювиальный горизонт чаще окрашен в красно-бурый цвет.

Подзолистые почвы занимают около 2% территории Беларуси. Встречаются по всей территории республики, но больше распространены в южной и юго-западной частях.

Дерновые почвы образуются в результате проявления дернового процесса. Он протекает под луговой травянистой растительно-

стью, а также и под лесом, если в нем хорошо развит травянистый покров. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты.

Среди дерновых почв выделяют *дерново-карбонатные*. Они формируются в местах выхода на поверхность известняков, доломитов, мела, обогащенных известняком моренных отложений при нормальном увлажнении под травянистой растительностью. Занимают площадь 0,1% пахотных земель, встречаясь мелкими пятнами в Минской, Брестской, реже в Витебской областях.

Дерново-карбонатные типичные почвы характеризуются мощным (до 60—100 см) гумусовым горизонтом, с содержанием гумуса до 15%. По уровню плодородия дерново-карбонатные суглинистые почвы стоят на первом месте и оцениваются максимальным баллом — 100.

Бурые лесные почвы выделены на территории Беларуси сравнительно недавно (1963). Занимают небольшую площадь. Встречаются в основном в центральной и западной части республики (в Минской, Брестской, Гродненской областях). Бурые лесные почвы приурочены к относительно повышенным и хорошо дренированным участкам, покрытым широколиственными (дубравами) или хвойно-широколиственными лесами с богатым разнотравьем.

Оглинение — характерная особенность генезиса бурых лесных почв — результат образования и накопления (особенно в средней части профиля) вторичных глинистых минералов на месте минералов материнской породы. В верхнем горизонте этих почв идет довольно энергичное накопление гумуса (дерновый процесс), а в горизонте *B* накапливаются не только синтезированные, но и перемещенные сверху глинистые минералы (лессиваж).

Генетический профиль бурых лесных почв слабо дифференцирован на горизонты. Для почвенного профиля характерна однотонная буроватая краска с постепенным осветлением вниз.

Бурые лесные почвы имеют относительно высокую кислотность по всему профилю (pH_{KCl} 4,5—5,0) и небольшое количество обменных оснований. Их отличают благоприятные водно-физические свойства. Эти почвы имеют большое значение в лесном хозяйстве. Они особенно благоприятны для выращивания дуба и других требовательных к условиям среды обитания древесных пород.

Дерново-подзолистые почвы имеют широкое распространение в южной части таежно-лесной зоны. Встречаются по всей террито-

рии республики — 45,1% ее площади, используются преимущественно под пашню.

Дерново-подзолистые почвы формируются в условиях смешанных лесов с травянистым и травянисто-моховым покровом, а также на суходольных лугах, возникших на месте сведенного леса.

Образуются при совместном или поочередном воздействии *дернового* и *подзолистого* процессов почвообразования. Профиль этой почвы изображен на рисунке 35.

В республике получили распространение следующие роды дерново-подзолистых почв на: а) глинах и тяжелых суглинках; б) лессах и лесовидных суглинках; в) моренных суглинках; г) супесях; д) песках различного происхождения.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы относятся к полугидроморфным почвам. Формируются под совместным воздействием подзолистого, дернового и болотного процессов почвообразования.

Распространены на выравненных понижениях с затрудненным стоком поверхностных вод или близким залеганием грунтовых вод. Избыточное увлажнение в них может проявляться от 60 до 200 дней в году.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы занимают

37% сельскохозяйственных угодий республики, значительная часть их занята сенокосами, лесом, большая — пашней. По механическому составу дерново-подзолистые заболоченные почвы подразделяются на *суглинистые* (27%), *супесчаные* (49%), *песчаные* (27%). В зависимости от степени избыточного увлажнения выделяют *глеевые* (3,6%), *глееватые* (34,1%) и *временно избыточно увлажненные* (63,3%) почвы.

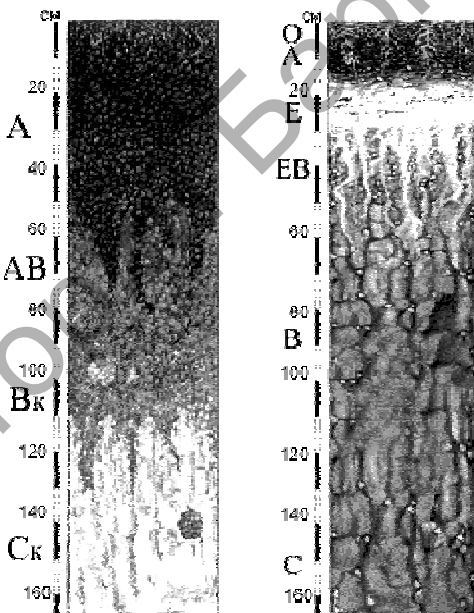


Рисунок 35 — Профиль дерново-подзолистой почвы

Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные почвы формируются под влиянием дернового и болотного процессов. Встречаются в понижениях небольшими массивами, по окраинам низинных болот. На территории Беларуси занимают около 11% сельхозугодий. Избыток воды в этих почвах держится на протяжении 90—200 дней в году. Подразделяются на *суглинистые* (23%), *супесчаные* (49%) и *песчаные* (28%). В зависимости от степени переувлажнения чаще встречаются *глееватые* и *глеевые* почвы.

Болотные почвы формируются в условиях продолжительного или постоянного избыточного увлажнения. Встречаются в природе в виде разных по площади пятен среди других почв. Могут образовывать и большие массивы. Занимают 11,5% территории Беларуси.

Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с переувлажнением. Оно может быть обусловлено близким к дневной поверхности размещением почвенно-грунтовых вод или поверхностными водами, которые могут накапливаться на плоских или пониженных элементах рельефа из-за плохой водопроницаемости пород.

Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов — торфообразования и оглеения.

Торфообразование — процесс накопления на поверхности почвы неразложившихся и полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. Органические вещества до конца не минерализуются, накапливаются в виде торфа.

Оглеение — сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и соответствующей микрофлоры. Наиболее характерная особенность оглеения — восстановление окисного железа в закисное. Глеевые горизонты имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубую окраску.

В зависимости от условий, в которых происходит болотный процесс, различают верховые, низинные и переходные болота.

Верховые болота образуются при переувлажнении суши атмосферными или мягкими грунтовыми водами. Приурочены обычно к плоским элементам рельефа, с недостаточной дренированностью пород. Содержание элементов питания в такой среде низкое, поэтому на ней поселяется нетребовательная к питанию раститель-

ность — сфагнум, пушица, багульник, клюква, карликовая болотная сосна, береза и др.

Низинные болота возникают в понижениях рельефа при заболачивании суши жесткими грунтовыми водами. В этих условиях создается относительно благоприятный режим питания растений. На низинных болотах развивается довольно разнообразная влаголюбивая растительность — осоки, злаки, зеленые мхи, а с древесных пород — ива, черная ольха, береза и др. При нарастании слоя торфа происходит постепенный отрыв верхней части его от жестких грунтовых вод, и питание растений ухудшается. Это ведет к смене состава растительности, к эволюции типа болота — низинное превращается в **переходное**. По составу растительности оно занимает промежуточное положение между низинным и верховым.

Болотные почвы могут образовываться и путем зарастания водоемов (озер, прудов и т. п.) и образования торфа. Процесс этот продолжительный и сложный. Водоем при этом постоянно заполняется минеральным илом, образуется органо-минеральная масса — сапрпель. Активную роль в зарастании водоемов играет водная и прибрежно-водная растительность — остатки ее заполняют мелководье; плавающие растения образуют довольно мощную плотную диван-сплавину. При заторфовывании водоемов мощность торфяников может достигать 15 м.

В зависимости от мощности торфяного слоя болотные почвы подразделяются на торфянисто-глеевые (мощность торфа — до 30 см), торфяно-глеевые (до 50 см), торфяные на мелких (до 100 см), средних (100—200 см), глубоких (больше 200 см) торфах.

Пойменные почвы — типы почв, развивающиеся на аллювиальных отложениях в поймах рек. На территории Беларуси занимают 0,65 млн га или 7,2% сельхозугодий. Наиболее распространены на Полесье, встречаются вдоль Днепра, Немана, Березины и других рек. Они довольно разнообразны по водному режиму, строению почвенного профиля и свойствам.

В прирусловой пойме формируются **примитивные пойменно-дерновые почвы** с маломощным, слабо дифференцированным в морфологическом отношении почвенным профилем, с выраженной слоистостью иллювиального генезиса. Эти почвы имеют низкое естественное плодородие и используются обычно в качестве малопродуктивных сенокосов.

Центральная пойма располагается за прирусловой поймой и образуется в результате отложения более мелких частичек — мелкопылеватых и иловатых, а в условиях сильного паводка — пылеватых и даже песчаных частичек. Характеризуется относительно неглубоким залеганием грунтовых вод, богатой разнотравно-злаковой растительностью. В этой пойме обычно формируются *дерновые заболоченные почвы*. Они имеют мощный (до 30—50 см) гумусовый горизонт буровато-серой окраски, комковато-зернистую структуру, содержание гумуса 4—5%. Нижняя часть профиля со следом оглеения. Довольно часто для этих почв характерна гидрогенная аккумуляция соединений железа, марганца, карбонатов. В целом это высокоплодородные почвы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что принципиально новое для естествознания содержит учение В. В. Докучаева о факторах почвообразования?
2. Охарактеризуйте природные условия формирования почв.
3. Какое значение имеет время для образования и развития почвы?
4. Каковы экологические проблемы современного земледелия?
5. Сформулируйте значение почв для человечества и биосферы.
6. Какие существуют пути сдерживания процесса антропогенной деградации почв?
7. Как варьируется содержание химических элементов в почве?
8. Какое значение имеет время для образования и развития почвы?
9. Перечислите главные физико-механические свойства почв.
10. Какова роль высших растений в почвообразовании?
11. Каково значение гумуса почв?
12. Назовите главные формы воды в почве.
13. Что собой представляют генетические горизонты и почвенный профиль?
14. Дайте определение почвенным новообразованиям.

А

Альbedo — доля солнечной радиации, отраженная объектом (обычно выражается в процентах или долях единицы).

Антициклон — область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре.

Апекс — точка небесной сферы в созвездии Геркулеса, по направлению к которой движется Солнце относительно ближайших звезд со скоростью примерно 19,4 км / с.

Апогей — точка орбиты, наиболее удаленная от центра Земли.

Астеносфера — слой пониженной твердости и прочности в верхней мантии Земли.

Астрономическая единица — среднее расстояние от Земли до Солнца, равная 149 600 00 км.

Атмосфера — внешние газообразные слои планеты.

Атмосферный фронт — переходная зона между движущимися воздушными массами.

Афелий — точка орбиты, наиболее удаленная от центра Солнца.

Б

Балка — линейно-вытянутое углубление длиной до нескольких десятков километров, имеющее пологие, часто задернованные склоны и плоское дно; представляет собой позднюю стадию развития оврага.

Блюдца (западины) — небольшие котловины с незначительной глубиной и плоским дном.

Болид — очень яркий метеор, иногда наблюдаемый даже днем, часто оставляющий после себя дымный след и сопровождаемый звуковыми явлениями; нередко заканчивается падением метеоритов.

Болото — избыточно увлажненные участки земной поверхности, заросшие влаголюбивой растительностью.

Бора — штормовой и очень холодный ветер, дующий через низкие горные перевалы преимущественно в холодную часть года.

В

Ветер — горизонтальное движение воздуха из-за неравномерного распределения атмосферного давления по земной поверхности.

Водный объект — сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима.

Водоем — поверхностный водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

Водораздел — линия или полоса местности, разделяющая поверхностный сток противоположных склонов возвышенности.

Водоток — поверхностный водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

Воздушная масса — огромный объем воздуха, свойства которого (главным образом температура и влажность) сформировались под воздействием подстилающей поверхности в определенном регионе и постепенно меняются по мере его перемещения из очага формирования в горизонтальном направлении.

Восход — явление пересечения небесным светилом восточной части горизонта.

Вселенная (Космос) — весь существующий материальный мир.

Вулкан — геологическое образование, возникающее над тектоническими трещинами и каналами в земной коре, по которым из глубинных очагов на земную поверхность извергаются вулканические продукты.

Г

Галактика — гигантская гравитационно связанная совокупность звезд и межзвездного вещества.

Геосинклиналь — высокоподвижный, линейно-вытянутый и сильно расчлененный участок земной коры, характеризующийся разнонаправленными тектоническими движениями высокой интенсивности.

Глобус — шар (сфера) с нанесенным на его поверхность картографическим изображением Земли.

Гололед — слой снега, образующийся на деревьях, проводах, столбах, на поверхности земли от намерзания капель переохлажденного дождя.

Гора — изолированное резко выраженное поднятие на фоне равнинной местности с высотой более 200 м.

Горизонт — граница видимой из данной точки планеты части поверхности; граница между землей и небом.

Горизонтали — кривые линии, соединяющие на карте точки с одинаковыми высотами.

Горная порода — агрегаты одного или нескольких минералов, образовавшиеся в земной коре или на ее поверхности.

Горные цепи — система горных хребтов, тянущаяся в направлении общего простирания горной страны.

Гроза — атмосферное явление, характеризующееся многократными электрическими (искровыми) разрядами между землей и облаком, между отдельными частями облака или между отдельными облаками, сопровождаемые громом.

Гумус — часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков.

Д

Дефляция — процесс выдувания или развевания рыхлого материала.

Долина — вытянутая в длину вогнутая форма рельефа с ясно выраженными склонами, имеющая уклон в одном направлении.

З

Заморозки — явление понижения температуры воздуха ниже 0°C вечером и ночью после дня с положительными температурами.

Заход — явление пересечения небесным светилом западной части горизонта.

Звезда — самосветящееся газовое (плазменное) тело, являющееся устойчивой саморегулирующейся системой.

Звездные сутки — промежуток времени между двумя последовательными кульминациями точки весеннего равновесия, равный периоду вращения Земли вокруг оси.

Звездный год — промежуток времени, в течение которого Земля совершает один полный оборот вокруг Солнца по своей орбите; составляет 365,26636 средних солнечных суток.

Зенит — верхняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой.

И

Изморозь — снеговидный рыхлый осадок, нарастающий на ветвях деревьев, проводах, на острых выступах предметов с наветренной стороны и толщиной до нескольких сантиметров.

Изобары — линии, соединяющие точки с одинаковым давлением.

Иней — очень тонкий слой снежных кристаллов на открытых поверхностях.

К

Календарь — система счисления длительных промежутков времени, в основе которой лежат периодические явления природы, связанные с движением небесных светил.

Карст — формы рельефа, которые были образованы вследствие растворения таких горных пород, как каменная соль, гипс, мел, известняк, доломиты.

Карта — уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности на плоскости, выполненное по определенному математическому закону и показывающее размещение, сочетания и связи природных и общественных явлений.

Картографические проекции — математические способы изображения на плоскости поверхности земного шара при составлении карт.

Климат — многолетний режим погоды.

Климатология — раздел метеорологии, изучающий динамику изменения средних характеристик атмосферы за какой-либо период — сезон, несколько лет, несколько десятков лет или за более длительный срок.

Койпера пояс — область за орбитой Нептуна, где проходят многочисленные орбиты ледяных тел, сходных по размерам с астероидами.

Комета — малое тело Солнечной системы, движущееся по сильно вытянутой орбите и меняющее свой облик с приближением к Солнцу.

Коррозия — процесс обтачивания, шлифовки твердых пород обломочным материалом, переносимым ветром.

Котловина — замкнутое со всех сторон, вогнутое понижение местности, различных форм и размеров.

Кульминация — явление прохождения небесного светила через небесный меридиан.

Л

Лощина — небольшое углубление с пологими слабовыраженными склонами, постепенно переходящими в равнину и имеющими уклон в одном направлении.

Лунное затмение — явление прохождения Луны через земную тень.

Лунный календарь — календарь, в основе которого лежит продолжительность синодического месяца, т. е. периоды смены фаз Луны. Год в этом календаре состоит из 12 месяцев по 29 или 30 дней. Продолжительность года составляет 354 или 355 средних солнечных суток.

М

Магнитное наклонение — угол между горизонтальной плоскостью и направлением магнитной стрелки.

Магнитное склонение — угол между географическим меридианом и направлением магнитной стрелки.

Масштаб — отношение длины линии на карте (плане) к соответствующей длине горизонтального проложения этой линии на местности.

Материк — изостатически уравновешенный массив материковой земной коры, имеющий структурное ядро в виде древней платформы, к которому примыкают более молодые складчатые структуры.

Местное время — время, определенное на данном географическом меридиане.

Метаморфизм — изменение и преобразование горных пород под действием эндогенных сил при физико-химических условиях, изменившихся после образования этих пород.

Метеор — световое явление в атмосфере планеты, возникающее при вторжении в нее метеорного тела.

Метеорит — твердое тело естественного происхождения, упавшее на поверхность Земли из космоса.

Метеорология — наука об атмосфере Земли.

Минерал — природное тело, приблизительно однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующееся в результате физико-химических процессов в земной коре.

Море — сравнительно небольшая часть океана, вдающаяся в сушу или обособленная от других его частей берегами материков, полуостровов и островов.

Муссоны — система воздушных течений, в которой в одном сезоне преобладают ветры одного направления, а в другом — прямо противоположного или близкого к нему.

Н

Надир — точка небесной сферы, противоположная зениту.

Небесный меридиан — большой круг небесной сферы, проходящий через точки зенита и полюс мира.

Небо (небесный свод) — внутренняя поверхность небесной сферы, на которую по лучу зрения проецируются все видимые небесные светила.

Новолуние — фаза Луны, при которой она находится в том же направлении, что и Солнце, и с Земли не видна.

О

Облако — видимое скопление продуктов конденсации или сублимации водяного пара на некоторой высоте.

Овраг — резко выраженное углубление на равнине с крутыми или обрывистыми склонами и временно действующим водотоком.

Орбита — траектория, по которой одно небесное тело движется в пространстве относительно другого небесного тела.

Относительная влажность воздуха — отношение фактически содержащегося в воздухе водяного пара к количеству водяного пара, соответствующему состоянию насыщения.

П

Пассаты — устойчивые на протяжении года воздушные течения в тропических широтах над океанами.

Перигей — ближайшая к Земле точка орбиты небесного тела, обращающегося вокруг Земли.

Петрография — наука о горных породах.

План (топографический) — изображение небольшого участка или объекта местности на горизонтальной плоскости.

Планета — небесное тело округлой формы, обращающееся вокруг Солнца, свляещаеея отраженным светом и расчилившее окрестности своей орбиты от других тел.

Плато — плоская возвышенность, ограниченная отчетливыми крутыми склонами — уступами.

Платформа — область земной коры, охваченная колебательными движениями малой интенсивности.

Плодородие — способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, воздухе.

Погода — совокупность метеорологических величин и явлений на данный момент времени и в данном месте.

Почва — сложная полифункциональная открытая четырехфазная структурная система в поверхностной части коры выветривания горных пород, организмов, климата, рельефа, времени обладающая плодородием.

Почвенный профиль — вертикальный разрез почвы от ее поверхности до материнской породы.

Почвоведение — наука о почвах, их генезисе, строении, составе и свойствах, закономерностях географического распространения.

Р

Река — водный поток, текущий в естественном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с их бассейнов.

Родник — естественный выход подземных вод на земную поверхность.

Роса — капельки воды, осевшие на внешней стороне листьев растений и различных предметов.

С

Световой год — расстояние, которое свет проходит за год; равно $9,46 \cdot 10^{12}$ км.

Седловина — понижение между двумя соседними горными вершинами или возвышенностями.

Соленость — количество минеральных веществ, растворенных в морской воде, выраженное в граммах на килограмм морской воды.

Солнечная радиация — вся совокупность солнечной материи и энергии, поступающей на Землю.

Солнечные сутки — период обращения какого-либо небесного тела вокруг собственной оси относительно Солнца.

Солнечный календарь — календарь, основу которого составляет тропический (солнечный) год (продолжительность года — 365 или 366 сут).

Солнцестояние — момент прохождения центром диска Солнца самой северной и самой южной точки эклиптики.

Сумерки — промежуток времени от момента захода солнца до наступления темноты (вечером) и от конца темноты до момента восхода солнца (утром).

Т

Тальвег — линия, соединяющая наиболее низкие точки дна долины.

Терминатор — линия на диске планеты, отделяющая освещенное (дневное) полушарие от темного (ночного).

Топографическая карта — уменьшенное, точное, подробное и наглядное изображение земной поверхности со всеми ее объектами, выполненное в определенной картографической проекции.

Топография — научно-техническая дисциплина, изучающая земную поверхность и размещенные на ней объекты в геометрическом отношении, с целью изображения их на топографических картах, планах и профилях.

Тропики — параллели 23°27' южной и северной широта, на которых один раз в году в дни солнцестояний в полдень Солнце бывает в зените.

Туман — скопление продуктов конденсации или сублимации водяного пара, взвешенных над поверхностью земли и вызывающих помутнение атмосферы.

Туманность — облако межзвездных газа и пыли.

У

Увал — пологая и вытянутая возвышенность с относительной высотой до 200 м, с плоской или слегка выпуклой вершинной поверхностью и неясно выраженным подножием.

Условные знаки топографических карт — система графических, буквенных и цифровых обозначений, с помощью которых показывается на карте местоположение объектов местности, и передаются их качественные и количественные характеристики.

Ф

Фаза — видимая доля поверхности небесного тела, освещенная Солнцем; зависит от взаимного расположения наблюдателя, Солнца и объекта.

Фотосфера — наиболее глубокие и самые плотные слои атмосферы звезды (в том числе и Солнца), из которых выходит главная доля излучаемой ею энергии.

Х

Холм — отдельная небольшая возвышенность до 200 м высотой над окружающей местностью со сравнительно пологими склонами и слабо выраженным подножием.

Хребет горный — линейно-вытянутое крупное поднятие, ограниченное склонами.

Ц

Циклон — область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре.

Э

Экзопланеты — планеты, существующие вне Солнечной системы.

Эрозия почвы — разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите правильный вариант ответа.

1. Галактика Млечного Пути относится к:
 - а) спиралевидным галактикам;
 - б) эллиптическим галактикам;
 - в) неправильным галактикам.
2. Шарообразные тела, состоящие из раскаленных газов, называются:
 - а) планетами;
 - б) звездами;
 - в) астероидами;
 - г) кометами.
3. Полярная звезда находится в созвездии:
 - а) Большая Медведица;
 - б) Малая Медведица;
 - в) Альфа Центавра;
 - г) Скорпион.
4. В состав Солнечной системы входят:
 - а) Солнце, кометы, малые планеты;
 - б) Солнце, планеты, межпланетный газ;
 - в) Солнце, планеты, спутники планет, малые планеты, кометы, метеориты, межпланетный газ;
 - г) Солнце, планеты, астероиды, кометы, метеориты, межпланетный газ.
5. Гелиоцентрическую модель Солнечной системы разработал:
 - а) Н. Коперник;
 - б) И. Кеплер;
 - в) Г. Галилей.
6. Звездами относительно небольших размеров и невысоких светимостей, которые длительное время находятся в стадии гравитационного сжатия, называются:
 - а) сверхновые звезды;
 - б) желтые карлики;
 - в) великаны;
 - г) новые звезды.

7. Ближе всего к Солнцу находится:
- а) Марс;
 - б) Земля;
 - в) Меркурий;
 - г) Венера.
8. Планеты земной группы:
- а) Меркурий, Венера, Земля, Сатурн;
 - б) Юпитер, Сатурн, Земля, Нептун;
 - в) Меркурий, Венера, Земля, Марс
 - г) Сатурн, Венера, Земля, Марс.
9. Орбита Земли:
- а) меняется в течение года;
 - б) представляет собой круг;
 - в) по протяженности больше, чем орбита Марса;
 - г) представляет собой эллипс.
10. Самой большой планетой солнечной системы является:
- а) Марс;
 - б) Сатурн;
 - в) Юпитер;
 - г) Венера.
11. Планеты второй группы (типа Юпитера):
- а) Юпитер, Сатурн, Уран, Плутон;
 - б) Юпитер, Венера, Уран, Нептун;
 - в) Юпитер, Сатурн, Нептун, Плутон;
 - г) Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.
12. Шарообразная форма Земли обуславливает:
- а) силу и высоту приливов;
 - б) неравномерное распределение солнечной энергии по ее поверхности;
 - в) наличие силы тяжести.
13. Размеры эллипсоида Земли следующие:
- а) экваториальный радиус — 6378,3 км, полярный — 6356, 8 км;
 - б) экваториальный радиус — 6356, 8 км, полярный — 6378,3 км;
 - в) экваториальный радиус — 40075,7 км, полярный — 40008,5 км;
 - г) экваториальный радиус — 40008,5 км, полярный — 40075,7 км.
14. Расстояние от точки до экватора, выраженное в градусах:
- а) является ее географической долготой;
 - б) отсчитывается вдоль параллели;
 - в) называется географической широтой;
 - г) может максимально составлять 180°.

15. Звездные сутки имеют продолжительность:
- а) 24 ч;
 - б) 23 ч 56 мин 4 с;
 - в) 24 ч 56 мин 4 с.
16. Вращаясь, Земля за 1 ч поворачивается на:
- а) 15°;
 - б) 10°;
 - в) 20°;
 - г) 25°.
17. Точки пересечения магнитной оси Земли с ее поверхностью называются:
- а) магнитосферой Земли;
 - б) изоклинами;
 - в) магнитными аномалиями;
 - г) геомагнитными полюсами.
18. Литосферу образует:
- а) земная кора;
 - б) земная кора вместе с мантией;
 - в) верхний слой мантии;
 - г) земная кора с верхним слоем мантии.
19. В составе земной коры под материками выделяют три слоя, расположенные в следующем порядке:
- а) верхний — гранитный, средний — осадочный, нижний — базальтовый;
 - б) верхний — базальтовый, средний — гранитный, нижний — осадочный;
 - в) верхний — осадочный, средний — гранитный, нижний — базальтовый.
20. Природное химическое соединение (или элемент), возникающее в результате определенных физико-химических процессов, протекающих в земной коре или на ее поверхности, называется:
- а) горной породой;
 - б) минералом;
 - в) батолитом.
21. По своему внутреннему строению твердые минералы подразделяются на следующие группы:
- а) кристаллические и аморфные;
 - б) жидкие, твердые, газообразные;
 - в) самородные элементы, сернистые, галогенные, карбонатные, органические соединения, сульфаты, фосфаты, оксиды и гидроксиды, силикаты.
22. Самым мягким минералом по шкале Мооса является:
- а) гипс;
 - б) тальк;
 - в) кварц;
 - г) кальцит.

23. Самым твердым минералом по шкале Мооса является:
- а) топаз;
 - б) алмаз;
 - в) корунд;
 - г) кварц.
24. Направление на восток соответствует азимуту:
- а) 90° ;
 - б) 315° ;
 - в) 45° .
25. Масштаб 1:10 000 означает, что в 1 см:
- а) — 1000 м;
 - б) — 10 км;
 - в) — 100 м;
 - г) — 1 км.
26. Географическая широта Южного полюса составляет:
- а) 90° с. ш.;
 - б) 0° ;
 - в) 90° ю. ш.
27. Место, откуда начинается река, называется:
- а) устьем;
 - б) истоком;
 - в) бассейном.
28. Наиболее низкая часть речной долины, по которой течет река, называется:
- а) руслом;
 - б) поймой;
 - в) устьем.
29. Меандры есть:
- а) мелководные участки реки;
 - б) глубокие участки русла между двумя перекатами;
 - в) места, где на поверхность выходят труднорастворимые горные породы;
 - г) извилины русла, которые при своем течении делает река.
30. Расстояние от центра Земли до полюсов меньше расстояния от центра Земли до экватора в среднем на 21 км, что объясняется:
- а) гравитационными процессами;
 - б) вращением Земли вокруг своей оси;
 - в) движением Земли по орбите.
31. Верным является утверждение, что:
- а) смена дня и ночи на Земле объясняется ее движением по орбите вокруг Солнца и шарообразной формой планеты;

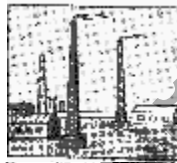
- б) строго в зените над экватором Солнце бывает только два раза в год;
в) смена времен года на Земле объясняется процессами в географической оболочке;
г) угол наклона земной оси к плоскости ее орбиты равен 23° .
- 32.** В июле в Южном полушарии (южнее $66,5^\circ$ ю. ш.) устанавливается:
а) лето;
б) полярный день;
в) зима;
г) полярная ночь.
- 33.** Траектория, по которой Земля осуществляет свой путь вокруг Солнца, называется:
а) экватором;
б) параллелью;
в) эллипсом;
г) орбитой.
- 34.** Географическими координатами являются:
а) параллели и меридианы;
б) тропики и полярные круги;
в) долгота и широта;
г) горизонталь и изотермы.
- 35.** Верхний, обладающий плодородием слой земной коры, называется:
а) осадочным чехлом;
б) корой выветривания;
в) почвой;
г) перегноем.
- 36.** Наибольшим плодородием отличаются почвы сформированные под:
а) лесной растительностью;
б) луговой растительностью;
в) кустарниковой растительностью;
г) мохово-лишайниковой растительностью.
- 37.** Типы почв, которые не представлены на территории Беларуси:
а) дерново-карбонатные;
б) подзолистые;
в) черноземы;
г) дерново-подзолистые заболоченные.
- 38.** Распределение температуры воздуха с высотой называется:
а) вертикальным градиентом;
б) стратификацией;
в) сублимацией.

39. Погода характерная для антициклона:
а) переменная облачность;
б) дождливая;
в) ясная и устойчивая.
40. Содержание азота в атмосфере составляет:
а) 21%;
б) 0,032%;
в) 78%.
41. Фен дует с:
а) гор;
б) юга;
в) равнин.
42. Климатом называется:
а) совокупность метеорологических величин за длительный период;
б) многолетний режим погоды в данной местности;
в) учет осадков и температуры воздуха за многолетний период.
43. Содержание кислорода в сухом воздухе составляет:
а) 15%;
б) 21%;
в) 78%.
44. Для измерения атмосферного давления используют:
а) анемометр;
б) психрометр;
в) барометр;
г) осциллограф.
45. Интрузивные горные породы образуются:
а) на земной поверхности или вблизи нее в результате застывания лавы, излившейся по вулканическим каналам или трещинам в земной коре;
б) при застывании магмы, внедрившейся в земную кору;
в) на земной поверхности или вблизи нее в результате застывания лавы, излившейся по вулканическим каналам или трещинам в земной коре.
46. Эффузивные горные породы образуются:
а) в поверхностных частях земной коры при разрушении ранее образованных пород и последующем механическом и химическом отложении продуктов этого разрушения;
б) при застывании магмы, внедрившейся в земную кору;
в) на земной поверхности или вблизи нее в результате застывания лавы, излившейся по вулканическим каналам или трещинам в земной коре.

47. Прибор для определения твердости минералов называется:
- а) склерометром;
 - б) барометром;
 - в) анометром;
 - г) курвиметром.
48. Каналы, по которым двигаются вещество и энергия в биогеоценозе, называются:
- а) продуцентами;
 - б) популяциями;
 - в) экологической пирамидой;
 - г) цепями питания.
49. Плодородие почвы есть:
- а) способность обеспечивать растения усвояемыми питательными веществами, влагой и давать хороший урожай;
 - б) особое природное образование, продукт взаимодействия живых организмов между собой;
 - в) совокупность минеральных и органических веществ;
 - г) область наибольшей концентрации живых организмов.
50. Процесс разрушения поверхности водой или ветром, в результате которого почва теряет свое плодородие, называется:
- а) эрозией;
 - б) коррозией;
 - в) мелиорацией.

Условные знаки топографических карт

Отдельные местные предметы
(промышленные, сельскохозяйственные и
социально-культурные объекты)



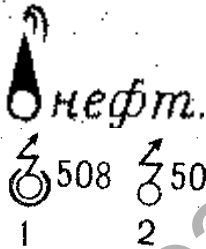
Заводские и фаб-
ричные трубы



Нефтяные и газо-
вые вышки



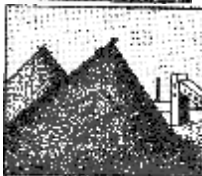
1. Телевизионные башни (508 — высота башни в метрах).
2. Радиомачты, телевизионные и радиорелейные мачты (50 — высота мачты в метрах).



Капитальные со-
оружения башен-
ного типа



Вышки легкого типа



Терриконы, отвалы (25 и 15 — высоты в метрах):

1. Выражающиеся в масштабе карты.
2. Не выражающиеся в масштабе карты.



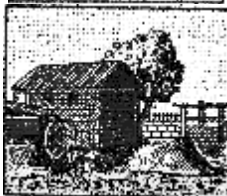
2



Будки трансформаторные



Ветряные двигатели



Водяные мельницы и лесопильни



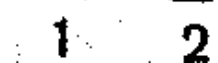
Заводы, фабрики и мельницы с трубами

1. Выражающиеся в масштабе карты.

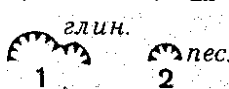


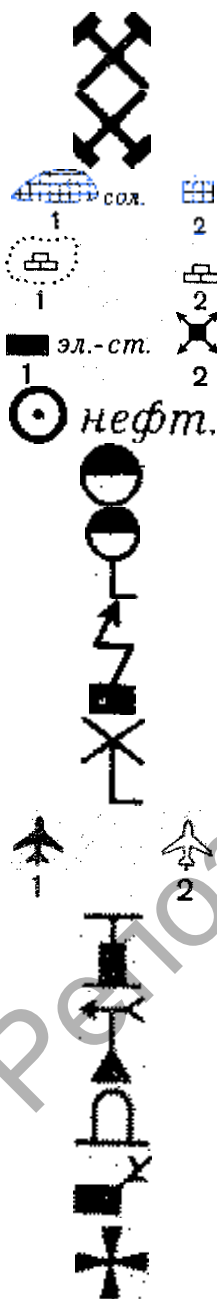
Заводы, фабрики и мельницы без труб

2. Не выражающиеся в масштабе карты.



Места добычи полезных ископаемых открытым способом





Шахты и штольни действующие

Шахты и штольни недействующие

Открытые соляные разработки 1. Выражающиеся в масштабе карты.

Торфоразработки 2. Не выражающиеся в масштабе карты.

Электростанции

Нефтяные и газовые скважины без вышек

Склады горючего и газгольдеры

Бензоколонки и заправочные станции

Радиостанции и телевизионные центры

Ветряные мельницы

1. Аэродромы и гидроаэродромы.
2. Посадочные площадки (на суше и на воде)

Телеграфные, радиотелеграфные конторы и отделения телефонных станций

Метеорологические станции

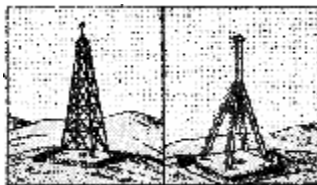
Памятники, монументы, братские могилы; туры и каменные столбы высотой более 1 м

Дома лесников

Церкви

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПУНКТЫ

△ 91,6



Пункты государственной геодезической сети (91,6 — высота основания пункта над уровнем моря)

2 ☆ 98,7

То же на курганах (2 — высота кургана в метрах)

□ 1 □ 2 ✕

1. То же на зданиях (на карте масштаба 1:100000 не показываются).
2. То же на церквях.

□ 51,1

Точки съемочной сети, закрепленные на местности центрами

2 ☆

То же на курганах (2 — высота кургана в метрах)

☆ *астр.*

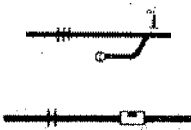
Астрономические пункты

⊗ 71,9

Нивелирные марки и реперы (грунтовые)

ДОРОЖНАЯ СЕТЬ

Железные дороги



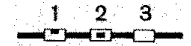
Трехпутные железные дороги, семафоры и светофоры, поворотные круги



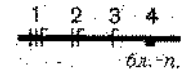
Двухпутные железные дороги станции



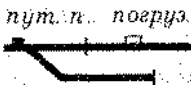
Однопутные железные дороги, разъезды, платформы и остановочные пункты на ширококолейных железных дорогах



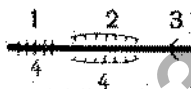
Расположение главного здания станции: 1) сбоку путей; 2) между путями; 3) расположение неизвестно



Электрифицированные железные дороги: 1) трехпутные; 2) двухпутные; 3) однопутные; 4) блокпосты



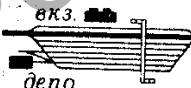
Путевые посты, погрузочно-разгрузочные площадки, тупики и подъездные пути



1. Насыпи. 2. Выемки (4 — высота или глубина в метрах). 3. Участки с большими уклонами — более 0,020 (только в горных районах).



Строящиеся ширококолейные железные дороги

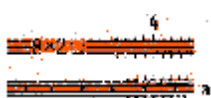


Депо, вокзалы, станционные пути, выражающиеся в масштабе карты, переходные мостики



Подвесные дороги

Шосейные и грунтовые дороги



Автострады: 8 — ширина одной полосы в метрах; 2 — количество полос; Ц — материал покрытия (Ц — цементобетон; А — асфальтобетон); насыпи (4 — высота насыпи в метрах)



Усовершенствованные шоссе: 8 — ширина покрытой части; 10 — ширина всей дороги от канавы до канавы в метрах; А — материал покрытия (А — асфальтобетон, Ц — цементобетон, Бр — брусчатка, Кл — клинкер); выемки (5 — глубина выемки в метрах)



Шоссе: 5 — ширина покрытой части); 8 — ширина всей дороги от канавы до канавы в метрах; Б — материал покрытия (Б — булыжник, Г — гравий, К — камень колотый, Шл — шлак, Щ — щебень); обсадки



1. Легкие придорожные сооружения (павильоны, навесы). 2. Съезды. 3. Участки дорог с малым радиусом поворота (менее 25 м)



Улучшенные грунтовые дороги (8 — ширина проезжей части в метрах) и трудно проезжие участки дорог



Строящиеся дороги: 1) автострады; 2) усовершенствованные шоссе; 3) шоссе; 4) улучшенные грунтовые дороги



1. Мосты через незначительные препятствия; 2. участки дорог с большими уклонами (8% и более); 3. номера автомобильных дорог

↓ 5043.0
X
↓ (IV-X)



Перевалы, отметки их высот и время действия



Грунтовые дороги и трудно проезжие участки дорог



Полевые и лесные дороги



Караванные пути и вьючные тропы



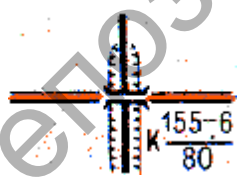
Пешеходные тропы и пешеходные мосты



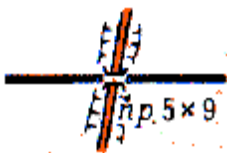
Фашинные участки дорог, гати и гребли



Километровые знаки, подписи числа километров



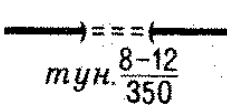
Путепроводы над железной дорогой (К — каменный (материал постройки), в числителе — длина и ширина проезжей части, м; в знаменателе — грузоподъемность, т)



Путепроводы над
шоссейной дорогой
(пр. — проезд под
путепроводом:
5 — высота, 9 — ши-
рина проезда, м)



Переезды на одном
уровне



Туннель железно-
дорожный

Список источников

1. Александров, Н. Л. Полярные сияния / Н. Л. Александров // Соросовский образовател. журн. — 2001. — Т. 7. — № 5. — С. 75—79.
2. Андропов, В. А. Вулканы / В. А. Андропов. — М. : Мысль, 1982. — 367 с.
3. Белявский, В. В. Динамика структуры земель как показатель антропогенной трансформации ландшафтов / В. В. Белявский // Антропогенная динамика ландшафтов и устойчивого использования биологического разнообразия : материалы II Респ. науч.-практ. конф., Минск, 1—2 декабря 2004 г. — Минск : БГПУ, 2004. — С. 8—9.
4. Верзилин, Н. Н. Биосфера, ее настоящее, прошлое и будущее : пособие для учителей / Н. Н. Верзилин, Н. И. Верзилин, Н. М. Верзилин. — М. : Просвещение, 1976. — 224 с.
5. Вернадский, В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. — М. : Мысль, 1967. — 374 с.
6. Войткевич, Г. В. Основы теории происхождения Земли / Г. В. Войткевич. — М. : Недра, 1988. — 186 с.
7. Володомонов, Н. В. Календарь : прошлое, настоящее, будущее / Н. В. Володомонов. — М. : Наука, 1987. — 80 с.
8. Вэлли, Дж. История новой Земли / Дж. Вэлли // В мире науки. — 2006. — № 1. — С. 12—16.
9. Гейнрих, Д. Экология : dtv-атлас : пер. с 5-го нем. изд. / Д. Гейнрих, М. Гергт. — М. : Рыбари, 2003. — 287 с.
10. Гледко, Ю. А. Общее землеведение : курс лекций / Ю. А. Гледко, М. В. Кухарчик. — Минск : БГУ, 2008. — 203 с.
11. Гледко, Ю. А. Общее землеведение : практикум / Ю. А. Гледко, Е. В. Матюшевская. — Минск : БГУ, 2006. — 92 с.
12. Голубев, В. А. Астрономия: основные понятия. Таблицы : пособие для учителей / В. А. Голубев, И. В. Галузо, А. А. Шимбалеv. — Минск : Аверсэв, 2005. — 207 с.
13. Добровольский, В. В. Практикум по географии почв с основами почвоведения : учеб. пособие для вузов / В. В. Добровольский. — М. : ВЛАДОС, 2001. — 144 с.
14. Ельцина, Г. Н. Определитель минералов : учеб. пособие / Г. Н. Ельцина. — Калининград : Калининград. ун-т, 1995. — 49 с.
15. Захаров, П. С. Эрозия почв и меры борьбы с ней / П. С. Захаров. — М. : Колос, 1971. — 192 с.
16. Зуев, В. Н. Изучение и охрана водных объектов / В. Н. Зуев. — 2-е изд. — Минск : Мэджик Бук, 2008. — 68 с.

17. *Кирвель, И. И.* Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим : монография / И. И. Кирвель. — Минск : БГПУ, 2005. — 234 с.
18. *Колмогоров, В. Г.* Основы геодезии и топографии / В. Г. Колмогоров. — Новосибирск : Новосибир. гос. ун-т, 2004. — 151 с.
19. *Куприн, А. М.* Слово о карте / А. М. Куприн. — М. : Просвещение, 1987. — 267 с.
20. *Лопух, П. С.* Гідралогія сушы : курс лекцый / П. С. Лопух. — Мн. : БДУ, 2009. — 224 с.
21. *Малишевской, Н. А.* Агроклиматический справочник / под ред. Н. А. Малишевской — 2-е изд., перераб. и доп.. — Минск : Ураджай, 1969. — 248 с.
22. *Марчик, Т. П.* Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособие / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. — Гродно : ГрГУ, 2006. — 249 с.
23. *Михайлов, В. Н.* Речные дельты : строение, образование, эволюция / В. Н. Михалов // Сорос. образовател. журн. — 2001. — Т. 7. — № 3. — С. 59—66.
24. *Моргунов, В. К.* Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений : учеб. / В. К. Моргунов. — Ростов н/Д : Феникс, 2005. — 331 с.
25. *Науменко, В. Я.* Геология и полезные ископаемые : учеб. пособие / В. Я. Науменко, Н. В. Науменко. — Брест : Издатель С. Б. Лавров, 2001. — 244 с.
26. *Никонова, М. А.* Практикум по земледелию и краеведению : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / М. А. Никонова, П. А. Данилов. — М. : Академия, 2001. — 144 с.
27. *Орлов, Д. С.* Цвет и диагностика почв / Д. С. Орлов // Соросовский образовател. журн. — 1997. — № 4. — С. 45—51.
28. *Поддубова, И. Ф.* Идеи В. В. Докучаева в почвоведении / И. Ф. Поддубова // Идеи В. В. Докучаева и современные проблемы развития природы и общества : сб. науч. ст. — Смоленск : Универсум, 2006. — 340 с.
29. *Попов, В. С.* Новые магматические горные породы / В. С. Попов // Сорос. образовател. журн. — 1998. — № 6. — С. 60—64.
30. Почвы Беларуси : учеб. пособие / А. И. Горбылева [и др.]; под ред. А. И. Горбылевой. — Минск : ИВЦ Минфина, 2007. — 184 с.
31. Природные ресурсы Брестской области / А. В. Грибко [и др.]; под ред. А. В. Грибко, М. В. Маслобоева. — Брест : АртЛайнСити, 2007. — 68 с.
32. *Пушаровский, Д. Ю.* Состав и строение мантии Земли / Д. Ю. Пушаровский, Ю. М. Пушаровский // Сорос. образовател. журн. — 1998. — № 11. — С. 111—119.
33. *Ревель, П.* Среда нашего обитания. в 4 кн. П. Ревель, Ч. Ревель. — М. : Мир, 1995. — Кн. 2 : Загрязнение воды и воздуха : пер. с англ. — 296 с.
34. *Романкевич, А. П.* Топография с основами геодезии : курс лекций / А. Романкевич, П. П. Явид. — Минск : БГУ, 2004. — 151 с.
35. *Рябов, Ю. А.* Движение небесных тел / Ю. А. Рябов. — М. : Наука, 1988. — 184 с.
36. *Слевич, С. Б.* Океан : ресурсы и хозяйство / С. Б. Слевич. — Л. : Гидрометеоздат, 1988. — 192 с.
37. *Тимофеев, С. С.* Основы современного естествознания и экологии / С. С. Тимофеева, С. А. Медведева, Е. Ю. Ларионова. — Ростов н/Д : Феникс, 2004. — 384 с.

38. *Фролова, Т. И.* Вулканизм и его роль в эволюции нашей планеты / Т. И. Фролова // Сорос. образовател. журн. — 1996. — № 2. — С. 74—81.
39. *Хромов, С. П.* Метеорология и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. — М. : МГУ, 1994. — 520 с.
40. *Штефан, Л. В.* Петрография метаморфических горных пород : курс лекций / Л. В. Штефан. — Минск : БГУ, 2005. — 115 с.
41. *Ясовеев, М. Г.* Основы гидрогеологии : учеб. пособие / М. Г. Ясовеев. — Минск : БГУ, 2002. — 148 с.
42. *Будз, М. Д.* Геологія загальна та історична : курс лекцій / М. Д. Будз, А. С. Романів. — Рівне : [б. и.], 2009. — 98 с.
43. Нацыянальны атлас Беларусі / пад рэд. М. У. Мясніковіча, Г. І. Кузняцова. — Мн., 2002. — 292 с.
44. Der kompakte ADAC Weltatlas. — Guetersloch : MOHN Media, 2005. — 256 s.

Учебное издание

Зуев Владимир Николаевич

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ. ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие

Технический редактор *Н. В. Иванова*

Корректор *И. И. Ананько*

Ответственный за выпуск *Е. Г. Хохол*

Подписано в печать 28.12.2010 .

Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 14,60. Уч.-изд. л. 12,09.

Заказ 218. Тираж 110 экз.

ЛИ 02330/0552803 от 09.02.2010

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования

«Барановичский государственный университет»

225404, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.

Репозиторий БарГУ