

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Учение о гидросфере»

Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование

Разработчик: доцент, к.т.н. Манвелова Н.Е.

**Санкт-Петербург
2018**

ЛЕКЦИЯ № 1

ВВЕДЕНИЕ. УЧЕНИЕ О ГИДРОСФЕРЕ И ЕГО ПОДРАЗДЕЛЫ

Одним из важнейших химических соединений для человечества является вода. Вода, занимая почти 75 % поверхности Земли, является самым обильным и ценным ресурсом. Мировые запасы воды огромны – около 1389 млн. км³. Если распределить их поровну, то на каждого жителя планеты пришлось бы по 280 млрд. литров. Однако 97 % водных ресурсов приходится на долю океанов и морей, в которых вода слишком соленая. Оставшиеся 3% – пресные воды. Вода составляет от 50-97 % веса всех растений и животных и около 70 % веса человеческого тела. Все химические реакции в организме протекают только в водной среде.

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 (рис.1). Этот естественный процесс рециркуляции происходит до тех пор, пока потребление воды не становится интенсивнее, чем восполняются ее запасы и пока не превышен объем отходов, делающий воду непригодной. Существует два источника пресной воды: поверхностные воды и грунтовые воды.

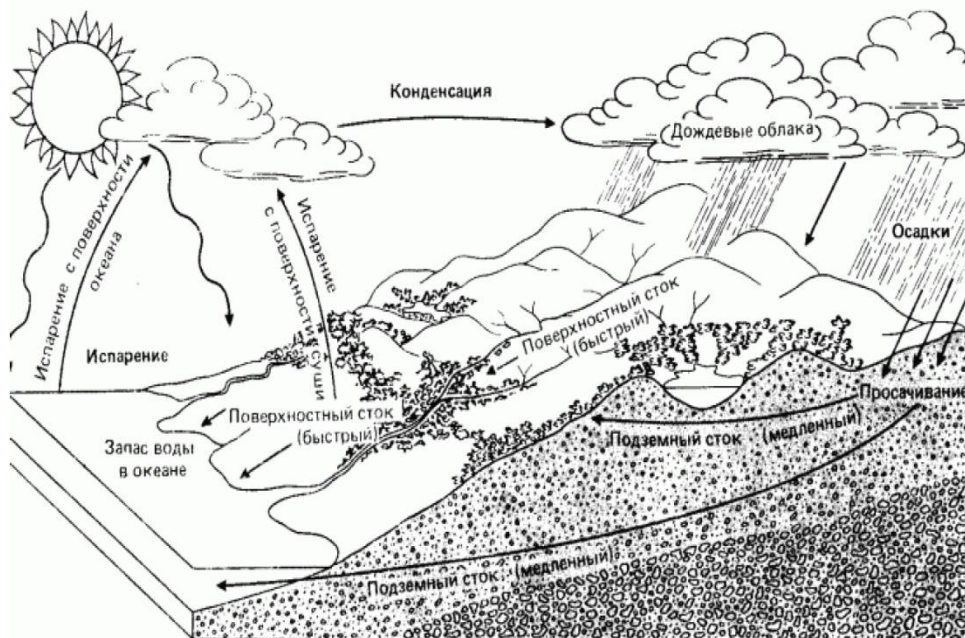


Рисунок 1 - Круговорот воды в биосфере

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.

H_2O (оксид водорода) – устойчивое соединение, с массовой долей водорода 11,10 % и кислорода – 88,91 %. Известно до 36 разновидностей молекул воды, состоящих из сочетаний изотопов водорода (протия – 1_1H ; дейтерия – 2_1D и трития – 3_1T) и кислорода с массовыми числами от 14 до 19. На долю стабильного изотопа H_2O (где кислород с массовым числом 16) приходится 99,73 % от массы воды.

Тяжелая вода D_2O получается в результате многократного электролиза обычной воды и отличается по свойствам от обычной воды (таблица 1).

Таблица 1 – Свойства обычной и тяжелой воды

Свойство воды	H_2O	D_2O
Молярная масса воды, г/моль	18	20
Температура замерзания, °C	0	3,8
Температура кипения, °C	100	101,4
Плотность при 20 °C, г/см ³	0,9982	1,150
Температура максимальной плотности, °C	4	11,6

Реакции с тяжелой водой происходят значительно медленнее, чем с обычной водой. Тяжелая вода оказывает сильное биологическое воздействие на живые организмы и непригодна для жизненных процессов, так как более прочные связи O – D изменяют скорости биологических процессов и приводят к смещению равновесия этих процессов. Тяжелую воду применяют в качестве замедлителя нейтронов в ядерных реакторах, а также как источник дейтронов D^+ для ядерных и термоядерных реакций, для получения искусственных радиоактивных изотопов, используемых при исследовании механизмов протекания реакций.

Между атомами водорода ($1s^1$) и кислорода ($1s^2 2s^2 2p^4$) в молекуле воды образуются две ковалентные полярные связи по обменному механизму (рис. 2).

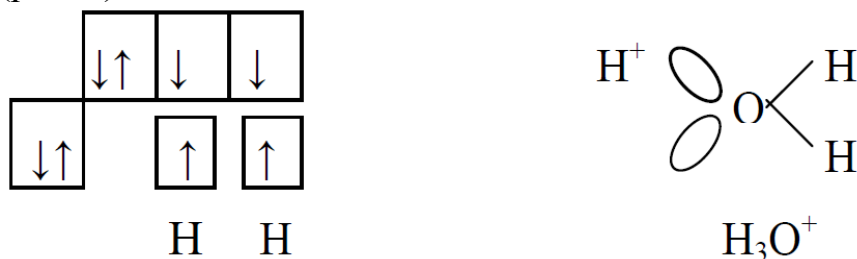


Рисунок 2 – Ковалентные полярные связи в молекуле воды

По методу ВС (валентных связей) атом кислорода в молекуле воды находится в состоянии sp^3 -гибридизации. Две гибридные орбитали атома кислорода перекрываются с s-орбиталями двух атомов водорода, а на двух других гибридных орбиталях кислорода располагаются две

несвязывающие электронные пары (рис.3а). В результате отталкивания связывающих и несвязывающих электронных пар валентный угол в молекуле жидкой воды равен 105° .

Неподеленные пары электронов кислорода влияют на строение молекулы воды, придавая ей тетраэдрическую структуру (рис. 3б). Орбитали с неподеленными электронными парами направлены к противоположным от протонов вершинам тетраэдра. Поэтому около протонов создается пониженная электронная плотность (+), а вокруг орбиталей с неподеленной парой электронов – повышенная электронная плотность (-).

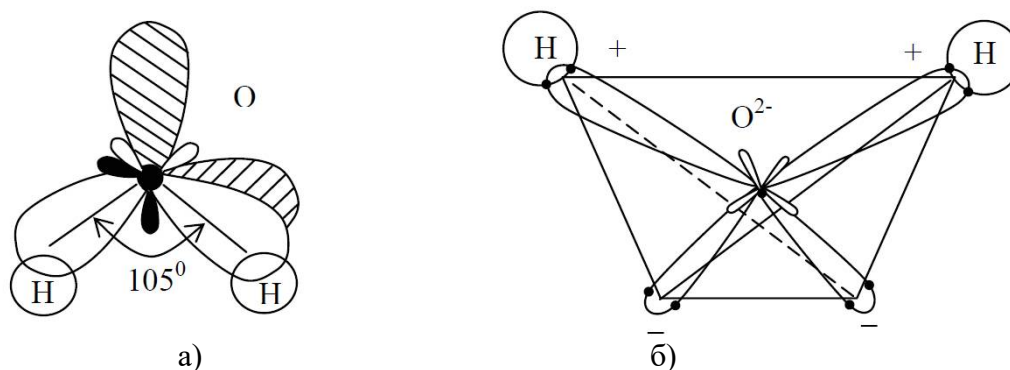


Рисунок 3 – Схема структуры молекулы воды

Параметры молекул воды зависят от ее агрегатного состояния (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры молекул воды

Агрегатное состояние воды	Валентный угол	Длина связи Н-О, Å	Расстояние Н...Н, Å
Пар	$104,27^\circ$	0,9564	1,515
Жидкость	$105,03^\circ$	0,9568	1,540
Лед	$109,5^\circ$	0,9900	1,620

1. Физические свойства воды

1. Полярность. Высокая полярность молекул воды объясняется несовпадением центров тяжести ее положительных и отрицательных зарядов. Благодаря необычно большому дипольному моменту ($\mu (H_2O) = 1,85$ Д) вода является химически активным соединением, обуславливающим электролитическую диссоциацию солей кислот, оснований и имеет аномально большую диэлектрическую постоянную, равную 79,5 при $25^\circ C$, т.е. в воде два электрических заряда притягиваются или отталкиваются с силой приблизительно в 80 раз меньшей, чем в вакууме.

2. Наличие водородных связей. Молекулы воды связаны между собой водородными связями. По прочности они занимают промежуточное положение между ковалентными и межмолекулярными связями. Причиной образования водородной связи является смещение единственного

электрона водорода к сильно электроотрицательному атому кислорода. При этом водород превращается в частицу с уникальными свойствами:

а) не имеет электрона, а поэтому не отталкивается, а притягивается электронными оболочками других частиц;

б) обладает ничтожно малым размером и, следовательно, большим поляризующим действием.

Энергия водородной связи в воде равна 29 кДж/моль. Водородные связи объединяют молекулы воды в ассоциаты (рис.4.).

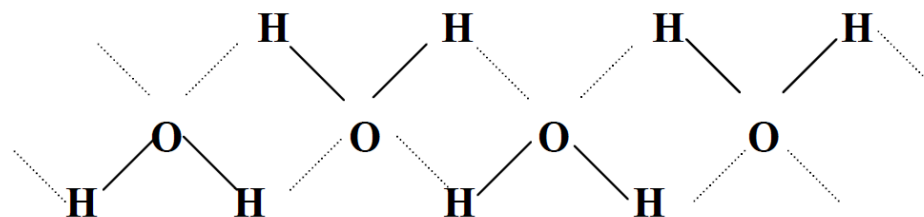


Рисунок 4 – Ассоциированные молекулы воды
(—— ковалентная связь, водородная связь)

Ассоциация молекул воды является причиной аномально высоких температур ее кипения, плавления, теплоты парообразования. Известно, что в ряду аналогичных соединений с увеличением молярной массы возрастают температуры плавления и кипения. Однако в случае воды при сопоставлении ее с аналогами эта закономерность нарушается (рис. 5).

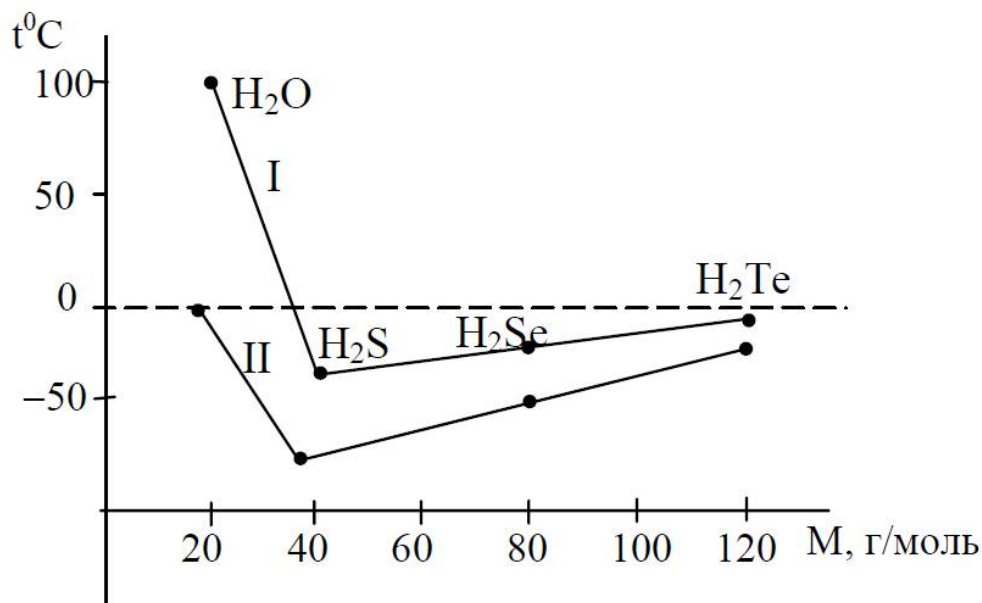


Рисунок 5 - Зависимость температур кипения (I) и замерзания (II) от величины молярной массы вещества для водородных соединений р-элементов (VI) группы

Молекулы воды не образуют ассоциатов в парообразном состоянии. В жидкой воде ассоциированные молекулы могут находиться в равновесии с неассоциированными молекулами. Среднее координационное число молекул в жидкой фазе близко к четырем.

В 1932 году Бернал и Фаулер (Англия), основываясь на данных рентгеноструктурного анализа, установили, что связь между молекулами и относительное расположение их в жидкой воде подобно расположению молекул воды в структуре льда. Определить процентное содержание свободных молекул не удалось. Очевидно, что с повышением температуры усиливается тепловое движение и уменьшается степень связанности молекул.

Вода имеет наибольшую теплоемкость среди жидкостей – 4,1868 кДж/кг, что почти вдвое превышает таковую растительных масел, ацетона, фенола, глицерина, спирта, парафина. Благодаря этому теплые океанические течения согревают многие северные регионы планеты, принося тепло из южных широт.

Вода легче всего нагревается и быстрее всего охлаждается при температуре 37 °С. Данная особенность пока не объяснена, однако совпадение с нормальной температурой здорового человека (36,6 °С – 37,0 °С) представляется весьма важным. Если бы вода не обладала этим удивительным качеством, тогда бы системе терморегуляции организма потребовалось бы гораздо больше затрат чтобы поддержать температуру нашего тела в области нормальных значений. Известно, что уже при 42 °С белок необратимо разрушается, происходит его денатурация – распад структуры.

Плотность воды при нагревании и охлаждении изменяется аномально.

При понижении температуры от 100 °С до 3,98 °С вода непрерывно сокращается в объеме, и ее плотность составляет порядка 1 г/мл, но после пересечения границы 3,98 °С наступает обратное явление.

При кристаллизации воды её плотность уменьшается и для льда плотность составляет 0,91 г/мл. (см. таблицу 3). Практически для всех остальных веществ кристалл, твердое агрегатное состояние всегда плотнее жидкой фазы.

Таблица 3 - Изменение плотности воды в зависимости от температуры

Плотность агрегатного состояния воды	Температура, °С									
	- 20	-10	0	1	2	3	4	5	10	30
Лед, кг/м ³	920,0	918,5	917,0							
Вода, кг/м ³				999,87	999,97	999,98	1000,0	999,9	999,73	995,67

Т.е. единица объема пресной воды при 3,98 °С весит больше, чем при 0 °С и таким образом, при охлаждении ниже 4 градусов образуется лед, который всплывает, но под ним всегда остается вода. Создается некий термос жизнеобеспечения. Не обладай этим свойством вода, все

естественные хранилища воды промерзли бы, и жизнь в них могла бы быть представлена, в лучшем случае только низшими криофильными бактериями.

Зависимость температуры замерзания морской воды и температуры наибольшей плотности от солености воды системно исследовалась норвежским ученым Б.Хелландом-Хансеном (Рис.6 график Хелланда-Хансена).

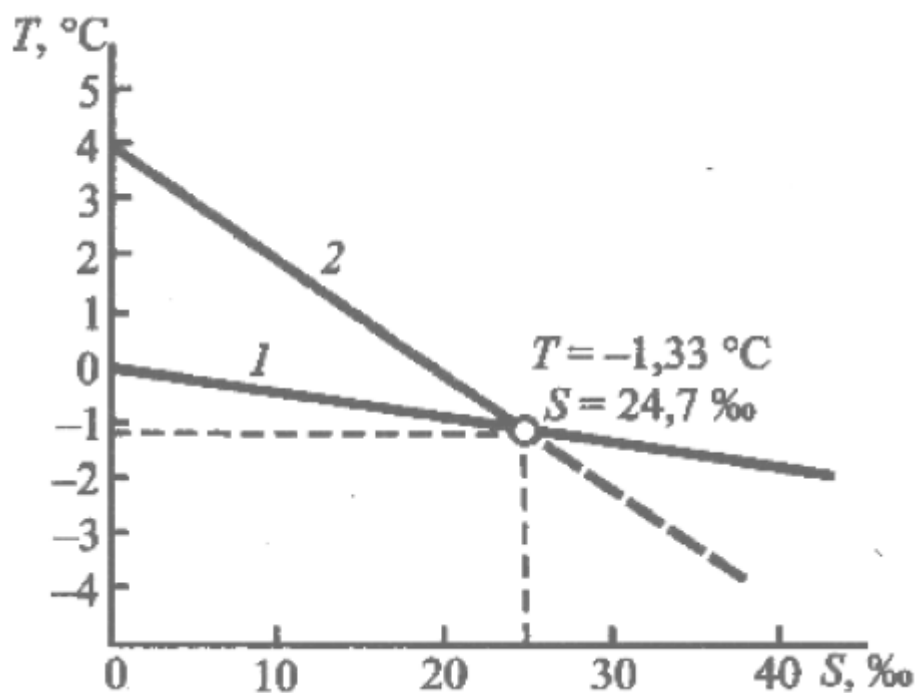


Рис.6. Зависимость температуры замерзания (1) и температуры наибольшей плотности воды (2) от солености (S) (график Хелланда-Хансена).

Как следует из рис.6 в случае морской воды, когда мы по сути имеем дело со слабо минерализованным раствором, температура замерзания которого постепенно понижается с ростом концентрации растворенных солей. Одновременно с увеличением солености растет плотность морской воды и понижается температура наибольшей плотности. При этом следует отметить, что графики температур наибольшей плотности и замерзания пересекаются в точке с координатами: температура $-1,33$ °C и соленость $24,7$ ‰. Следовательно, замерзание воды с соленостью выше указанного значения наступает раньше, чем будет достигнута наибольшая плотность. Для большинства морских водоемов это означает, что возникшая с началом осеннего охлаждения конвекция будет продолжаться непрерывно на протяжении всего холодного сезона, даже после начала льдообразования. Наибольшая плотность морской воды будет иметь разные значения в зависимости от температуры замерзания и солености,

при которой началось льдообразование. Структура льда и его свойства также обусловлены водородными связями.

Зависимость плотности морской воды от температуры и от содержания солей отражает уравнение состояния морской воды.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha T + \beta S), \text{ где}$$

T - температура, °C

S –соленость, ‰

ρ_0 - плотность, кг/м³ (макс плотность H₂O при $S=0$ ‰ - 1000 кг/м³)

α -коэффициент, учитывающий влияние на плотность воды термического расширения

β - коэффициент, учитывающий влияние на плотность воды содержания солей.

Соленость воды 24,7‰ разграничивает, таким образом, воды соленые, или собственно морские, и так называемые солоноватые, занимающие нишу между пресными и солеными. Отсюда следует, что такие моря, как Азовское, Балтийское, Каспийское, относятся к солоноватым бассейнам и осенне-зимняя конвекция в них протекает по типу пресных водоемов.

Вода обладает самым высоким поверхностным натяжением среди всех жидкостей (за исключением ртути).

Притяжение молекул воды друг к другу и наличие водородной связи обуславливает большую величину поверхностного натяжения 72,7 мДж/м². Это значит, что для разрыва водяного столбика диаметром 2,5 см потребуется усилие в 90 тонн. Схема возникновения поверхностного натяжения такова: молекула А, расположенная внутри жидкости, притягивается соседними частицами с одинаковой силой, т.е. межмолекулярные силы, действующие на молекулу воды, расположенную в объеме фазы, распределены равномерно со стороны соседних молекул; молекула Б, расположенная на поверхности жидкости, испытывает действие межмолекулярных сил в большей степени со стороны жидкой фазы и почти не взаимодействует с молекулами газообразной фазы. Поэтому каждая отдельная молекула на поверхности жидкости обладает большей энергией по сравнению с энергией молекулы в объеме фазы. Она находится в неравновесном состоянии и стремится втянуться в объем жидкости (рис. 2). Поэтому небольшие количества воды принимают шарообразную форму, так как из всех геометрических тел одинакового объема шар имеет наименьшую поверхность.

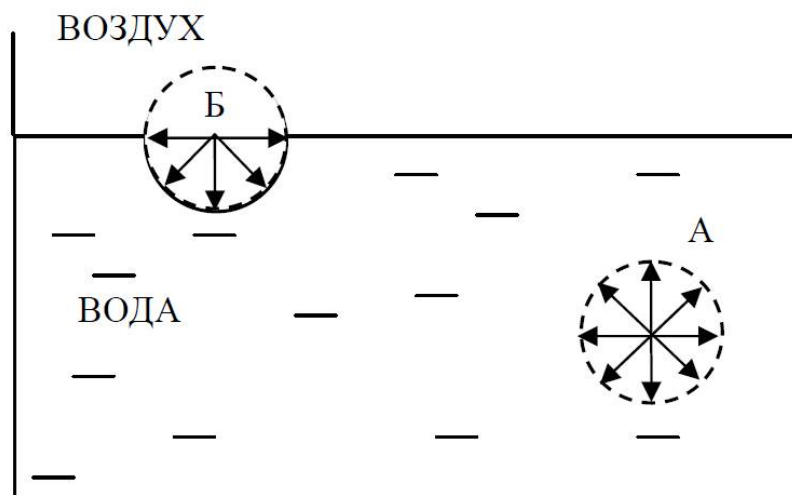
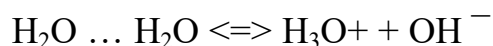


Рисунок 6 - Схема возникновения поверхностного натяжения на границе раздела двух фаз

Водородные связи влияют на растворимость веществ. В воде хорошо растворяются вещества, имеющие в составе полярные группы или ионную связь, например, спирты, амины, сахара, соли, кислоты, основания, а также некоторые газы NH_3 , CO_2 , SO_2 и другие.

Строение молекулы воды определяет её способность к донорно-акцепторному взаимодействию. Вода проявляет свойства донора за счет неподеленной пары электронов атома кислорода. Этим объясняется высокая химическая активность воды и способность ее к комплексообразованию в качестве лигандов. Вода относится к слабым электролитам и поэтому ионизирует в небольшой степени по следующей схеме:



или упрощенно



При 24 °С константа диссоциации воды равна:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1.86 \cdot 10^{-16}$$

В одной тонне чистой воды содержится 0,1 мг-иона водорода и 1,7 мг-иона гидроксила. Время пребывания водорода в одной из молекул не превышает 10^{-8} сек, что указывает на большую скорость диссоциации.

Вода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений, без нее невозможно существование жизни. Вода – не просто элемент природы, но и активный географический фактор (транспорт, работа, среда).

Вода удивляет людей с древности – еще в Древней Греции об ее происхождении задумывались Фалес («В основе всех явлений лежит вода»), Гераклит («В одну реку нельзя войти дважды»). Геродот изучал Нил и Истр (Дунай) т. е. фактически был первым гидрологом, а Платон и

Аристотель, прогуливаясь, обсуждали происхождение рек и источников. Древние римляне достигли успехов в строительстве водоводов (акведуки, в том числе Пон-дю-Гар).

Существует множество водных объектов: водотоки, водоемы, особые водные объекты (подземные воды и ледники). Многие водные объекты обладают водосбором.

Водосбор – часть земной поверхности и ее толщи, откуда вода поступает в водный объект.

Водораздел – линия между двумя водосборами.

Гидрографическая сеть – совокупность водотоков и водоемов и других вод на определенной территории.

Водные объекты Земли образуют гидросферу.

Существует несколько определений гидросферы.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, расположенная на поверхности земной коры и в ее толще, представленная совокупностью океанов, морей и водной оболочкой суши, включая снежный покров и ледники.

Гидросфера не включает атмосферную влагу и воду организмов. Иногда под гидросферой понимают только поверхностные воды, а иногда включают и атмосферу и биосферу.

Для экологов главное – осмысление и усвоение принципа взаимопроникновения сфер: гидросферы, атмосферы, литосферы и биосферы.

Водная оболочка и гидрологические процессы изучает комплекс наук, объединенных названием «Учение о гидросфере», имеющий в своей основе совокупность разделов гидрологии.

Гидрология включает в себя следующие основные понятия.

1. Гидрометрия – методы измерения и наблюдения водных объектов.
2. Инженерная гидрология – методы расчета и прогноза состояния водных объектов.
3. Гидрография – описывает конкретные воды различных водных объектов.
4. Гидрофизика.
5. Гидрохимия.
6. Гидробиология.
7. Общая гидрология, включающая разделы:
 - а) гидрология подземных вод (гидрогеология);
 - б) гидрология суши (просто гидрология):
 - гидрология рек (потамология),
 - гидрология озер (лимнология),
 - гидрология болот (болотоведение),
 - в) гидрология морей (физическая океанология).

Предметом общей гидрологии являются природные воды Земли и процессы, в них происходящие.

Задача учения о гидросфере: рассмотрение наиболее общих закономерностей и процессов в водных объектах и их взаимосвязи с процессами в атмосфере, литосфере и биосфере.

Гидрология связана также с метеорологией, климатологией, геоморфологией, картографией.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение гидросферы.
2. Гидрология как наука, ее предмет и основная задача.
3. Классификация водных объектов Земли.

1.1. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Химические свойства воды

Молекула воды несимметрична. Она – электрический диполь.

В разных агрегатных состояниях структура воды различна:

- мономерные молекулы (одиночные) – пар;
- гексагональные молекулы (лед);
- гексагональные+одиночные (вода) – т. е. упакована более плотно.

Изотопы:

• Н – водорода: ^1H – протий, ^2H (D) – дейтерий, ^3H (Т) – радиоактивный сверхтяжелый тритий.

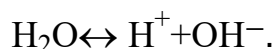
• О – кислорода: ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O .

Вода имеет переменный изотопный состав.

Самая распространенная – $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$, других (тяжелая вода) на Земле – менее 0,27 %.

В $^3\text{H}_2\text{O}$ (T_2O) – сверхтяжелая вода 13–20 кг.

Вода является универсальным растворителем. Вода также ислабый электролит, диссоциирует по уравнению:



Ионное равновесие отражает водородный показатель рН – логарифм концентрации водородных ионов (моль/л), взятый с обратным знаком:

рН = 7 нейтральная среда,

рН > 7 щелочная среда,

рН < 7 кислая среда.

Вода – универсальный растворитель. Суммарное содержание в воде растворенных веществ измеряется в следующих величинах:

• минерализация (М – мг/л, г/л) – в пределах [от 0,01 г/л дождь до 600 г/л в рассолах];

• соленость г/кг – в промилле ‰ S.

По содержанию солей воды делятся:

на < 1 ‰ пресные,

1–25 ‰ солоноватые,

25–50 ‰ соленые,

> 50 ‰ рассолы.

К числу главных ионов солей в природных водах относят отрицательные анионы:

HCO_3^- – гидрокарбонаты,

SO_4^{2-} – сульфатные,

Cl^- – хлоридный.

К положительно заряженным – катионы:

Ca^{2+} – катион кальция,

Mg^{2+} – катион магния,

Na^{+} – катион натрия,

K^{+} – катион калия.

Классы природных водопределяются по преобладающему аниону – гидрокарбонатная, сульфатно-гидрокарбонатная.

Группы природных вод, по преобладающему катиону – кальциевая, натриево-кальциевая.

В пресных водах преобладают следующие ионы: HSiO_3^- , HCO_3^- , Ca^{2+} .

В солоноватых: SO_4^{2-} , Na^{+} ; в соленых: Cl^- , Na^{+} .

Речные воды обычно относятся к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе. Подземные воды часто – к хлоридному классу и Na-группе.

Сумма концентрации Ca^{2+} и Mg^{2+} – общая жесткость.

Газы хорошо растворяются в воде, при условии, что могут вступать с ней в химические связи:

1) аммиак NH_3 ;

2) сернистый газ SO_2 ;

3) двуокись углерода CO_2 ;

4) азот N_2 ;

5) сероводород H_2S ;

6) кислород.

Двуокись углерода, азот, сероводород, кислород – самые распространенные водорастворимые газы, источник их поступления в гидросферу – атмосфера.

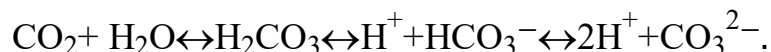
Процент насыщения воды газом А определяется по формуле:

$$A = \frac{\Phi}{P_x} * 100 \%$$

где Φ – фактическое содержание

P_x – равновесная концентрация при данной температуре.

Состояние карбонатного равновесия в природных водах:



Добавление ионов водорода H^+ смещает карбонатное равновесие влево (в сторону кислой реакции) и переводит карбонаты в бикарбонаты. Добавление ионов гидроксила OH^- уменьшает концентрацию ионов H^+ и смещает карбонатное равновесие вправо (щелочная реакция).

Соотношение различных форм угольной кислоты в воде (прежде всего, растворенного CO_2 и иона HCO_3^- – главный фактор, определяющий величину рН.

рН природных вод:

< 4,5 рудничные воды,

4,5–6 болотные,

5,5–7,2 подземные,

6,8–8,5 реки и озера,

7,8–8,3 океаны,

> 8,5 соленые озера.

Биогенные вещества – соединения азота, фосфора, кремния (N, P, Si) поступают в гидросферу из атмосферы, грунтов, разложившейся органики, а также с канализационными стоками.

Все вещества в воде в основном – микроэлементы – менее 1 мг/л, присутствуют в природных водах, но в больших количествах их примеси могут стать ядами (Br, F, I, Li, Ba и тяжелые металлы Fe, Ni, Zn, Co, Cu, Cd, Pb, Hg).

Особая категория загрязняющих веществ, присутствующих в природных водах, – нефтепродукты, ядохимикаты, удобрения, моющие вещества, радиоактивные вещества.

Качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющих ее пригодность для конкретного водопользования.

Наиболее ценны для водопотребителей запасы пресных вод. Эти запасы складываются из *статических*, которые ежегодно изменяются и *возобновляемых*, которые восстанавливаются в процессе круговорота.

Особенности водных ресурсов

1. Вода уникальна и ее нельзя ничем заменить.
2. Вода – ресурс неистребимый.
3. Пресные воды – возобновимый природный ресурс, но его необходимо перераспределять.
4. Вода – ресурс многоцелевой.
5. Вода подвижна:
 - перемещается сама и изменяется по агрегатному состоянию;
 - воду можно транспортировать (каналы);
 - вода не признает административных и государственных границ;
 - вода переносит наносы, растворенные вещества (загрязнения) и теплоту.

1.2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

1. Агрегатные состояния воды и фазовые переходы Вода имеет три агрегатных состояния: твердое, жидкое и газообразное. Диаграмма агрегатного состояния воды представлена на рис. 1. При этом вода в земных условиях может существовать во всех трех агрегатных состояниях

одновременно. Изменение агрегатного состояния вещества называется фазовым переходом. Фазовые переходы сопровождаются выделением или поглощением теплоты – теплота фазового перехода, «скрытая теплота».

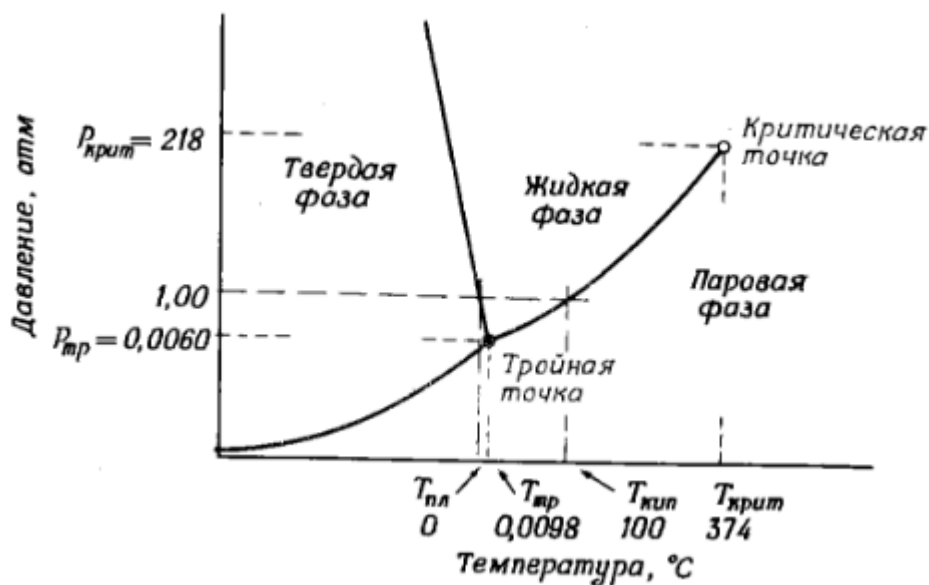


Рис. 1. Диаграмма агрегатного состояния воды

Диаграмма показывает те состояния воды, которые термодинамически устойчивы при определенных значениях температуры и давления. Она состоит из трех кривых, разграничивающих все возможные температуры и давления на три области, отвечающие льду, жидкости и пару.

С поверхности воды (льда и снега) постоянно отрываются и уносятся в воздух молекулы воды (т. е. вода переходит в пар), но часть молекул воды из пара возвращается обратно. Если преобладает первый процесс, то идет испарение, если второй – конденсация. Регулятором направлений процесса является влажность, точнее дефицит влажности. При любой температуре испарение с поверхности воды (льда, снега, почвы и т.д.) идет тем больше, чем больше дефицит влажности.

При этом, когда испарение охватывает не только поверхность воды, но и ее толщу (идет образование во внутреннем слое пузырьков), начинается процесс кипения.

Вода имеет аномально высокие значения $t_{зам} = 0^{\circ}\text{C}$ и $t_{кип.} = 100^{\circ}\text{C}$, которые зависят от давления.

Это объясняется зависимостью давления насыщенного пара от температуры. Рост пузырьков пара в жидкости продолжается до тех пор, пока давление насыщенного пара внутри него не будет превосходить давление жидкости. Такое давление складывается из внешнего давления и гидростатического давления жидкости. Если внешнее давление увеличивается, значит, температура кипения также будет

увеличиваться. При уменьшении внешнего атмосферного давления, температура кипения уменьшится. В горной местности вода закипает при температуре равной девяносто градусам. Поэтому людям, которые проживают на данной территории необходимо больше времени, чтобы приготовить пищу. Жители равнины смогут приготовить еду значительно быстрее. При низкой температуре кипения невозможно сварить обычное яйцо, так как белок не может свернуться, если температура ниже 100 градусов.

2. Зависимость плотности воды и температуры замерзания $t_{\text{зам}}$ воды от солености.

Одним из наиболее уникальных свойств воды является то, что её плотность при нагревании и охлаждении изменяется аномально. При понижении температуры от 100 °С до 3,98 °С вода непрерывно сокращается в объеме, и ее плотность составляет порядка 1 г/мл, но после пересечения границы 3,98 °С наступает обратное явление. При кристаллизации воды её плотность уменьшается и для льда плотность составляет 0,91 г/мл. (см. таблицу 3). Практически для всех остальных веществ кристалл, твердое агрегатное состояние всегда плотнее жидкой фазы.

Таблица 3 - Изменение плотности воды в зависимости от температуры

Плотность агрегатного состояние воды	Температура, °С									
	-20	-10	0	1	2	3	4	5	10	30
Лед, кг/м ³	920, 0	918, 5	917, 0							
Вода, кг/м ³				999, 87	999, 97	999, 98	1000, 0	999, 9	999, 73	995, 67

То есть единица объема пресной воды при 3,98 °С весит больше, чем при 0 °С и, таким образом, при охлаждении ниже 4 градусов образуется лед, который всплывает, но под ним всегда остается вода. Создается некий термос жизнеобеспечения. Не обладай этим свойством вода, все естественные хранилища воды промерзли бы, и жизнь в них могла бы быть представлена, в лучшем случае только низшими криофильными бактериями.

Зависимость температуры замерзания $t_{\text{зам}}$ морской воды и температуры наибольшей плотности воды от солености исследовалась норвежским ученым Б. Хелландом-Хансеном. (график Хелланда-Хансена).

Установлено, что в случае морской воды, с ростом солености (концентрации растворенных солей) температура замерзания постепенно понижается.

Одновременно с увеличением солености растет плотность морской воды и понижается температура наибольшей плотности. При этом следует отметить, что графики температур наибольшей плотности и температур замерзания пересекаются в точке с координатами: температура $-1,33\text{ }^{\circ}\text{C}$ и соленость $24,7\text{‰}$. Следовательно, замерзание воды с соленостью выше указанного значения наступает раньше, чем будет достигнута наибольшая плотность. Увеличение S на каждые 10 ‰ снижает $T_{\text{зам}}$ примерно на $0,54^{\circ}$.

Для большинства морских водоемов это означает, что возникшая с началом осеннего охлаждения конвекция будет продолжаться непрерывно на протяжении всего холодного сезона, даже после начала льдообразования. Наибольшая плотность морской воды будет иметь разные значения в зависимости от температуры замерзания и солености, при которой началось льдообразование.

Зависимость плотности морской воды от температуры и от содержания солей отражает уравнение состояния морской воды.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha T + \beta S), \text{ где}$$

T – температура воды, $^{\circ}\text{C}$

S – соленость морской воды, ‰

ρ_0 – плотность, кг/м^3

α – коэффициент, учитывающий влияние термического расширения на плотность воды

β – коэффициент, учитывающий влияние на плотность воды содержания солей.

Соленость воды $24,7\text{‰}$ разграничивает, таким образом, воды соленые, или собственно морские, и так называемые солоноватые, занимающие нишу между пресными и солеными. Отсюда следует, что такие моря, как Азовское, Балтийское, Каспийское, относятся к солоноватым бассейнам и осенне-зимняя конвекция в них протекает по типу пресных водоемов.

3. Тепловые свойства воды. Вода имеет наибольшую теплоемкость среди жидкостей – $4,1868\text{ кДж/кг}$, что почти вдвое превышает таковую для растительных масел, ацетона, фенола, глицерина, спирта, парафина.

Благодаря этому теплые океанические течения согревают многие северные регионы планеты, принося тепло из южных широт. При этом Удельная теплота плавления льда и удельная теплота парообразования также аномально высоки. *Удельная теплота* плавления льда – количество тепла, затрачиваемое на превращение единицы массы льда в воду составляет $3,33000\text{ кДж/кг}$. Столько же тепла выделяется при замерзании воды.

Для определения количества теплоты, расходуемой на плавление льда, найдем теплоту плавления ($\Theta_{\text{пл}}$):

$$\Theta_{\text{пл}} = mL_{\text{пл}} \text{ (Дж)}, \text{ где}$$

$L_{\text{пл}}$ – удельная теплота плавления льда.

Для испарения льда теплота испарения $\Theta_{\text{исп}} = mL_{\text{исп}}$, для возгонки $\Theta_{\text{возг}} = m(L_{\text{пл}} + L_{\text{исп}})$. Для замерзания и конденсации, выделение теплоты рассчитывается по тем же формулам.

При этом для нагревания воды вне точек фазовых переходов необходимо затратить большое количество теплоты, характеризуемое через C_p – удельную теплоемкость - количество теплоты: необходимое для нагревания единицы массы на 1°C . У воды удельная теплоемкость тоже аномально высока: при 15°C $C_p = 4190 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$; при 33°C $C_p = 4180 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Теплоемкость чистого льда примерно в 2 раза меньше теплоемкости воды, а у снега – в 7 раз. Количество теплоты $\Delta\Theta$, необходимое для нагревания массы воды на ΔT $^\circ\text{C}$ рассчитывают по формуле: $\Delta\Theta = C_p m \Delta t$,

где C_p – удельная теплоемкость, $\Delta t = T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}$

Тепловые свойства воды влияют на жизнь всей планеты. При нагревании огромные количества теплоты тратятся на таяние льда, нагревание и испарение воды – Земля не перегревается, а когда идет охлаждение, выделяющаяся теплота сдерживает замерзание.

4. Поверхностное натяжение и смачивание. По сравнению с другими веществами, у воды очень высокое поверхностное натяжение. Оно способствует размыву почв и грунтов. Вода может подниматься в порах и капиллярах почв и растений.

5. Оптические свойства воды. Свет от поверхностной воды частично отражается, на границе раздела преломляется, а в толще рассеивается и поглощается. *Альbedo* – отношение энергии отраженного света от поверхности к энергии падающего света. Альbedo зависит от освещенности и состояния водной поверхности и обычно составляет 4–11 %. Коэффициент преломления составляет примерно 1,33, уменьшается с повышением t° , увеличивается с соленостью.

Свет в воде быстро затухает. Таким образом, свет проникает лишь на небольшую глубину $\sim 300\text{м}$, и только здесь протекают процессы фотосинтеза.

6. Акустические свойства воды. Вода хорошо проводит звук. В толще воды звук может распространяться на большие расстояния и с большой скоростью.

Скорость звука в воде равна 1400–1600 м/с, т. е. в 4–5 раз больше скорости звука в воздухе. Она увеличивается с повышением t° ($\sim 3 \text{ м/с}$ на 1°C); с увеличением солености S ($\sim 1 \text{ м/с}$ на 1‰), с ростом P (на $1,5 \text{ м/с}$ на 100 м h).

Вопросы для самоконтроля

1. Заполните таблицу «Самые главные аномалии воды».

1. Физическая характеристика (например t плавления)	2. Аномалия очень высокая	3. Значения для природы

2. Нарисуйте диаграмму агрегатных состояний воды и прокомментируйте.

1.3 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ

1. Запасы воды на Земле огромные. Однако это преимущественно соленая вода Мирового океана. Запасы пресной воды, потребность людей в которой является особенно большой, незначительные и исчерпаемые. Во многих местах планеты чувствуется нехватка ее для орошения, потребностей промышленности, питья и пр.

Большинство пресной воды сконцентрировано в ледниках Антарктиды и Гренландии. Третий по величине источник воды — подземные воды. Они проходят на глубине 150–200 м. Общий их объем приблизительно в 100 раз больше объема поверхностных пресных вод рек, озер, болот.

В течение последних лет за приблизительными подсчетами потребность в воде выросла в 10 раз. Соотношение прихода и расхода воды с учетом изменений ее запасов за выбранный интервал времени для определенного объекта называется водным балансом.

Вообще учету подлежат атмосферные осадки, конденсация влаги, горизонтальный перенос и отложение снега, поверхностный и подземный приток, испарение, поверхностный и подземный сток, изменение запасов влаги в почве и др.

Под водными ресурсами в широком понимании воспринимаются все виды воды, которые находятся в Земле, на ее поверхности и в атмосфере. В более узком понимании под водными ресурсами понимаются те естественные воды, которые можно использовать в настоящее время, управляя их режимом, а также воды, что могут быть использованы в ближайшей перспективе и над управлением которыми идет работа.

Исходя из этого определения, в понятие «водные ресурсы» включаются только пресные воды суши. На практике к такой категории доступных для использования вод в настоящий момент относят речной сток и пригодные для эксплуатации подземные воды.

Водные ресурсы считаются физически неисчерпаемыми, но в своем размещении и режиме стока они выдерживают прямое и непосредственное влияние других компонентов естественного комплекса и антропогенное

давление, вследствие чего различаются значительными колебаниями и неравномерностью распределения, а также своими качественными характеристиками.

Различают не только искусственное загрязнение воды, но и естественное. Известно, что даже в малозаселенных районах чистота воды уменьшается, а количество ила, примесей всех видов увеличивается от истока в горах к месту соединения с морем или океаном.

Основные источники загрязнения воды:

- стоковые воды промышленных предприятий;
- бытовые стоки коммунального хозяйства;
- стоковые воды сельского хозяйства;
- воды шахт, нефтепромыслов, рудников;
- отходы производств при добыче разных полезных ископаемых;
- отходы древесины в деревообрабатывающей промышленности;
- сбросы водного и железнодорожного транспорта.

Обеспечение экологического равновесия и полное удовлетворение потребностей населения и общественного хозяйства водой возможны при улучшении качества воды и водного режима рек, рациональном использовании воды предприятиями всех отраслей общественного хозяйства и воссоздании водных ресурсов.

Всем промышленным и сельскохозяйственным предприятиям следует:

- проводить мероприятия по экономному использованию водных ресурсов;
- применять современные эффективные и совершенные технические средства и технологии, чтобы предотвратить большие потери и загрязнение воды;
- контролировать качество и количество сброшенных в водные объекты промышленных стоков и т. п.

Вода имеет чрезвычайно ценное свойство — постоянно самосовершенствоваться под воздействием солнечной радиации и самоочистки. Последнее заключается в перемешивании загрязненной воды со всей ее массой в водном источнике и последующем процессе минерализации органического вещества и отмирания бактерий. В естественной самоочистке воды принимают участие бактерии, грибы, водоросли. Установлено, что в процессе бактериальной самоочистки через 24 часа остается не больше 50 % бактерий, через 96 часов – 0,5 %. Для самоочистки загрязненной воды необходимо многократное разбавление ее чистой водой. В случае сильного загрязнения самоочистка воды не происходит, поэтому нужны специальные мероприятия и методы по ликвидации загрязнений, которые поступили со стоковыми водами.

Круговорот воды на Земле, называемый также гидрологическим циклом, включает поступление воды в атмосферу при испарении и возвращение ее назад в результате конденсации и выпадения осадков. В

общих чертах круговорот воды всегда состоит из испарения, конденсации и осадков. Но он включает три основных звена:

1) поверхностный сток: вода становится частью поверхностных вод;

2) испарение – транспирация: вода впитывается почвой, удерживается в качестве капиллярной воды, а затем возвращается в атмосферу, испаряясь с поверхности земли, или же поглощается растениями и выделяется в виде паров при транспирации;

3) стадия грунтовых вод: вода попадает под землю и движется сквозь нее, питая колодцы и родники, и таким образом вновь попадая в систему поверхностных вод.



Рис. 2. Схема круговорота воды

Согласно схеме круговорота воды, фонд воды в атмосфере невелик; скорость оборота выше, а время пребывания меньше, чем для углекислого газа. На круговороте воды начинают сказываться глобальные последствия деятельности человека. Учет осадков и речного стока во всем мире сейчас хорошо поставлен; необходимо, однако, как можно быстрее наладить более полный контроль всех основных путей движения воды в круговороте. Следует подчеркнуть два других аспекта круговорота воды.

1. Отметим, что море теряет из-за испарения больше воды, чем получает с осадками; на суше положение обратное. Другими словами, та часть осадков, которая поддерживает наземные экосистемы, включая и поставляющие пищу человеку, приходит благодаря испарению с моря. Установлено, что во многих областях 90 % осадков приносится с моря.

2. Согласно оценкам, вес воды пресных озер и рек – 0,25 геограмма (1 геограмм = 10^{20} г), а годовой сток – 0,2 геограмма; следовательно, время оборота составляет около года. Разность между количеством осадков за год (1,0 геограмм) и стоком (0,2 геограмма) составляет 0,8 – это и есть величина годового поступления воды в подпочвенные водоносные горизонты. Как уже указывалось, увеличение стока в результате деятельности человека может уменьшить очень важный для круговорота фонд грунтовых вод. Нам следовало бы возвращать больше воды в

водоносные слои, не пытаясь хранить ее всю в озерах, откуда она быстрее испаряется.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните понятие водные ресурсы. Какие виды природных вод в них включают?
2. Что такое естественная очистка воды?
3. Как функционирует материковое звено глобального круговорота воды?

ЛЕКЦИЯ № 2

ГИДРОЛОГИЯ ЛЕДНИКОВ

Ледник – масса фирна и льда, образующаяся путем длительного накопления твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением.

Основное условие существования ледников – положительный снеговой баланс. Важны также орографические и геоморфологические условия.

Типы ледников. Ледники бывают покровные и горные. Среди покровных различают ледниковые купола (толщина менее 1 км), ледниковые щиты (толщина более 1 км), выводные ледники (у них высокая скорость движения) и шельфовые. Среди горных различают ледники вершин, каровые и долинные ледники.

Образование и строение ледников. Выделяют область питания (аккумуляции) и область расхода (абляции).

Плотность снега до 100 кг на м³, затем он превращается в зернистый снег, затем в фирн (его плотность до 800 кг на м³), а затем в глетчерный лед (плотность – до 910 кг на куб.м³).

На аккумуляцию льда влияют два особых процесса: режеляция (смерзание кристаллов льда) и конжеляция (повторное замерзание талой воды на поверхности льда).

Зоны ледообразования и их режим

1. *Снежная зона.* Основной процесс – рекристаллизация. Таяния нет. Толщина фирна 50–150 м. Нижняя граница среднегодовая температура –25°. Это внутренние части Антарктиды, Гренландии, Памир (выше 6200 м).

2. *Снежно-фирновая зона.* Рекристаллизация и режеляция. Слабое таяние летом. Толщина фирна 20–100 м. Это периферийные части Антарктиды и Гренландии, Памир (свыше 5800 м).

3. *Холодная фирновая зона.* Инфильтрация и рекристаллизация. Две трети льда образуется путем замерзания инфильтрующейся воды. Это Арктика и горы в областях с континентальным климатом.

4. *Теплая фирновая зона.* Таяние значительное, интенсивный сток. Инфильтрация и рекристаллизация. Толщина фирна 20–40 м. Это горы и арктические острова в условиях морского климата.

5. *Фирново-ледяная зона.* Инфильтрация. Большое таяние. Фирн 1–5 м. Это горы континентального климата.

6. *Зона ледяного питания.* Инфильтрация и конжеляция. Фирна нет. Горы в условиях континентального климата. В каждом леднике свой особый набор зон.

Ледниковый коэффициент – отношение площади области аккумуляции к площади области абляции. У современных долинных ледников Альп, Кавказа этот коэффициент составляет 1–2, у каровых – меньше. Сейчас также применяют понятие «доля области питания» – отношение площади области аккумуляции ко всей площади ледника.

Ледниковые наносы – морены. Морены бывают влекомые и отложенные. Влекомые морены: поверхностные, внутренние, придонные. Отложенные – береговые и конечные.

Уравнение водного баланса – питания и абляции ледников.

$$X + Y_{\text{мет.}} + Y_{\text{лавин.}} + Z_{\text{конд}} = Y_{\text{таян.}} + Z_{\text{испар.}} \pm \Delta U$$

Режим и движение ледников. Если $\Delta U = 0$, ледник стабилен, если больше нуля – оледенение нарастает, если меньше – деградирует.

Движение ледников. Ему способствует большая мощность, уклоны ложа и поверхности, повышенная температура.

Скорость движения ледника – произведение коэффициента, квадрата мощности и уклона:

$$V = kh^2 I_{\text{л}}$$

Временное ускорение движения ледника называется подвижкой (сёрдж).

По скорости движения ледники делятся:

- на малоподвижные (100–200 м в год);
- постоянные (до 5–7 км в год);
- пульсирующие (скорость может достигать 300 м в сутки).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие ледники являются ледниковыми щитами? Приведите примеры.

2. Что такое конжеляция?

3. Напишите уравнение водного баланса для ледника.

2.1 ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Подземные воды – содержащиеся в земной коре воды, которые находятся в активном взаимодействии с атмосферой и поверхностными водами и участвуют в круговороте воды на Земле.

Происхождение подземных вод

1. Экзогенное:

- водная оболочка поверхности суши: просачивание (инфильтрация)
- из атмосферы: седиментация конденсация водяного пара

2. Эндогенное:

- изнедра Земли, посредством дегидратации минералов, магматизма (ювенильные).

Исходя из процесса, поверхностные воды называются:

Инфильтрация → *инфильтрационные* (просачиваются из атмосферы, озер, рек, морей),

Конденсация → *конденсационные* (конденсация в порах грунтов водяного пара),

Седиментация → *седиментационные* (в отложениях наносов и в осадках морей → «иловые воды».

Классификации подземных вод:

1) по характеру грунтов:

- поровые,
- пластовые,
- трещинные,
- трещинно-жильные;

2) по гидравлическим условиям:

- напорные (артезианские и глубинные),
- безнапорные (грунтовые);

3) по температуре :

- исключительно холодные $< 0^\circ$,
- весьма холодные $4-20^\circ$,
- теплые $20-37^\circ$,
- горячие $37-42^\circ$,
- весьма горячие,
- исключительно горячие $> 100^\circ$,
- термальные $t > 20^\circ$;

4) по минерализации:

- пресные до 1 ‰ (обычно преобладают HCO_3^- , Ca^{+2}),
- солоноватые 1–25 ‰,
- соленые 25–50 ‰ (обычно преобладает NaCl , KCl , CaCO_3 , Cl^- , Na^+ , Ca^{+2}),

•рассолы > 50‰ (обычно преобладает NaCl, KCl, CaCO₃, Cl⁻, Na⁺, Ca⁺²).
Особенно полезны для здоровья воды – *минеральные*:

- углекислые (боровые),
 - сульфидные,
 - железистые (Кавказ, Закарпатье),
 - бромовые и йодовые (Трускавец),
 - родоновые (Пятигорск);
- 5) по характеру залегания:
- подземные воды суши,
 - подземные воды океанов и морей.

Зоны грунтов по отношению к подземным водам и виды вод в них

Зона аэрации – инфильтрация дождевых и талых вод, формирование почвенной воды и верховодки, фильтрация гравитационной воды и десукция влаги растениями.

Внимание! В грунтах морей нет зоны аэрации.

Зона насыщения – формирование грунтовых вод, а также артезианских.

Грунтовые воды (безнапорные) – воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом водоупорном пласте.

Два главных процесса, происходящих в грунтовых водах, питание и разгрузка (инфильтрация и конденсация) – источники испарения и перетекания вниз.

Артезианские воды – напорные подземные воды, залегающие между водоупорными пластами. Напор создается гидростатическим давлением и весом вышележающих пород.

Пьезометрический уровень – линия напора.

Артезианский бассейн – гидрогеологическая структура синклинального типа, которая содержит один или несколько водоносных горизонтов с напорными водами.

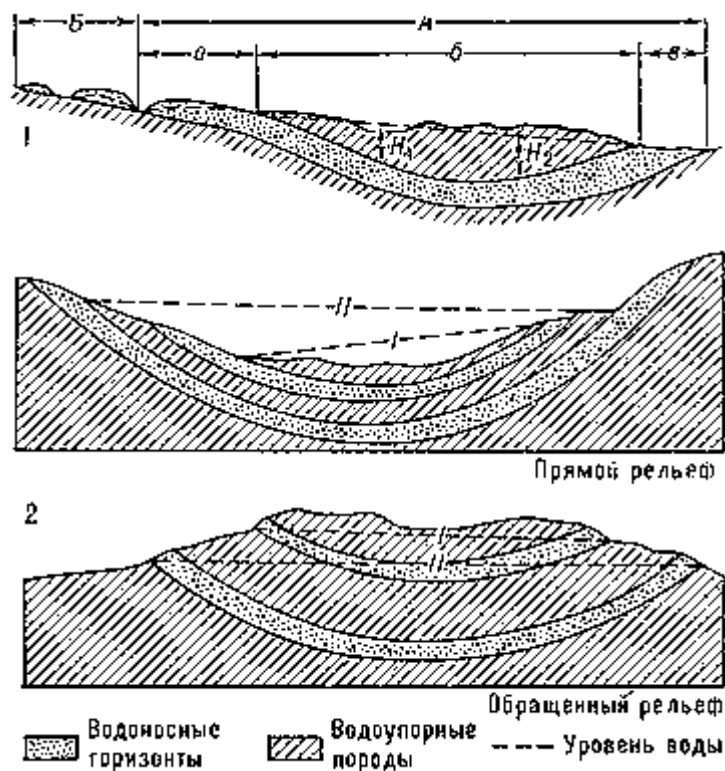


Рис. 3. Схема строения артезианского бассейна: A – пределы распространения артезианских вод; a – область питания, b – область напора, $в$ – область разгрузки; B – пределы распространения грунтовых вод; H_1 – напорный уровень выше поверхности земли; H_2 – напорный уровень ниже поверхности земли

Глубинные воды – расположенные на больших глубинах напорные подземные воды. Своеобразные подземные воды в реках вечной мерзлоты: воды деятельного слоя, воды надмерзлотных таликов, межмерзлотные безнапорные, подмерзлотные напорные. Особую специфику имеют воды в районах с повышенной вулканической активностью.

Движение подземных вод

В зоне аэрации происходит инфильтрация (сплошной поток под действием силы тяжести, гидростатическое давление, капиллярные капиллярные силы, пустых пор нет) и свободное просачивание (под воздействием силы тяжести и капиллярных сил, часть пор воздухом).

В зоне насыщения вода перемещается в сторону уклона поверхности или в сторону уменьшения напора (фильтрация).

Взаимодействие поверхностных и подземных вод

Гидравлическая связь – взаимодействие поверхностных и подземных вод без участия атмосферы.

Существует несколько типов гидравлической связи:

- а) постоянная односторонняя гидравлическая связь;
- б) постоянная двусторонняя гидравлическая связь;

в) временная гидравлическая связь;

г) отсутствие гидравлической связи.

Многие физико-географические явления связаны с подземными водами.

Оползень – смещение вниз по склону масс рыхлой породы под действием силы тяжести (рис. 4).

Маломощный оползень – оплывина.

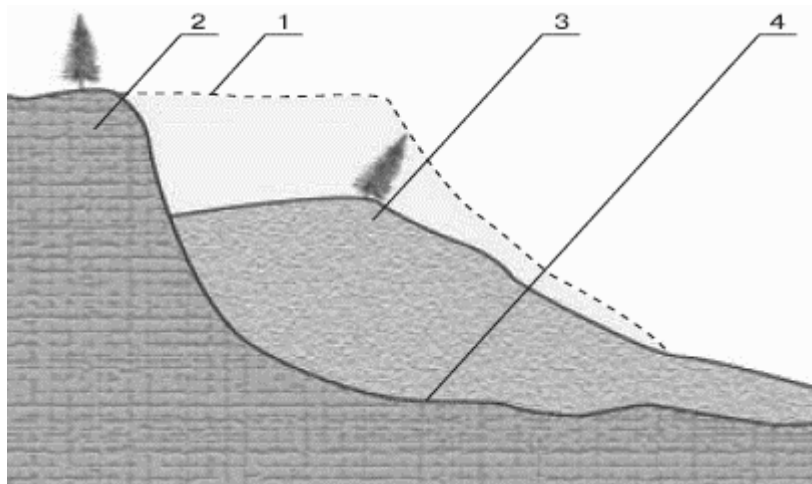


Рис. 4. Схема оползня: 1 – первоначальное положение склона; 2 – ненарушенный склон; 3 – оползень; 4 – поверхность скольжения

Суффозия – вынос веществ потоками грунтовых вод, образование подземных пустот и оседание верхних толщ – блюдца, воронки, западины.

Карст-растворение водами грунтовых пород и комплекс форм рельефа, образующийся при этом.

Карст это подземные или надземные пустоты.

Отрицательные поверхностные формы – поноры, воронки; подземные формы – пещеры, ходы.

Мерзотно-геологические явления:

- бугры пучения (булгуны, гидролакколит),
- наледи подземных вод,
- термокарст (просадки при оттаивании вечные мерзлоты),
- термоэрозия,
- термоабразия.

Источники (ключи):

- нисходящие (в долинах рек) – родники,
- восходящие (гейзеры), сифоны (перемежающиеся).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое зона аэрации? В чем ее отличие от зоны насыщения?
2. Назовите виды подземных вод по происхождению.
3. Объясните роль подземных вод в образовании оползней.
4. Объясните роль подземных вод в суффозии

ЛЕКЦИЯ № 3

7. РЕКИ И ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Река – водоток сравнительно крупных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выровненное сформированное самим водотоком русло. Площадь бассейна реки ($S_{\text{басс}}$) должна превышать 50 км^2 , все водотоки, имеющие меньшие бассейны – ручьи. Самый большой бассейн имеет Амазонка. Она же самая водоносная река, а самая длинная река – Нил. Самые крупные реки находятся в Южной Америке, Африке и Азии.

Общие характеристики рек и их бассейнов

Истоком реки называется место на земной поверхности, где русло реки приобретает отчетливо выраженные очертания и где в нем наблюдается течение. В верхнем течении - большие уклоны, которые обуславливают большие скорости и, соответственно, в этой части течения река энергично размывает свое русло. В среднем течении река проносит транзитом продукты размыва, принесенные сверху. В нижнем течении происходит аккумуляция продуктов размыва. Место, где река впадает в другую реку, озеро или море, называется устьем реки.

Совокупность всех рек, сбрасывающих свои воды через главную реку в море или озеро, называется речной системой или речной сетью.

Характеристиками речной сети являются: протяженность, извилистость и густота речной сети.

Протяженность - суммарная длина всех рек, составляющих данную систему.

Извилистость реки характеризуется коэффициентом извилистости. Этот коэффициент определяется для отдельных участков реки и представляет собой отношение расстояния по прямой линии между начальным и конечным пунктами участка к длине реки на этом участке.

Густота речной сети характеризуется коэффициентом густоты, представляющим собой отношение суммарной протяженности речной сети на данной площади к величине этой площади, км/км². На севере она обычно больше, чем на юге, в горах больше, чем на равнинах.

Часть земной поверхности, включающая в себя данную речную систему и отделенная от других речных систем водоразделами, называется речным бассейном этой системы. Поверхность суши, с которой речная система собирает свои воды, называется водосбором или водосборной площадью бассейна.

Линия на земной поверхности, разделяющая сток атмосферных осадков по двум противоположно направленным склонам, называется водоразделом.

Водоразделы между периферийными областями и областями внутреннего стока называются внутренними водоразделами. Линии на земной

поверхности, разделяющие области суши, сток с которых направлен в различные океаны или моря, называются водоразделами океанов и морей. Водоразделы, отделяющие части суши, сток с которых направлен в те или иные речные системы, называют речными водоразделами или водоразделами речных бассейнов.

Физико-географические характеристики речных бассейнов:

- географическое положение (географические координаты крайних точек)
- климатические условия бассейна - атмосферные осадки (их количество, распределение, интенсивность дождей), снежный покров (мощность и запас воды в нем), температура и недостаток насыщения влагой воздуха, радиационный баланс
- рельеф местности
- геологическое строение
- характер почвенного и растительного покрова

Для оценки влияния на сток рек, озер, болот, залесенности речных бассейнов пользуются коэффициентами озерности Коз, заболоченности Кб, лесистости Кл.

Реки собирают воды не только с поверхности земли, но и из верхних слоев литосферы (подземные воды). В соответствии с этим различают поверхностные и подземные водоразделы. Поверхностные и подземные водоразделы не всегда совпадают.

Долина и русло рек

Узкие вытянутые пониженные формы рельефа, характеризующиеся общим наклоном своего ложа от одного конца к другому и называются речными долинами. Элементы речной долины: дно, или ложе, долины - наиболее пониженная ее часть; тальвег — непрерывная извилистая линия, соединяющая наиболее глубокие точки дна долины; русло - эрозионный врез, образованный водным потоком; пойма - часть дна долины, заливаемая высокими речными водами; склоны долины; речные террасы - располагающиеся уступами на склонах речной долины на некоторой высоте над тальвегом более или менее горизонтальные площадки (пойма представляет собой нижнюю террасу); бровка - линия сопряжения склонов долины с поверхностью прилегающей местности. Речные долины по происхождению бывают: тектонические, ледниковые, эрозионные.

Русло реки - это наиболее пониженная часть реки по которой происходит сток воды в межповодковые периоды. Равнинные реки имеют извилистое в плане русло и характеризуются чередованием более глубоких участков (плёсов) с более мелким (в том числе с перекатами). Сечение русла вертикальной плоскостью, перпендикулярной направлению течения, называется водным сечением потока. Часть площади водного сечения, где наблюдаются скорости течения, называется площадью живого сечения. Та

часть площади водного сечения, где течение практически отсутствует, называется площадью мертвого пространства

По форме поперечного профиля реки различают: теснины, ущелья, каньоны, V-образные, трапецеидальные и корытообразные.

Основные морфологические элементы русла: излучина (меандры), осередки и острова, плесы и перекаты, донные гряды.

Речной сток формируется в результате поступления в реки вод атмосферного происхождения. Однако при единстве происхождения всех речных вод непосредственные пути поступления вод в реки могут быть различными. Различают четыре вида питания рек: *дождевое, снеговое, ледниковое, подземное.*

1. Дождевое питание. Жидкие осадки, выпадая на поверхность земли, смачивают ее, заполняют микропонижения и частично идут на инфильтрацию в почву и испарение. С точки зрения формирования поверхностного стока все эти виды расходования влаги носят название «потери».

Количество атмосферных осадков, которое идет на формирование потери до появления поверхностного стока, называется слоем начальных потерь стока. Стокообразующими являются те дожди, у которых слой осадков будет больше слоя начальных потерь стока. Один и тот же дождь в зависимости от состояния подстилающей поверхности и влажности воздуха может быть в одних случаях стокообразующим, а в других – не давать стока.

Дожди, выпадающие весной, в начале лета и осенью, обычно образуют поверхностный сток, поскольку в это время почва, как правило, имеет высокую влажность. Дождевое питание характерно для рек тёплого климата. 2. Снеговое питание. В умеренных широтах основным источником

питания рек служит вода, накапливающаяся в снежном покрове. Снег в зависимости от толщины снежного покрова и плотности может при таянии дать различное количество воды. Следует различать процессы снеготаяния и водоотдачи снежного покрова, т. е. поступления не удерживаемой снегом воды на поверхность грунта. Снеготаяние начинается после достижения температурой воздуха положительных значений, а водоотдача начинается позже и зависит от физических свойств снега – зернистости, капиллярных свойств и т.п. Сток возникает только после начала водоотдачи. Весеннее снеготаяние подразделяют на три периода:

– начальный период (снег залегаёт сплошным покровом, таяние замедленное, водоотдачи практически нет, истаивает до 30 % снега);
– период схода основной массы снега (интенсивная водоотдача, возникают проталины, быстро нарастает величина стока, стаивает до 50 % снега);
– период окончания таяния (стаивают оставшиеся запасы снега).

Водоотдача максимальна в течение второго периода (более 80 % запасов воды в снеге). Территорию, где происходит в данный момент таяние снега, называют зоной одновременного снеготаяния. Эта зона ограничена фронтом таяния и тылом таяния. Скорость распространения тыла таяния на равнинах обычно составляет 40–80 км/сут. Объем весеннего половодья определяется в основном полным запасом воды в снежном покрове, а нарастание расходов воды в реке и величины максимальных расходов половодья, помимо этого, **определяются** интенсивностью снеготаяния и фильтрационными свойствами почвы в период снеготаяния.

3. Подземное питание. Данный вид питания определяется характером взаимодействия подземных и речных вод.

4. Ледниковое питание. Это питание имеют лишь реки, вытекающие из районов с высокогорными ледниками и снежниками.

При этом, согласно классификация В. Н. Львовича, если один из видов питания дает более 80 % годового стока реки – говорят об его исключительном значении. Если от 50–80 % – о преимущественном значении. Если ни один из видов питания не дает больше 50 % год стока, то такое питание реки называется смешанным.

Водный режим реки

Водный режим – закономерное изменение стока, скорости течения, уровня воды и уклона поверхности по времени вдоль реки.

Изменение водного режима рек

Водный режим рек зависит от комплекса физико-географических факторов, среди которых самые важные – метеорологические и климатические. В водном режиме (т. е. закономерном изменении элементов, и в водности (относительная величина речного стока) выделяют вековые, многолетние, сезонные и кратковременные колебания.

Вековые колебания отражают вековые изменения климата и увлажнения материков (период сотни и тысячи лет).

Многолетние колебания имеют метеорологическую природу.

Периодичность – десятки лет.

Различают естественную и антропогенную изменчивость:

- метеофакторы (например, у реки Дунай),
- искусственное изменение стока, забор вод для хозяйственных нужд, создание водохранилища и т. д. (Амударья, Сырдарья, Дон, Волга, Днепр).

Внутригодовые (сезонные) колебания – сезонные составляющие водного баланса речного бассейна.

Закономерно повторяющиеся изменения во времени взаимосвязанных характеристик водного потока — расхода и уровня воды, уклона водной поверхности, скоростей течения — определяют водный режим реки. Отличают следующие фазы водного режима: межень, половодье, паводки.

Межень - период низкой водности, когда река питается преимущественно подземными водами. Летняя межень наблюдается на реках, где снег сходит весной, а летние дожди не настолько значительны, чтобы вызвать подъем уровня воды. Зимняя межень свойственна рекам районов с устойчивой отрицательной температурой воздуха зимой.

Половодье - ежегодно повторяющийся в один и тот же сезон продолжительный и высокий подъем уровня и расхода воды, обусловленный поступлением воды от главного источника питания реки, обычно сопровождается затоплением поймы. Половодье может быть как снегового или снего-ледникового, так и дождевого происхождения.

Паводки - в отличие от половодья характеризуются непродолжительным и быстрым подъемом воды, вызванным ливневыми дождями в теплый период или оттепелями зимой. Возникают нерегулярно, хотя в некоторых климатических условиях наблюдаются в определенные сезоны года.

Речной сток и его характеристики

Речной сток – это одновременно и процесс стекания воды в речную систему, и характеристика количества стекающей воды.

Факторы и количественные характеристики стока воды.

Речной сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой – либо период времени. Расход воды – это объем воды, протекающий через живое сечение потока в единицу времени (м³/с)

1. Расход воды Q м³/с.

Средний расход определяется по формуле:

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i$$

где $\frac{1}{n}$ – число суток,

Q_i – среднесуточный расход.

Многолетний расход вычисляют по формуле:

$$Q_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i$$

где Q_i – среднегодовой расход.

2. Объем стока воды W – объем воды, прошедший через данное поперечное сечение речного потока за какой-либо интервал времени:

$$W = Q \Delta t \text{ м}^3, \text{ км}^3,$$

где Q – средний расход за интервал времени Δt .

3. Слой стока y – это количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распространенного по площади водосбора. Определяется по формуле:

$$y = \frac{W(\text{км}^3) \cdot 10^6}{F},$$

где F – площадь водосбора в км^2 .

4. Модуль стока воды M – это количество воды, стекающее с единицы площади водосбора F , км^2 в единицу времени:

$$M = \frac{Q}{F} \cdot 10^3$$

5. Коэффициент стока k – отношение величины слоя стока с данной площади за некоторый промежуток времени Y к величине слоя атмосферных осадков, выпадающих на эту площадь за тот же промежуток времени X .

$$k = Y/X, 0 < k < 1.$$

Коэффициент стока - величина безразмерная.

Речные наносы и русловые процессы в реках

Твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, переносимые водотоками и формирующие их ложе, называются речными наносами. Речные наносы разделяют на взвешенные и влекомые или донные (при изменении скорости течения одна категория наносов быстро переходит в другую. Чем больше скорость потока, тем крупнее могут быть взвешенные частицы, при уменьшении скорости более крупные частицы опускаются на дно, становясь влекомыми)

Наносы перемещаются в реке либо сплошным слоем либо в виде скоплений (донные гряды).

Условие начала движения взвешенных наносов определяется по формуле:

$$Uz^+ \geq \omega$$

где Uz – направленная вверх вертикальная составляющая вектора скорости течения,

ω – гидравлическая крупность, скорость опускания частицы

Сток наносов (влекомых и взвешенных) определяется по формуле:

$$R_{\text{тр}} = S_{\text{тр}} Q = \frac{kv^3}{gh_{\text{cp}} w} Q$$

где $R_{\text{тр}}$ – транспортная способность потока предельный расход наносов, которые может при данных условиях перенести река,

$S_{тр}$ – мутность воды -концентрация наносов в потоке, кг/м³

$S_{тр}Q$ – расход взвешенных наносов, кг/с

$h_{ср}$ – глубина, м

w – средняя гидрологическая крупность

v^3 – средняя скорость, м/с.

В реальных условиях фактический расход наносов в реке и транспортирующая способность потока могут не совпадать, что становится причиной русловых деформаций. Сток наносов (W_n , кг или т) рассчитывается по следующей формуле:

$$W_n = RT,$$

где R (кг/сек) – расход наносов, $R = SQ$; T – промежуток времени за которой рассчитывается сток наносов.

Русловые процессы – это постоянно происходящие изменения морфологического строения речного русла и поймы, обусловленные действием текущей воды.

Это могут быть намыв или разлив, а также русловые деформации.

Русловые образования, подвергающиеся деформациям – это скопления наносов, создающие особые формы рельефа речного русла и поймы.

Формы рельефа могут быть следующих видов.

1. Микроформы – донные гряды, размеры которых меньше глубины реки.

2. Мезоформы – гряды крупные (речные перекаты, осередки, острова).

3. Макроформы – излучины, системы рукавов.

Схема речного переката приводится на рис. 5.

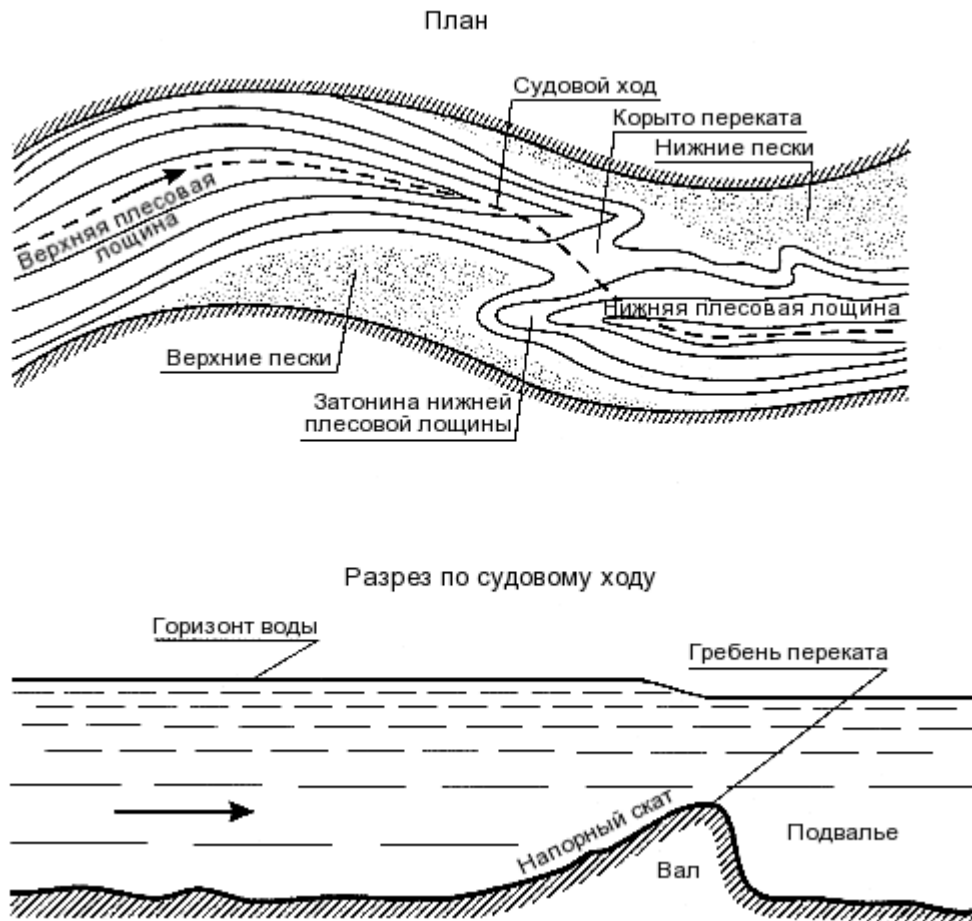


Рис. 5. Схема речного переката

Различают два вида русловых деформаций:

- размыв (эрозия, $R < R_{\text{тр}}$);
- намыв (аккумуляция, $R > R_{\text{тр}}$).

Здесь R – фактический расход наносов, а $R_{\text{тр}}$ – транспортная способность потока.

Русловые деформации могут делиться:

- на вертикальные и горизонтальные;
- периодические (обратимые) и направленные (необратимые).

Термический и ледовый режим рек

Изменение температуры (t°) воды – следствие изменения составляющих теплового баланса данного участка реки.

Изменение t° воды на участке реки за интервал времени Δt :

$$\Delta t = \frac{\Theta_{\text{в}} - \Theta_{\text{н}} + A + B + C}{C_p \rho V},$$

где Δt – изменение температуры,

A – поверхность реки (вода/воздух),

C – тепловые процессы в самом потоке,

C_p – удельная теплоемкость,
 ρ – плотность,
 V – объем.

Наибольшее значение имеет A (обмен с атмосферой) и C («+» – при ледообразовании и «-» – при таянии).

Термический режим рек. Основная причина временных изменений температуры воды – метеорологическая. В условиях умеренного климата типичны сезонные изменения температуры воды в реке. Помимо сезонных колебаний, есть суточные. Они тоже отстают от колебаний $t_{\text{возд.}}$, минимум t воды – утром, максимум – 15–17 часов. На больших реках суточный ход невелик (1–2°), на малых больше.

Пространственные изменения t° температуры воды рек. Для больших рек, текущих с юга на север, характерны большие контрасты между температурой воды и воздуха. Летом вода, нагреваемая на юге, попадает в холод. Часто t° воды изменяется ниже впадения крупных протоков. Ниже сброса канализационных и промышленных вод t° возрастает. По ширине и глубине из-за турбулентности потока изменение t° мало. На реках с быстрым течением изменение температуры $\sim 0,1^\circ$, на равнинах изменение температуры $\sim 1-2^\circ$.

Тепловой сток рек определяется по формуле:

$$W_T = C_p \rho T W,$$

где W_T – тепловой сток за Δt , Дж,

C_p – удельная теплоемкость,

ρ – плотность,

T – средняя t° воды,

W – сток воды (м^3 за Δt).

Минерализация речных вод

Речные воды, как правило, имеют невысокую минерализацию и относятся к пресным водам.

По уровню минерализации (О. А. Алекин) различают реки:

- с малой минерализацией до 200 мг/л,
- средней минерализацией 200–500 мг/л,
- повышенной минерализацией 200–500 мг/л,
- высокой минерализацией > 1000 мг/л.

Минерализация (M) зависит от характера питания реки. Минимум минерализации M имеют реки, которые питаются талыми, дождевыми и ледниковыми водами. Если река имеет грунтовое питание – минерализация её воды повышается.

Расход растворенных солей R_{pc} рассчитывается по формуле:

$$R_{pc} = MQ,$$

где M – минерализация, мг/л.

Q – расход, м³/ч.

В зависимости от преобладающего аниона речные воды делят на три класса (О. А. Алекин): гидрокарбонатные и карбонатные; сульфатные; хлоридные. В каждом классе по преобладающему катиону выделяются три группы: кальциевая, магниевая, натриевая. Большинство рек РФ принадлежит к гидрокарбонатному классу, к группе кальциевых вод. Минерализация речных вод РФ в основном малая и средняя.

Распределение речных вод различной минерализации и ионного состава по территории суши определяется: климатом, характером растительности, типом почв, рельефом и подчиняется закону географической зональности.

Экологические группы гидробионтов

Вода, дно и берега рек являются средой обитания многих организмов - гидробионтов. Выделяют четыре экологические группы гидробионтов.

Планктон (от греч. «planktos» – блуждающий, парящий) – совокупность низших организмов обитающих на разной глубине, но не способных к активным передвижениям и к противостоению течениям. Фитопланктон- диатомовые, зеленые и сине-зеленые и др. одноклеточные и колониальные водоросли. Зоопланктон - мелкие животные - ракообразные, гребневики, икра рыб и т.д.

Нейстон (от греч. «neustos» – плавающий) – совокупность микроорганизмов, растений и животных мелких и средних размеров, обитающих в самой поверхностной зоне водоемов – на границе раздела воды и воздуха. В состав нейстона входят водомерки, жуки-вертячки, одноклеточные водоросли, икра некоторых рыб, планктонные личинки высших ракообразных, бактерии, простейшие и др.

Нектон (от греч «nektos» – плавающий) объединяет животных, обладающих способностью активно перемещаться в воде, преодолевая силу течений, за счёт развитой мускулатуры и скелета, наличия плавников и эффективных органов ориентации в пространстве. Представителями нектона являются рыбы (осётр, кета, сазан, лещ, щука, окунь, карась, плотва, хариус, форель), водные млекопитающие (бобры, выдры, ондатры и др.). В реках кроме рыб водятся еще и земноводные, пресмыкающиеся (черепахи, змеи, крокодилы) и типично водные насекомые.

Бентос (от греч «benthos» – глубина) – это обитатели дна, организмы обитающие на поверхности грунта и в его толще, в соответствии с чем население дна подразделяется на эпи- и эндобентос. По способу питания представители бентоса подразделяются на хищных (плотоядных),

растительных, детритных (питающихся органическими частицами) и т.д.

Основные техногенные факторы, влияющие на реки

Основными техногенными факторами, которые влияют на реки являются:

- вырубка леса и лесопосадки,
- осушение болот,
- агротехника,
- города и строительство новых городов,
- промышленное и коммунальное водопотребление,
- орошение,
- водоохрана и регулирование стока,
- гидротехнические мероприятия,
- перераспределение стока.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите виды питания рек.
2. В чем суть классификации рек по типам питания?
3. Что такое коэффициент стока?
4. Дайте определение водного режима рек.
5. Что такое речной сток?
6. Что такое расход воды? Напишите формулу.
7. Как наносы перемещаются в реке?
8. Назовите основные виды русловых деформаций.
9. Перечислите виды долин рек по происхождению и по форме поперечного профиля.
10. Что такое густота речной сети?
11. Как делятся реки по минерализации их вод (классификация О. А. Алекина)?
12. Что такое устьевая область реки?
13. Дайте определение дельты.
14. Как хозяйственная деятельность человека влияет на речные системы? Приведите примеры.
15. Назовите основные факторы, определившие экологическую катастрофу Аральского моря.

ЛЕКЦИИ № 4-5

ОЗЕРА И ВОДОХРАНИЛИЩА

Происхождение, типы и морфология озерных котловин

Озеро – естественный водоем суши с замедленным водообменном.

Размеры озер колеблются в весьма широком диапазоне. Согласно приведенному определению, к озерам могут быть отнесены и такие крупные водоемы, как Каспийское и Аральское моря, а также сравнительно небольшие временные скопления воды в понижениях местности, образующиеся, например, в период весеннего снеготаяния.

Несмотря на большое разнообразие встречающихся в природе озер, среди них могут быть выделены определенные типы, имеющие сходство по ряду признаков.

По характеру котловин, послуживших основой для образования озера, можно выделить следующие типы.

1. Плоти́нные озера – образуются в том случае, когда долина перекрывается в каком-либо месте обвалом, ледником, наносами т. п.; в эту группу входят и искусственные озера – водохранилища.

Среди плотинных озер можно выделить:

- *речные* – могут возникать как временные образования в результате резкого снижения стока отдельных рек в сухое время года; в этом случае реки нередко обращаются в цепочку озер, лежащих в долине и отделенных друг от друга сухими участками русла;

- *пойменные* – непосредственно связаны с процессом образования стариц, возникающих вследствие преграждения отдельных рукавов реки грядой наносов и образования рекой нового русла;

- *долинные* – возникают в горах от завалов. Озера завального происхождения образуются вследствие закупорки узкой долины продуктами разрушения их склонов;

- *прибрежные* озера бывают двух типов: лагуны и лиманы.

Лагуны возникают в том случае, когда мелководные заливы или бухты, отделяются от моря наносными песчано-глинистыми валами или косами. *Лиманы* представляют собой затопленную морем устьевую часть долины.

2. Моренные озера обязаны своим происхождением деятельности ледников, особенно, мощных ледниковых покровов четвертичного периода, которые погребали под собой огромные пространства. После отступления (таяния) и исчезновения такого ледникового щита на его месте остался обломочный материал, который переносил с собой ледник: глина, песок, щебень, крупные глыбы горных пород и т. д.

Большое скопление этого материала (морены) в одних местах и незначительное в других создает рельеф, отличающийся холмистостью,

непрерывным и частым чередованием возвышенностей и понижений, причем понижения обычно бывают замкнутыми. Заполненные водой, они образуют моренные озера круглой или неправильной формы, со многими ответвлениями и заливами. В условиях моренного ландшафта немало озер, относящихся и к типу плотинных.

3. Каровые озера занимают впадины, выработанные в ледниковое время совместной работой льда, фирна и морозного выветривания.

4. Карстовые озера представляют собой результат химической (растворяющей) деятельности подземных и поверхностных вод. Вынос растворенных веществ, а также тонких глинистых частиц (суффозия) может привести к образованию подземных пустот и оседанию кровли над этими пустотами, что обусловит появление воронок на поверхности земли; если эти воронки будут заполнены водой, на их месте возникнут карстовые озера.

Своеобразной разновидностью карстового типа озер являются *термокарстовые озера*, возникающие в результате заполнения водой углублений на поверхности земли, образующихся в областях развития вечной мерзлоты вследствие таяния подземных пластов или линз льда. Таяние этого льда не только способствует образованию озерной котловины, но и в значительной мере поставляет воду для заполнения котловины.

5. Дефляционные озера располагаются в котловинах, созданных в результате процесса выдувания, и в понижениях между барханами и дюнами. Многие котловинные озера возникают в результате вулканических и тектонических процессов.

6. Тектонические озера. Тектонические процессы обуславливают появление котловин огромных размеров. Поэтому тектонические озера обычно глубоки. Примерами могут служить озера Иссык-Куль, Байкал, Севан и др.

7. Вулканические озера возникают либо в кратере потухшего вулкана, либо в углублениях на поверхности лавового потока, образовавшихся при его застывании, либо в долине реки вследствие перегораживания ее потоком лавы.

По водному балансу озера делятся на:

- сточные – имеют сток, преимущественно в виде реки;
- бессточные – не имеют поверхностного стока или подземного отвода воды в соседние водосборы. Расход воды происходит за счет испарения.

По химическому составу воды озера делятся на:

- пресные,
- минеральные (солёные).

В береговой области выделяют три зоны:

- 1) береговые склоны (яр) – часть озерного склона, окружающая озеро со всех сторон и неподвергающаяся воздействию волнового прибоя;

2) побережье – включает *сухую часть*, которая подвергается воздействию воды лишь при сильном волнении и в особенности при высоком стоянии воды, *затопляемую*, которая покрывается водой периодически – во время подъема уровня воды озера, и *подводную*, которая обычно лежит под поверхностью воды и, в отличие от более глубоких частей береговой области, подвергается воздействию волны при волнении;

3) береговая отмель – заканчивается подводным откосом, являющимся границей между склоном и дном озерного ложа; верхняя часть береговой отмели соответствует нижней границе воздействия на береговую область волнового прибоя.

Указанные зоны береговой области озерной котловины в схематическом виде показаны на рис. 6.

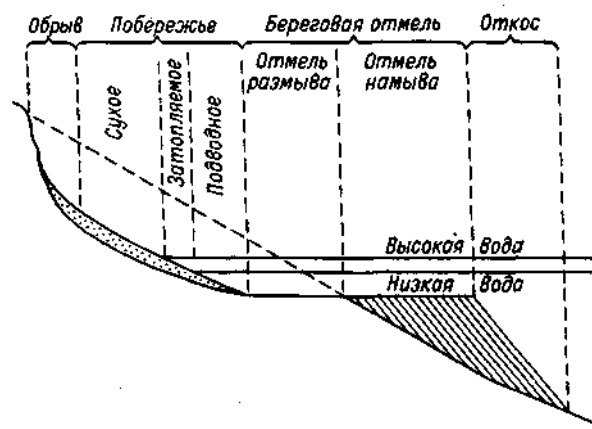


Рис. 6. Схема расчленения береговой области озерной котловины

Побережье и береговую отмель объединяют в одну зону – прибрежную, или литораль. Ее нижняя граница определяется глубиной действия волны, иногда глубиной проникновения солнечных лучей. Глубинная часть озер – профундаль. Между литоралью и профундалью – сублитораль.

Зарастание озер. Количество минеральных осадков и органического ила на дне озера увеличивается с каждым годом, вследствие чего дно постепенно повышается.

В озерах с пологими берегами водно-болотные растения надвигаются на озеро с берегов, окаймляя зеркало воды широким зеленым кольцом.

Для мелководных озер с пологими берегами можно выделить ряд поясов, закономерно сменяющихся от берегов к центру озера (рис. 7).

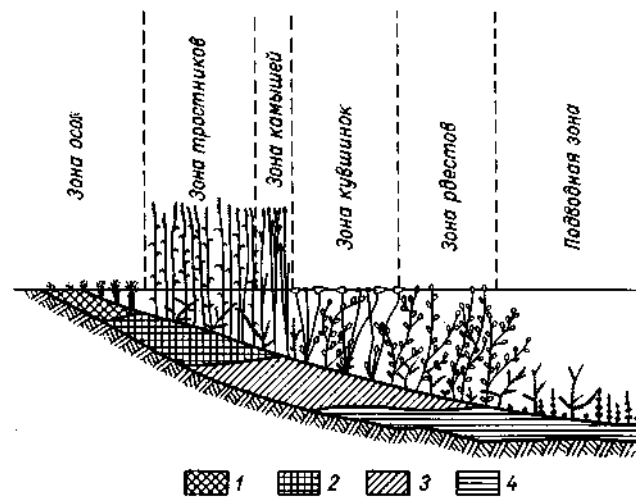


Рис. 7. Схема зарастания мелководных озер:

1 – осоковый торф, 2 – тростниковый и камышовый торф, 3 – сапропелевый торф, 4 – сапропелит

Иногда на мелеющих озерах можно наблюдать сплавины – островки растительности, оторванные от берегов или непосредственно примыкающие к минеральному берегу (рис. 8). Сначала эти сплавины образуют небольшие площади, затем, по мере дальнейшего обмеления озера, они разрастаются, соединяются с другими и покрывают озеро сплошным покровом болотной растительности из травяного и мохового ярусов. Эти образования известны под названием зыбуна.

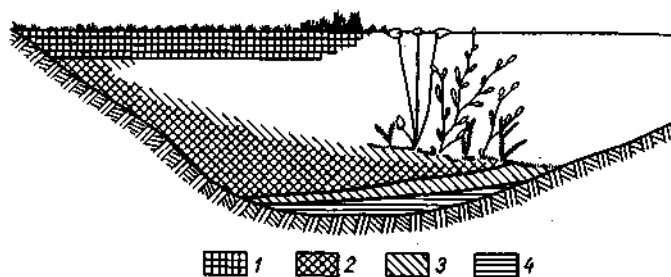


Рис.8. Схема зарастания глубокого озера путем образования сплавин:

1 – торф сплавины; 2 – мугга, или пелоген; 3 – сапропелевый торф; 4 – сапропелит

Колебания уровня озера могут быть сведены к следующим трем основным видам: сезонные, годовые и кратковременные.

Постоянные и временные движения водных масс. Движения водной массы, возникающие в озерах, могут быть разделены на постоянные и временные. Постоянные движения воды в озере в форме течений вызываются впадающей в озеро или вытекающей из него рекой (сточные течения). Интенсивность таких течений определяется соотношением объема озера и расхода втекающей или вытекающей реки. Если объем воды в проточном озере невелик по сравнению с объемом воды, втекающей в озеро, то в озере устанавливается течение, аналогичное течению в реке, лишь с соответственно меньшими скоростями. Такое

проточное озеро может в некотором смысле рассматриваться как крайний случай значительного расширения русла реки. Временные движения водной массы озера могут проявляться в виде течений и волнения.

Сейши. Иногда в озере возникает колебание всей массы воды, причем по поверхности ее не распространяется никакой волны. Такое колебательное движение называется сейшами. При сейшах поверхность озера приобретает уклон то в одну, то в другую сторону. Неподвижная ось, около которой колеблется зеркало озера, называется узлом. Как показывают исследования, сейши более устойчивы в глубоководных водоемах, чем в мелководных.

Термический режим озер. Характеристика процесса нагревания и охлаждения воды в озерах

Смена нагревания и охлаждения не происходит одновременно во всей толще воды. Наиболее резкие изменения температуры наблюдаются на поверхности водоема, откуда они под влиянием динамического и конвективного перемешивания, течений и волнения распространяются по всей толще воды. Направление конвективного перемешивания, происходящего под влиянием разности плотностей воды на разных глубинах, будет различным в зависимости от того, выше или ниже 4°C (для пресных озер) температура к моменту возникновения конвекции.

Если температура воды озера от 0 до 4°C, то у поверхности, находится вода с более низкой температурой, а ниже в соответствии с изменением плотности располагаются слои с последовательно увеличивающейся температурой, все более приближающейся к 4°C. В этом случае имеет место обратная термическая стратификация. С того момента, когда приходные составляющие теплового баланса начинают превышать расходные, увеличивается температура поверхностных слоев, которые, нагреваясь до 4°C, как более тяжелые опускаются вглубь, а на их место под влиянием конвекции поднимаются более холодные массы воды. Когда температура по всей толще воды озера достигнет 4°C, дальнейшее нагревание поверхностных слоев приведет к повышению их температуры, но распространение тепла в глубину конвекцией происходить уже не будет. Возникнет прямая термическая стратификация, характеризующаяся убыванием температуры воды от поверхности в глубину. Явление постоянства температуры по глубине, устанавливающегося осенью после нарушения прямой стратификации и весной после нарушения обратной стратификации, называют осенней и весенней гомотермией.

Гидрохимический режим озер.

Гидробиологические особенности озер. Озерные отложения

Формирование химического режима. Химический состав озерной воды определяется составом воды притоков и питающих озеро подземных

вод, а также тесно связан с биологическими процессами, происходящими в озере, и с комплексом физико-географических условий, характеризующих бассейн водосбора озера. Особое значение в процессах формирования химического состава озерной воды имеет наличие или отсутствие стока из озера. В бессточных озерах, расходуящих воду на испарение, происходит систематическое накопление поступающих солей и повышение их концентрации, поэтому они часто превращаются в соленые озера. Наоборот, в проточных озерах соли свободно выносятся вытекающими из них потоками, поэтому в проточных озерах обычно не наблюдается высокой концентрации солей.

Особенно бедны растворенными солями воды горных озер, расположенных среди малорастворимых кристаллических пород и питающихся слабоминерализованными талыми снеговыми и ледниковыми водами, а также воды озер, находящихся среди верховых сфагновых болот и питающихся почти исключительно атмосферными осадками.

Наиболее богаты солями озера засушливых и полупустынных областей.

Особо интенсивное поступление минеральных солей в водоемы может приводить к возникновению меромиктических (двуслойных) озер. В частности, такие водоемы могут возникнуть в результате сброса в них промышленно-коммунальных стоков, особенно отходов содовой промышленности.

Указанные водоемы характеризуются расслоением водной массы на два практически не перемешивающихся между собой слоя. Нижний слой с водой повышенной плотности выступает как бы в форме жидкого дна для поверхностного слоя. Различие плотностей верхнего и нижнего слоев определяется количеством содержащихся в них минеральных веществ.

Биологические процессы в озерах

Развивающиеся в озерах биологические процессы непосредственно обусловлены химическим составом озерной воды, ее прозрачностью, размером озера и связанным с ним термическим режимом.

Обитателей вод можно разделить на три основные группы в зависимости от условий их перемещения и зон распространения в озере:

- 1) *планктон*—мельчайшие организмы, находящиеся во взвешенном состоянии и пассивно передвигающиеся вместе с водой;
- 2) *нектон*—организмы, активно передвигающиеся в воде;
- 3) *бентос*—организмы, живущие на дне озера.

По питательности содержащихся в озере веществ различают три типа озер:

- 1) *олиготрофные озера*— с малым количеством питательных веществ— характеризуются обычно большими или средними глубинами, значительной массой воды ниже слоя температурного скачка, большой

прозрачностью, цветом воды от синего до зеленого, постепенным падением содержания кислорода ко дну, вблизи которого вода всегда содержит значительные количества O_2 (не менее 60–70 % содержания его на поверхности);

2) *эвтрофные озера* – с большим содержанием питательных веществ – обычно отличаются небольшой глубиной (слой ниже температурного скачка очень невелик), благодаря этому они хорошо прогреваются. Прозрачность воды в них невелика, цвет воды – от зеленого до бурого, дно устлано органическим илом. Содержание кислорода резко падает ко дну, где он часто исчезает совершенно;

3) *дистрофные озера* – бедные питательными веществами – встречаются в сильно заболоченных районах; вода отличается малой прозрачностью, желтым или бурым (от большого содержания гуминных веществ) цветом воды. Минерализация воды мала, содержание кислорода пониженное из-за расхода его на окисление органических веществ.

Озерные отложения

Донные отложения в озерах формируются в результате:

- поступления в озеро речных и эоловых наносов и продуктов абразии – терригенные отложения;

- накопления продуктов химических реакций – хемогенные отложения;

- отложения остатков отмирающих живых организмов – биогенные отложения.

Биогенные отложения подразделяются на:

1) минеральные остатки отмерших организмов,

2) органические вещества.

Компоненты озерных отложений, поступающие в озеро извне, называют *аллохтонными*, а образующиеся в самом озере – *автохтонными*.

Особо важную форму озерных отложений представляет сапропели – гниющий ил. Это уплотнившиеся осадки преимущественно органического происхождения.

Местом образования сапропелей являются тихие и достаточно глубокие водоемы с застойной или малопроточной водой. В проточной, богатой кислородом воде образование сапропелевых отложений сильно затруднено, так как здесь в результате распада отмерших организмов, от них не остается заметных следов. В мелководных озерах образованию сапропели не благоприятствует относительно большое содержание кислорода по всей глубине водоема; развивающаяся в этом случае богатая растительность дает образование иному виду озерных отложений – торфу.

Гидрология водохранилищ

Интенсивное использование водных ресурсов связано с созданием водохранилищ различных размеров, позволяющих накапливать воду в период избытка речного стока и использовать ее затем для выработки энергии, водоснабжения, орошения полей, повышения глубин рек в межень и др.

Водохранилище –искусственный водоем, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях ее использования в народном хозяйстве.

Для всех водохранилищ характерны:

- возрастание глубин по направлению к плотине, исключая те из них, в состав которых вошли глубокие озера;
- весьма замедленные по сравнению с рекой водообмен и скорости течения;
- неустойчивость летней термической и газовой стратификации и некоторые другие особенности гидрологического режима.

Водохранилища в зависимости от их морфологических и гидрологических особенностей можно разделить на несколько групп.

Так, по величине напора, создаваемого плотиной, среди крупных водохранилищ можно выделить:

- 1) *равнинные* с напором 15–35 м;
- 2) *предгорные* с напором 50–100 м;
- 3) *горные* с напором у плотины 200 м и более.

Условия водообмена. Особенностью водохранилищ является их относительно большая проточность по сравнению с озерами такой же площади. Вследствие повышенной проточности наблюдаются более высокие скорости постоянных течений. Сравнительно быстрая смена водных масс обеспечивает большее выравнивание температуры в водохранилищах, чем обычно наблюдается в озерах, а это в свою очередь приводит к меньшему нагреву поверхностных слоев воды по сравнению с теми условиями, которые имели бы место на озерах той же площади, расположенных в однородных климатических условиях.

Отложение наносов в водохранилищах. Общими чертами процесса отложения наносов в водохранилищах разных типов являются:

- формирование области интенсивного отложения более крупных наносов в зоне выклинивания подпора;
- распространение мелких фракций по акватории водохранилища.

Часть наносов мелких фракций выносится за пределы водохранилища при сбросе воды из него.

Более мелкие фракции распределяются по всей акватории с усилением процесса отложения в пределах затопленных пойм и других участков, где наблюдаются особо малые скорости течения.

Ледовый режим. С образованием водохранилищ резко изменяются термический режим и ледовые условия, наблюдавшиеся до этого на реке. Вместе с тем они существенно отличаются и от условий, наблюдающихся на озерах, расположенных в тех же климатических зонах. Эти отличия возникают прежде всего вследствие того, что амплитуда колебания уровней и степень проточности водохранилищ, как указывалось выше, являются существенно большими, чем у озер.

В результате сработки уровня ледяной покров в прибрежной зоне водохранилищ деформируется, оседает на берега и ломается. Режим нарастания и таяния ледяного покрова в центральной части водохранилища существенно не отличается от наблюдаемого на озерах.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите типы озер по происхождению котловин.
2. Назовите морфометрические показатели озера.
3. Напишите уравнение водного баланса озера.
4. Перечислите причины колебаний уровня воды в озерах.
5. Нарисуйте схему водохранилища.
6. Сравните водные массы озер и водохранилищ.

ЛЕКЦИЯ № 6

ГИДРОЛОГИЯ БОЛОТ

Болота занимают около 6 % поверхности земной суши и встречаются повсюду – от тундры до тропиков.

Общим термином «заболоченные территории» называют великое многообразие переувлажненных или полузатопленных участков суши – как внутри материков, так и на морских и океанических побережьях. Это могут быть дельты и поймы рек, болотистые низины, торфяники и обычные болота. Деление заболоченных территорий на заболоченные земли и болота в значительной мере является отражением различия в составе растительности.

Болото – участок земной поверхности, характеризующийся обильным застойным или слабо проточным увлажнением верхних горизонтов почвогрунтов, на которой произрастает специфическая болотная растительность, приспособленная к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почве.

В зоне избыточного увлажнения, где среднее многолетнее значение годовых осадков значительно превышает испарение с суши, обуславливая более или менее постоянное увлажнение верхних горизонтов почвогрунтов, процессы болотообразования имеют наиболее широкое распространение. В этой зоне значительная часть влаги, не расходуемая на испарение с поверхности суши, должна удаляться в виде поверхностного и грунтового стока. При равнинном рельефе с малыми уклонами избыток влаги из поверхностных почвогрунтов отводится чрезвычайно медленно.

На обширных площадях создаются благоприятные условия для переувлажнения почвы застойными водами. Только в районах с всхолмленным рельефом и хорошо развитой речной сетью не наблюдается возникновения болот. Напротив, на обширных плоских междуречных пространствах болота не только располагаются в отрицательных элементах рельефа (понижениях местности, котловинах, долинах или оврагах), но часто покрывают их сплошными массивами.

Болота могут возникать или путем зарастания водоемов, или вследствие заболачивания водораздельных пространств. Непрерывно продолжающийся процесс выноса в озеро минеральных и органических частиц грунта, смытых с водосборной площади озера, а также отложение отмирающих растений, в большом количестве развивающихся в озере, обуславливают постепенное его обмеление. Вместо высоких камышей и тростников, развиваются мелководные растения – хвощи, осоки и многие другие водолюбивые растения, отложения которых хотя и поднимаются над поверхностью воды в озере, но затопляются весенними и летними высокими водами, отлагающими принесенные или взмученные частицы ила.

Таким образом, на месте водоема образуется болото, более низкое по положению, называемое поэтому в классификации низинным, по растительности его называют травяным.

Дальнейший процесс накопления органических веществ при отсутствии увеличения минеральных солей обуславливает смену растительного покрова, выражающуюся в исчезновении осок и всего разнотравья, свойственного переходным болотам, и в развитии взамен этого сфагновых мхов.

Поверхность болота, благодаря быстрому нарастанию сфагнума, поднимается все выше и выше и принимает по отношению к периферии выпуклую форму; болото переходит в стадию сфагнового по характеру основной растительности и верхового по положению поверхности.

Совокупность располагающихся на территории болотных массивов ручьев, речек, озер различных размеров и топей называется *болотной гидрографической сетью*. Все многообразие элементов гидрографической сети можно разделить на три основные группы: водоемы, водотоки и топи.

1. *Болотные водоемы* представляют собой болотные озера разных размеров с различной проточностью воды. Болотные озера по площади распространяются иногда на несколько квадратных километров, а глубины в них достигают 10 м и более. Берега часто сложены на глубину нескольких метров из торфяной толщи, а дно – либо из минеральных грунтов, подстилающих торфяную залежь, либо из ила и торфяных отложений.

2. *Внутриболотные водотоки*, как и водоемы, представляют собой либо заторфовывающиеся и постепенно зарастающие ручьи и речки, существовавшие еще до образования современных болотных массивов и называемые первичными, либо ручьи и речки, возникшие уже на сформировавшемся болотном массиве, называемые вторичными.

3. *Топями* называются сильно переувлажненные участки болотных массивов, характеризующиеся разжиженной торфяной залежью, постоянным или периодическим высоким стоянием уровней воды и непрочной рыхлой дерниной растительного покрова.

В зависимости от интенсивности водообмена в них топи можно разделить на застойные, характеризующиеся фильтрационным движением воды в верхнем слое болота, и проточные, характеризующиеся движением воды поверх растительного покрова в периоды максимального увлажнения болотных массивов.

При анализе гидрологического режима болот необходимо исследовать вопросы водного питания, испарения, движения воды в торфяном грунте, колебания уровня грунтовых вод, сток с болот и процессы, связанные с замерзанием и оттаиванием болот.

Движение воды в торфяной залежи осуществляется путем фильтрации по вертикали и в сторону уклона над более труднопроницаемыми

прослойками торфа, а также в виде водоносных жил и даже внутризалежных потоков. Кроме того, вода торфяного болота может поступать по кратчайшему вертикальному направлению в подстилающий песчаный горизонт и двигаться по нему к рекам и канавам со значительно меньшим сопротивлением, чем в торфяной залежи. Торфяная залежь болотных массивов весьма неоднородна в смысле условий фильтрации в ней воды. Особенно резко различны условия фильтрации в верхнем, слабоуплотненном слое и в остальной толще торфа.

Самые верхние слои болотного массива, называемые растительным очёсом, имеют наиболее крупные поры: в этих слоях осуществляется основное перемещение воды в болотном массиве.

Вся толща от поверхности болота до среднего положения низших уровней грунтовых вод на болоте называется деятельным, или активным, слоем болота: нижерасположенные горизонты образуют инертный слой.

Деятельный, или активный, слой болота характеризуется колебанием в его пределах уровня грунтовых вод, высокой водопроницаемостью и переменным содержанием влаги.

Инертный слой отличается постоянным содержанием воды во времени и ничтожно малой проводимостью торфа.

Движение воды по болотному массиву осуществляется в следующих формах:

а) фильтрацией в толще мохового покрова, причем главным образом в верхних его слоях;

б) сплошным потоком по всей площади микроландшафта при ровной поверхности болот;

в) расчлененным потоком при крупнокочковатом микрорельефе, когда кочки не соединяются между собой, а отделены друг от друга глубокими понижениями, по которым поверхностный поток обтекает их;

г) в виде болотных ручьев и речек.

Сезонные колебания уровня грунтовых вод связаны с общим годовым ходом элементов климата. Весеннее снеготаяние вызывает подъем уровня грунтовых вод – весенний максимум. Повышение температуры воздуха, а также развитие растительности и связанное с этим увеличение испарения обуславливают постепенное снижение уровня грунтовых вод на болоте, заканчивающееся летним минимумом. Понижение температуры с наступлением осени при наличии атмосферных осадков вызывает осенний подъем грунтовых вод. Медленный сток воды с болот в зимнее время при отсутствии пополнения с поверхности вызывает постепенное снижение уровня грунтовых вод в течение зимы, заканчивается зимним минимумом.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое болото? Дайте узкое и широкое определение.
2. Опишите сходства и различия верховых и низинных болот.

3.Перечислите основные формы движения воды в болотах.

ЛЕКЦИИ № 8-9

ГИДРОЛОГИЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

Вся совокупность водных пространств океанов и морей, занимающих 361 млн км, или 70,8 % поверхности Земли, называется *Мировым океаномилиокеаносферой*. В рельефе дна океанов и морей проявляется взаимодействие эндогенных и экзогенных процессов в различных структурных зонах. Существуют различные планетарные формы рельефа.

В состав подводной окраины материков входят:

- шельф,
- материковый, или континентальный, склон,
- материковое подножье.

Шельф(материковая отмель) представляет собой подводную, слегка наклонную равнину. Со стороны океана шельф ограничивается четко выраженной бровкой, расположенной до глубин 100-200 м, но в некоторых случаях погруженной до 300 м и более. Материковый, или континентальный, склон протягивается от бровки шельфа до глубин 2,0–2,5 км, а местами до 3 км. Уклон его поверхности составляет в среднем 3–5°, но местами достигает 25 и даже 40° и более. Характер рельефа материкового склона в ряде случаев отличается значительной сложностью. В нем наблюдается ступенчатость профиля – чередование уступов с субгоризонтальными ступенями. Второй особенностью материкового склона является система рассекающих его поперечных подводных каньонов. Материковое подножье выделяется в качестве промежуточного элемента рельефа между материковым склоном и ложем океана и протягивается до глубин 3,5 км и более. Оно представляет собой наклонную холмистую равнину, окаймляющую основание материкового склона и местами характеризующуюся осадками большой мощности за счет выноса материала мутьевыми потоками и периодически возникающими крупными оползнями. Ложе Мирового океана представлено обычно плоскими или холмистыми равнинами, расположенными на глубине 3500–6000 м. Они осложнены мелкими и крупными отдельными возвышенностями и подводными горами, в том числе большими вулканическими. Наиболее глубокий глубоководный желоб – Марианская впадина, 11 034 м. Срединно-океанские хребты образуют единую глобальную систему общей протяженностью свыше 60 000 км. Вдоль осевой части Срединно-Атлантического и Индийского хребтов протягивается крупная депрессия – долинообразное понижение, ограниченное глубинными разломами и названное рифтовой долиной или рифтом. Дно рифтов опущено до глубин 3,5–4,0 км, а окаймляющие хребты находятся на глубинах 1,5–2,0 км. Срединно-океанские хребты

пересечены многочисленными поперечными разломами с вертикальным смещением до 3–5 км. Срединно-океанские хребты отличаются интенсивной сейсмичностью, высоким тепловым потоком и вулканизмом.

Соленость воды в океанах и морях, методы ее определения. Соленость морской воды определяется как общее количество твердых веществ в граммах, растворенное в 1 кг морской воды, при условии, что все галогены заменены эквивалентным количеством хлора, все карбонаты переведены в окислы, органическое вещество сожжено. Под соленостью подразумевается содержание всех растворенных в воде веществ, а не только солей. Соленость измеряется в «‰» (промилле). Средняя соленость Мирового океана 35 ‰.

Вся толща вод Мирового океана находится в непрерывном движении. Эти движения по своей природе различны. Среди них выделяются:

- 1) волновые движения;
- 2) приливно-отливные;
- 3) поверхностные и глубинные морские течения;
- 4) цунами.

Волновые движения возникают в результате трения ветра о водную поверхность. Зародыши волн – это мелкая рябь. Усиление ветра вызывает перемещение воды по замкнутым или почти замкнутым орбитам, которые имеют наибольшие размеры близ поверхности, уменьшаются с глубиной и изменяются по форме в пределах мелководья, где круговое движение сменяется эллипсоидальным. В открытом море волны имеют колебательный характер, при котором подавляющая часть воды не испытывает поступательного движения в горизонтальном направлении. У берегов или в области мелководья колебательная волна превращается в поступательную волну, она опрокидывается и с силой ударяется о крутой берег, производя разрушение, или заливают низменные побережья на многие десятки метров

Приливно-отливные движения – периодические поднятия и опускания уровня воды в океанах и морях; возникают в результате того, что Земля испытывает притяжение Луны и Солнца. Сила приливов зависит от взаимного расположения Земли, Луны и Солнца. Наиболее высокие приливы наблюдаются во время сизигия (новолуния и полнолуния), когда Луна и Солнце находятся на одной прямой линии и притяжения их проявляются в одном направлении. Приливы наименьшей высоты возникают в квадратуре, когда Луна и Солнце образуют с Землей прямой угол и притяжение их противодействует друг другу.

Приповерхностные постоянные системы циркуляции вод, обусловлены господствующими ветрами, различной плотностью, зависящей от температуры и солености вод, а также влиянием силы Кориолиса (центробежной и отклоняющей силой вращения Земли).

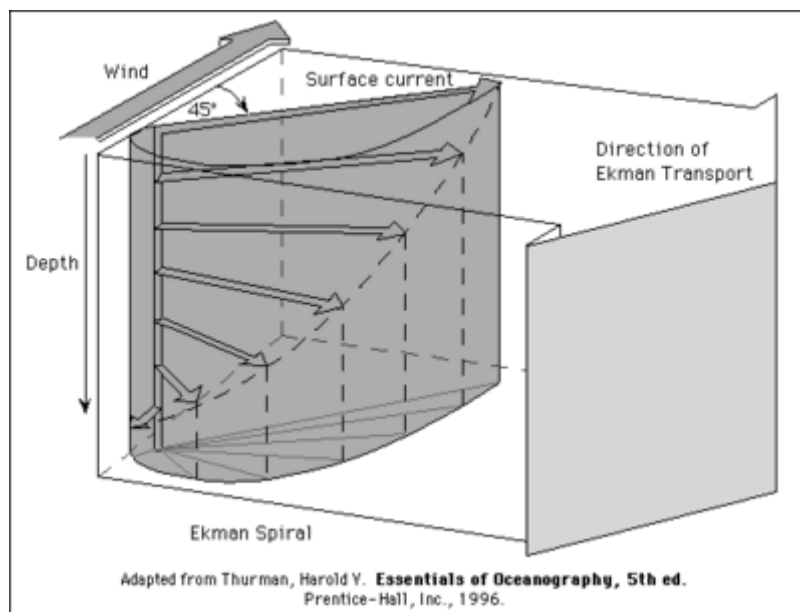


Рис.9. Приповерхностные постоянные системы циркуляции вод

Глубинные придонные океанические течения формируются в высоких широтах. Холодные арктические воды с большей плотностью опускаются на глубину и, достигая скорости 35 см/с, движутся в южном направлении, а холодные антарктические воды в виде придонного течения движутся в северном направлении, достигая экватора. Имеет место и конвективное перемещение воды. Сложная система циркуляции вод океана, разнонаправленность течений приводят местами или к расхождению (дивергенции) вод в стороны, что вызывается компенсационным подъемом с глубины, или схождению (конвергенции), сопровождаемому погружением вод в глубину. Полосы дивергенции являются наиболее благоприятными для развития жизни.

Цунами – это гигантские волны, возникающие при сильных землетрясениях, с эпицентрами на дне океана, а также при крупных взрывных извержениях вулканов. Скорость распространения таких волн достигает 500–700 км/ч, а высота – 20–30 м и более. Такие волны, обрушиваясь на берега, вызывают крупные оползни, мутьевые потоки, деформации, разрушение.

Колебания уровня в Мировом океане бывают кратковременные, сезонные и долгопериодные. Кратковременные колебания уровня – приливы, сейши, анемобарические колебания (связаны с синоптическими процессами). Сезонные могут быть вызваны изменением массы воды в бассейне и изменением плотности воды и солености. Они также происходят в связи с таянием льда, но в масштабах океана они очень малы. Долгопериодные колебания – многолетние или межгодовые.

Вопросы для самоконтроля

1. Назвите методы определения солености.

2. Как плотность морской воды зависит от температуры, солености и давления?
3. Опишите оптические и акустические свойства морской воды.
4. Назовите элементы приливной волны.
5. Нарисуйте спираль Экмана.
6. Перечислите причины изменения уровня Мирового океана.

ЛЕКЦИЯ № 10
**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
СУШИ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проблему охраны водных ресурсов и водных объектов можно разбить на три составляющие: охрана водных ресурсов от загрязнения, истощение и нарушение режима.

Малые реки, дренируя свои водосборы, выполняют функцию поддержания на них определенного водного, химического, теплового режимов и, следовательно, условий для развития растительного и животного мира. Любые нарушения в естественном состоянии водосборов или самих водных объектов неблагоприятно отражаются на их водном, химическом, газовом и биологическом режиме, изменяют качество природных вод и тем самым ведут к ограничению возможностей их использования. Особенно большой вред наносит водным объектам сброс неочищенных вод промышленными предприятиями и сброс коммунально-бытовых стоков.

Истощение водных ресурсов связано с их нерациональным использованием, иначе говоря, с перерасходом воды. Особенно это заметно при орошении, когда значительная часть оросительных вод расходуется на непродуктивное испарение, ведет к повышению уровня грунтовых вод, засолению земель, а в конечном счете, к потере речных вод. Сокращение стока Амударьи и Сырдарьи привело к усыханию Аральского моря. Нерационально используется вода в промышленности, коммунальном хозяйстве и в быту. Отмечено относительное истощение водных ресурсов при вырубке леса, распашке земель, особенно при сплошных рубках и неправильной агротехнике ведения сельского хозяйства. В этом случае происходит резкое уменьшение водных ресурсов в маловодные годы и межень, что нередко приводит к нарушению режима рек, истощению русловых запасов воды и гибели малых рек.

Неблагоприятное воздействие на режим рек оказывает вмешательство человека в жизнь их русла: строительство гидроэлектростанций, добыча гравийно-песчаных материалов, углубление судоходных путей сообщения – все это ведет к сработке островов и перекатов, своего рода низконапорных плотин в руслах рек и, следовательно, к более интенсивному стоку речных вод, к истощению запасов воды в реках, к их обмелению. Одновременно нарушаются условия существования живых организмов в реках и увеличивается мутность воды.

Современная структура управления построена по территориальному (бассейновому) принципу.

На федеральном уровне вопросы управления водным хозяйством решает Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы).

Базовыми документами для развития водного хозяйства в стране являются одобренные в 2004 г. Правительством «Основные направления развития водохозяйственного комплекса России на период до 2010 года» и План мероприятий по их реализации. В компетенцию Министерства природных ресурсов входит решение трех основных задач.

1. Обеспечение населения и промышленности необходимым количеством воды.
2. Поддержание качества воды на должном уровне.
3. Защита от вредного воздействия воды и безопасность гидротехнических сооружений.

В гидрологии, как и в любой другой науке, имеется ряд проблем, от которых зависит как будущее самой науки, так и ее роль в социально-экономическом развитии общества. Самой главной из них является проблема гидрологического прогноза, необходимого для планирования выработки гидроэнергии, условий водоснабжения в области коммунально-бытового, промышленного и сельскохозяйственного производства, условий судоходства и т. п. Особенно важным является прогноз изменения количества и качества водных ресурсов и водного режима в условиях все более интенсивного вмешательства человека в природную среду. Другим, не менее важным вопросом гидрологии суши следует считать расчет вероятности появления тех или иных количественных гидрологических параметров, от которых зависит надежность работы и устойчивость сооружений плотин гидроэлектрических станций и различного рода устройств для пропусков катастрофических потоков воды, так называемых расходов редкой повторяемости. Важным является и расчет расходов и уровней редкой повторяемости при проектировании мостов и водозаборных сооружений. Не решенной до настоящего времени является проблема влияния леса на сток рек. Ученые пока не могут однозначно сказать ни о положительной, ни об отрицательной роли леса на общую величину речного стока. В последнее время в гидрологии усиленно разрабатывается проблема взаимодействия потока и русла, или так называемая проблема динамики потока и руслового процесса. Решение ее позволит надежно решать вопросы формирования опасных гидрологических явлений, самоочищения рек и переформирования русел. Не до конца решены вопросы размещения сети пунктов гидрологических наблюдений на водных объектах.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные проблемы рационального использования водных объектов суши.
2. Какие мероприятия разработаны для охраны вод?
3. Перечислите водохозяйственные и экологические проблемы.

4. Объясните роль гидрологии в решении экологических проблем современного общества.
5. Опишите перспективы развития гидрологии.