

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

О. М. Морина, А.М. Дербенцева, В.А. Морин

ГИДРОЛОГИЯ

Учебное пособие

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2013

УДК 551 (075)

ББК 26

М 79

Рецензенты:

Кафедра «Нефтегазовое дело, химия и экология Дальневосточного университета путей сообщения (завкафедрой д-р биол. наук, проф. Л.И. Никитина, д.б.н., профессор кафедры биологии, экологии и химии Дальневосточного государственного гуманитарного университета, д-р биол.наук, профессор В. Т. Тагирова

Научный редактор

д.х.н., доцент Л. П. Майорова

М 79

Морина О.М., Дербенцева А.М., Морин В.А.

«Гидрология». - Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013.- 370 с.

ISBN 978-5-7444-2146-5

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров на дневной, заочной и дистанционной формах обучения по специальности **«БЭРП: Энерго- и ресурсоберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (по профилю «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».**

Освещены основные сведения об образовании гидросферы. Приведен материал о круговороте воды, современных методах исследований, условиях формирования текучих и подземных вод. Весь материал подобран применительно к охране окружающей среды и основным принципам устойчивого развития и сохранения Земли.

1903000000

М -----

180(03)-2008

ББК 26

© Морина О.М., Дербенцева А.М.,

Морин В.А., 2008

ISBN 978-5-7444-2146-5

Введение

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов целостного представления о Земле как о полифункциональной системе.,
Задачи курса – изучение твердой, жидкой и газообразной оболочек Земли как комплекса единой геосистемы в их динамическом и циклическом развитии.

В курс гидрологии суши включены, кроме основных стандартных разделов по подземным водам, озерам, рекам, ледникам, многолетней мерзлоте, рекам, новые данные материалы по водохранилищам. Указаны районирования рек по типам питания по В.И. Воейкову. Обобщена роль круговорота воды на земном шаре. Значительное внимание уделено роли устьев и истоков в формировании стока на Земле.

В *гидросфере*, доминирующая роль принадлежит Мировому океану. Суша в целом менее динамична, чем остальные компоненты климатической системы. Криосфера имеет большое значение в формировании качества вод и является главным консерватором кислорода.. Биосфера (живое вещество) оказывает активное воздействие на все компоненты климатической системы. Вода, которая может находиться в любых фазовых состояниях (жидком, твердом и газообразном) связывает воедино все компоненты системы. Приведены особенности строения речных долин и русел. Описан тепловой и ледовый режим рек.

Динамика водности является одной из важнейших показателей устойчивости биосферы в целом и конкретной территории в частности. Таким образом, главный ресурс территории в современных экономических условиях – это сама системная организация естественных режимов и взаимосвязей в экосистемах. Поэтому обязательным этапом любых предпроектных территориальных разработок должна стать оценка уязвимости функциональных механизмов территории при хозяйственном воздействии. Неистощительное природопользование возможно только на базе разработок долгосрочной стратегии, поскольку для оптимального функционирования экосистем необходимы равновесные условия в системе биота - абиотические факторы.

1. Гидрология

1. 1. Общие сведения о гидрологии и свойствах воды

Мы не просто пьем воду. Мы сами – вода. Вода составляет от 50 до 90 % массы всех живых организмов. Она является одним из наиболее распространенных и важных веществ на Земле. Вода поддерживает жизнь растений и животных, играет ключевую роль в формировании погоды и помогает формировать поверхность планеты через эрозию и другие процессы. Вода в ближайшем озере, снег в отдаленных горах, влажный воздух или капля утренней росы – все являются частью одного гидрологического цикла. Несмотря на обилие воды, мы не можем использовать большую ее часть. Если представить воду Земли как 100 литров, только около трех миллилитров будет составлять потребляемая нами вода. Общий запас воды на земном шаре предполагается равным 2000 млн. км³, или $2 \cdot 10^{18}$ м³, что составляет примерно 0,03 % всей массы планеты. Содержание воды на Земле приведено в табл. 1

Таблица 1

Содержание воды на Земле, %

Резервуар	% от всего объема
Атмосферная влага	0,001
Реки и озера	0,036
Подземные воды	0,365
Ледники и лед на поверхности суши	1,641
Океаны и лед на поверхности морей	97,957

Без воды не может развиваться ни одна отрасль народного хозяйства. Чтобы вырастить на полях 1т. пшеницы, необходимо израсходовать 1,5 тыс. т. воды, риса – соответственно 7 тыс. т, при выплавке 1т. стали используется 1,2 тыс. т. воды. Разбавление сточных вод также является элементом водопользования. Многим даже очищенным промышленным и коммунальным стокам при сборе их в реки требуется 10 – 25 кратное и более разбавление свежей водой, а отдельным сточным водам химической промышленности 2 - 3 – тысячекратное.

Мгновенный запас поверхностных вод России равен 28 тыс.км³ или 22 % объема пресных вод мира. Из них 82 % содержится в Байкале. Суммарный годовой сток всех рек России составляет 11,5 % мирового стока. Географическое распределение материкового стока крайне неравномерно: более 90 % его выносится в Северный Ледовитый и Тихий океан. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает 80 % населения России и сосредоточена большая часть хозяйственного потенциала, приходится менее 9 %.

На каждого жителя РФ приходится в год 29 тыс. м³ суммарного речного стока, примерно по 250 литров в сутки. В крупных городах удельное водопотребление составляет 320 л/сутки, в Москве- 400 л в сутки. Средняя водообеспеченность населения у нас одна из самых высоких в мире. Для сравнения: США-320, Германия – 180, Англия – 170. Япония – 125, Индия -65, Финляндия – 58, Ирак -16 л в сутки.

Изучением воды, находящейся на поверхности земного шара и верхних слоев Земли, ее распределением по территории, изучением физических закономерностей взаимодействия воды с окружающей средой, круговорот воды в природе и влияние на него деятельность человека изучает наука гидрология. Слово гидрология происходит от сочетания двух греческих слов: гидро - вода и логос—наука. В переводе с греческого на русский язык оно означает «наука о воде». Предметом изучения гидрологии являются водные объекты – океаны, моря, реки, снежного покрова, ледников и подземных вод. По изучаемым объектам и особенностями методов их изучения гидрология делится на две самостоятельные дисциплины: *океанологию* или гидрологию океанов и морей, *гидрологию суши* - гидрологию поверхностных вод суши. Объектами изучения гидрологии суши являются реки и каналы, озера и водохранилища, болота и ледники, поэтому гидрология суши подразделяется на:

- гидрологию рек;
- гидрологию озер (озероведение или лимнология);
- гидрологию ледников или гляциология;
- гидрологию болот;
- гидрогеологию.

Одна из главных задач гидрологии суши заключается в изучении гидрологического режима водных объектов, т. е. в исследовании закономерностей изменения состояния водных объектов, обусловленных физико-географическими условиями бассейна, а также гидротехническими мероприятиями. Гидрологический режим водных объектов проявляется в виде многолетних, сезонных и суточных колебаний: 1) уровней воды (режим уровней), 2) расходов воды (режим стока), 3) температуры воды (термический режим), 4) количества и состава переносимого потоком твердого материала (режим наносов, который подразделяется на режим взвешенных наносов, т. е. переносимых в толще речного потока и влекомых наносов, переносящихся по речному дну во влекомом состоянии), 5) состава и концентрации растворенных веществ (гидрохимический режим), 6) изменения русла реки (режим русловых процессов). Сюда же относится ледовый режим (ледовые явления и колебания сроков их наступления), режим волнения, скоростей потока, течений, режим перекатов и т. п.

В зависимости от целей и методов изучения водных объектов, а также возникающих задач по использованию водных ресурсов в гидрологии суши выделяют научные дисциплины:

1) Гидрометрию, которую определяют как «измерительную часть» гидрологии. В гидрометрии рассматриваются методы измерений и наблюдений, которые выполняются с целью изучения режима вод, например методы измерений (и обработки) высоты уровней воды, расходов воды и наносов, скорости течения, толщины льда и т. д.

2) Гидрографию, которая занимается изучением и описанием конкретных водных объектов, а также выявлением закономерностей географического распространения вод и особенностей их морфологии, режима, хозяйственного значения и использования.

3) Инженерную гидрологию (гидрологические расчеты), задачей которой является разработка методов установления характеристик гидрологического режима водных объектов, необходимых для проектирования гидротехнических сооружений и планирования водохозяйственных мероприятий.

4) Гидрологические прогнозы, в которой рассматриваются методы составления характеристик гидрологических явлений на предстоящий

период времени. Гидрологические прогнозы необходимы для различных отраслей народного хозяйства и, в частности, они нужны при эксплуатации гидротехнических сооружений и регулировании стока.

Основу для решения перечисленных выше задач составляет непрерывные, в течение длительного времени, наблюдения опорной государственной сети станций Гидрометеорологической службы (ГМС). Наряду с опорной гидрологической сетью, на некоторых водных объектах имеются ведомственные станции и посты. На ГМС возложено изучение гидрологических, метеорологических и агрометеорологических условий в целях удовлетворения соответствующих запросов народного хозяйства. Для этого организована опорная государственная сеть метеорологических, гидрологических, морских, агрометеорологических и аэрологических станций и постов. Сеть осуществляет сбор результатов наблюдений на станциях и постах, а ГМС обеспечивает их обработку и издание. Опорная сеть делится на наблюдательную и оперативную. Федеральной службе подчинены республиканские и территориальные (межобластные) управления, которые осуществляют оперативное обслуживание отраслей народного хозяйства гидрометеорологическими материалами, прогнозами, а также обеспечивают руководство станций и постов.

В ведении Федеральной службы находятся научно-исследовательские институты: Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова (ГГО), Государственный гидрологический институт (ГГИ), Центральный институт прогнозов (ЦИП), Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО), Научно-исследовательский институт гидрометеорологического приборостроения (НИИГМП), Государственный океанографический институт (ГОИН), Научно-исследовательский институт аэроклиматологии (НИИАК), а также региональные научно-исследовательские гидрометеорологические институты.

История изучения вод суши уходит далеко вглубь веков и начало ее надо отнести к древнейшим временам человеческой культуры. Воды суши издавна имели большое значение в жизни народа. Поселяясь по берегам рек и озер, народы древней Руси осваивали их как пути сообщения. Понимая большое значение водных путей для установления и поддержания торговых и иных связей с соседними народами, наши предки собирали необходимые сведения о водных объектах. Так, нередко

встречаются в древнерусских летописях записи, в которых наряду с описанием исторических событий приводятся интересные данные о реках.

Наиболее ранние сведения о реках и озерах на территории нашей страны относятся к первому тысячелетию до нашей эры. Начиная с XII в. в древнерусских летописях появляются описания водных путей, в которых отмечаются наводнения и мелководья рек, сроки вскрытия и замерзания рек и другие гидрологические явления. В 1627 году в период царствования Ивана Грозного была составлена «Книга Большому Чертежу», содержащая описание Московского государства, где впервые давались подробные сведения об имеющихся на его территории водных объектах.

В истории исследований водных объектов России видное место занимает эпоха Петра I, когда началось бурное развитие речного и морского транспорта и связанное с ним гидротехническое строительство. Впервые проводятся изыскания с целью улучшения водных путей посредством постройки каналов. В 1715 г. по указанию Петра I был установлен первый водомерный пост на Неве у Петропавловской крепости; это явилось началом регулярных наблюдений над колебаниями уровня воды на реках России. Созданная в 1875 году Навигационно-описная комиссия Министерства путей сообщения за 20 лет своей деятельности провела большую исследовательскую работу по изучению рек ЕТС, Сибири и Дальнего Востока, в т. ч. Амура. В 1899 году было создано Управление водных путей МПС, которое продолжало изучение рек России, затем в 1908 году организовали Гидрологический комитет Отдела земельных улучшений, который много раз переименовывался. Сейчас называется Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Основные физические и химические свойства воды. Химически чистая вода в природе почти никогда не встречается, ее можно получить только лабораторным путем; такая вода - жидкость без запаха и цвета. Природная вода всегда содержит в большем или меньшем количестве взвешенные и растворенные примеси. Вода обладает многими свойствами, которые резко отличают ее от твердых и всех других жидких тел. Молекула воды имеет по весу 11,11% водорода и 88,89% кислорода. Молекула имеет вид равнобедренного треугольника, в вершине которого, с углом 105° , расположен атом кислорода, а при основании - по атому

водорода. Характерной особенностью молекул воды является их свойство объединяться в агрегаты, т. е. совокупности, состоящие из нескольких молекул. Это свойство молекул воды объясняется значительной их полярностью, являющейся следствием неравномерного распределения электрических зарядов в самой молекуле воды. Так, на стороне молекулы с атомом кислорода замечается некоторый избыток отрицательного заряда, а на противоположной стороне, где расположены атомы водорода, - избыток положительного заряда электричества.

Вода, находящаяся в парообразном виде, состоит главным образом из однородных простых молекул, имеющих формулу H_2O . Простую, не объединившуюся с другой молекулой H_2O , называют гидролем. Агрегат из двух простых молекул $(H_2O)_2$ называют дигидролем, а совокупность трех молекул $(H_2O)_3$ тригидролем. Жидкая вода является смесью гидроля, дигидроля и тригидроля. Таким образом, вода в жидком состоянии наряду с простыми молекулами H_2O всегда имеет агрегаты, состоящие из нескольких молекул, которые непрерывно возникают и распадаются. Так же изменяются и расстояния между молекулами. Этим объясняются некоторые аномалии физических свойств воды. Лед состоит преимущественно из молекул тригидролей.

Плотность воды - это масса воды, заключенная в 1 см^3 . Вода имеет наибольшую плотность при температуре 4°C ; при температурах выше и ниже указанной плотность воды уменьшается. Плотность льда значительно меньше плотности воды: плотность дистиллированной воды при 0°C равна 0,99987, а льда, образовавшегося из той же воды, - 0,92. Присущее воде своеобразное изменение ее плотности в зависимости от температуры оказывает большое влияние на охлаждение и нагревание воды в озерах и водохранилищах, а также на другие процессы.

Удельной теплоемкостью воды называется количество тепла, которое необходимо для нагревания 1 г воды на 1°C . Удельная теплоемкость воды значительно выше, чем твердых и других жидких веществ. Теплоемкость воды равна $1,000 \text{ кал/г град}$, льда - $0,505 \text{ кал/г град}$, воздуха - $0,237 \text{ кал/г град}$, почвы - в среднем $0,4 \text{ кал/г град}$ и т. д. Для нагревания данной массы воды требуется затратить больше тепла, чем для нагревания такой же массы, почти любого другого вещества, на то же число градусов. Большая теплоемкость воды играет значительную роль в процессах охлаждения и

нагревания вод суши, а также в формировании климатических условий прилегающих к водоемам районов.

Важное значение в гидрологических процессах имеет, скрытая теплота испарения воды и плавления льда. Скрытой теплотой испарения воды называется-то количество тепла, которое требуется для испарения одного грамма воды при неизменной температуре воды и при нормальном атмосферном давлении. Скрытая теплота испарения дистиллированной воды при 0°C равна 597 кал; с повышением температуры она уменьшается и при 100°C и давлении 760 мм составляет 539 кал. Такое же количество тепла выделяется при переходе водяного пара в жидкую воду. Скрытой теплотой плавления льда называется количество тепла, расходуемое на плавление 1 г льда, имеющего температуру 0° . Скрытая теплота плавления льда, образованного из дистиллированной воды, равна 79,67 кал (при нормальном атмосферном давлении); это значительно больше скрытой теплоты плавления многих жидкостей. При переходе воды из жидкого состояния в твердое выделяется естественно такое же количество тепла, которое расходуется на плавление льда.

Находясь в покое, дистиллированная вода может быть в переохлажденном состоянии (ее температура может понижаться до -72°), но при встряхивании или внесении кристалликов льда она быстро замерзает. В естественных водоемах переохлаждение воды бывает весьма значительным. Грунтовые воды вследствие их повышенной минерализации имеют температуру замерзания ниже 0°C . Температура воды влияет на физические, химические, биологические и другие процессы, происходящие в водной среде. Следствием повышения температуры являются:

- увеличение скорости протекания химических реакций;
- уменьшение содержания растворенных газов;
- увеличение интенсивности дыхания организмов;
- увеличение объема роста;
- увеличение роста нетипичных для данного водоема растений.

Контрольные вопросы

1. *Определение науки гидрологии, ее объекты и деление по объектам*
2. *Основные задачи гидрологии по изучению гидрологических режимов*
3. *Научные дисциплины гидрологии*
4. *История изучения вод суши с зарождения до Петровской эпохи.*

1. 2. Круговорот воды на земном шаре

Водное пространство земного шара, занятое океанами и морями, образует единый Мировой океан, представляющий непрерывную водную оболочку Земли. Поверхность Земли, занятая водами океанов и морей, почти в 2,5 раза превосходит площадь суши. В Мировом океане содержится $1,4 \cdot 10^3$ диоксида углерода, что почти в 60 раз больше, чем в атмосфере. Кислорода в океане растворено $8 \cdot 10^{18}$ г или почти в 150 раз меньше, чем в атмосфере. Суша и водное пространство (океаны и моря) неравномерно распределены на земном шаре. Суша в большей своей части расположена в северном полушарии, где она занимает 39,3 % ,в южном полушарии на ее долю приходится всего 19,1 %.

Периферийная и бессточная области. Водные запасы на земном шаре огромны. Общий объем воды, сосредоточенный в океанах и морях, более чем в 13 раз превышает объем суши, расположенный выше уровня моря; если всю эту воду равномерно распределить по земной поверхности, то она окажется покрытой слоем воды глубиной 2,4 км.

Поверхность суши земного шара делится на периферийную и бессточную области. Периферийной или «*сточной*», областью называют часть суши, речной сток воды с которой поступает непосредственно в океаны или моря, соединенные с Мировым океаном. *Бессточной* областью называют сушу, не имеющую стока в океан; вода ее рек поступает в бессточные озера. Из бессточных областей наиболее значительными являются: в Европе – водосборный бассейн Каспийского моря, в Азии – обширная Туранская низменность, включающая водосборные бассейны Аральского моря и озера Балхаш, пустыни Гоби, Такла-Макан, часть Аравийского полуострова; в Африке – пустыня Сахара, Ливийская, Нубийская, Калахари, водосборы озера чад, Рудольф; в Северной Америке – пустыня Большого бассейна, в Южной Америке – водосборы озер Титикака, Поопо, полупустынные плато Патагонии; в Австралии - Центрально-Австралийская пустыни и другие пустыни, занимающие 50 % площади континента. В областях внутреннего стока имеются довольно крупные реки с суммарным стоком около 1 тыс. км³ в год. Среди них – Волга, Амударья, Или. Бессточные области, занимающие 20 % площади суши формируют только 2 % общего стока, 98 %стока попадает в океан.

Поверхность Земли имеет общий наклон по направлению к океанам и морям или замкнутым бессточным областям, поэтому небольшие водотоки, расположенные на ней, сливаются и образуют реки. Совокупность сливающихся вместе рек с главной рекой, выносящей воду в Мировой океан или замкнутую бессточную область, называется речной системой. Территория, с которой в данную реку или речную систему стекает вода от выпадающих атмосферных осадков, называется водосбором. Водосборы двух соседних рек или речных систем отделяются друг от друга водоразделом, проходящим по наиболее возвышенным местам между рассматриваемыми водосборами.

Периферийную часть суши обычно разделяют на Тихоокеанский склон - это бассейны рек, впадающих в Тихий и Индийский океаны, и Атлантический склон - бассейны рек, впадающих в Атлантический и Северный Ледовитый океан. Линия, разделяющая реки Тихоокеанского и Атлантического склонов называется главным водоразделом Земли. Главный водораздел Земли проходит вдоль западных берегов Америки по Андам и Кордильерам до Берингова пролива. Затем проходит по территории нашей страны по Чукотскому хребту, Анадырскому плоскогорью, горным хребтам Гыдан, Джугджур, Становому, Яблонову, и далее проходит через Центральную Азию, пересекает северную часть Аравийского полуострова и Африки, где проходит вдоль восточного берега, приближаясь к Индийскому океану. К бассейну Северного Ледовитого океана относится 15 % всей суши, Атлантического – 34, Тихого -17, Индийского -14 %.

Кроме Главного водораздела Земли, различают водоразделы меньших размеров:

- водоразделы океанов и морей, разделяющие области суши, сток с которых происходит в различные океаны и моря;
- внутренние водоразделы, отделяющие периферические области от областей внутреннего стока, бессточных территорий;
- речные водоразделы, отделяющие территории суши, сток с которых направлен в речные системы.

Водоразделы бывают симметричные и асимметричные. Первые сложены породами, однородными по сопротивляемости размыву и выветриванию, с них обычно стекают потоки одинаковой водности и

размывающей деятельности при одинаковом количестве осадков (например, Средне-Русская возвышенность); вторые сложены неодинаковыми свойствами горных пород к разрушению, реки противоположных склонов имеют различную водность и размеры вследствие неодинакового количества атмосферных осадков. Под действием размыва, выветривания, тектонического понижения или роста, может наблюдаться некоторое перемещение водораздела, большей частью очень медленное, как горизонтально, так и вертикально.

Уравнения водного баланса. Атмосферные осадки, стекающие через реки и подземные потоки в моря и океаны, вновь испаряются с их поверхности и вновь выпадают в виде осадков. Этот непрерывный замкнутый процесс обмена влагой между атмосферой и земной поверхностью называется круговоротом воды в природе. Отмечают два вида круговорота: малый или океанический, когда испарившаяся с поверхности морей и океанов влага конденсируется, и снова выпадает непосредственно над морями и океанами в виде атмосферных осадков. Большой круговорот включает местный или внутриматериковый влагооборот, происходящий непосредственно на суше, когда часть выпавших осадков не попадает в реки, а испаряется с поверхности суши. Эта влага совершает несколько оборотов, прежде чем попадет в океан. Таким образом, большой круговорот - это оставшаяся часть водяных паров, выпавшая на поверхность материков в виде атмосферных осадков, которые снова поступают в моря и океаны через речной сток.

Водный баланс – соотношение за какой-либо промежуток времени (год, месяц, декаду и т.д.) прихода, расхода и аккумуляции воды для речного бассейна или участка территории, для озера, болота или другого исследуемого объекта. В общем случае учету подлежат атмосферные осадки, конденсация влаги, горизонтальный перенос и отложение снега, поверхностный и подземный приток, испарение, поверхностный и подземный сток, изменение запаса влаги в почвогрунтах и др. Для отдельных водных объектов используются более детальные характеристики. Например, в водном балансе водохранилищ существенное значение могут иметь сбросы воды через сооружения гидротехнического узла (ГЭС, шлюзы, плотины), водозабор из водохранилища и т.д.

Установлено, что между переносом влаги с океанов на сушу и количеством воды, стекающей с поверхности суши в моря и океаны имеется некоторое равновесие, которое означает, что чем больше испарившейся влаги будет перенесено с океанов и морей на сушу, тем больше воды принесут реки в моря и океаны. Таким образом, исходя из предположения, что ежегодная убыль воды из океанов и морей вследствие переноса испарившейся влаги на сушу покрывается прибылью воды, приносимой реками и подземным стоком, составим следующие два уравнения, выражающие условия равенства прихода и расхода воды:

$$\text{для океанов и морей } Z_o = X_o + Y, \quad \text{для суши } Z_c = X_c - Y$$

где Z_o -среднее годовое количество воды, испаряющееся с поверхности океанов и морей; Z_c -среднее годовое количество воды, испаряющееся с поверхности суши; X_o -среднее годовое количество осадков, выпадающих на поверхность океанов и морей; X_c -среднее годовое количество осадков, выпадающих на поверхность суши; Y - средний годовой сток рек с поверхности суши.

Из уравнений следует, что:

- 1) с океанов и морей в среднем ежегодно испаряется количество воды, равное количеству выпадающих на них осадков, плюс речной сток;
- 2) с суши в среднем ежегодно испаряется количество воды, равное количеству выпадающих на ее поверхность осадков, минус речной сток.

Далее, сложив уравнения, получим общее уравнение водного баланса для всего земного шара: $Z_o + Z_c = X_o + X_c$,

т. е. испарение воды с поверхности океанов, морей и суши равно сумме осадков, выпавших на их поверхность. Величины, входящие в уравнение водного баланса формул, выражаются в миллиметрах.

По данным Р.К. Клиге (2000г), в современных условиях ряд показателей водного баланса Земли немного изменился: несколько возросли речной (на 0,5 тыс. км³ /год), ледниковый (на 0,8 тыс км³ /год) и подземный (на 0,5 тыс км³ /год) стоки; увеличилось испарение с поверхности океана (на 0,2 тыс км³ /год) и уменьшилось испарение с поверхности суши (на 2 км³ /год); осадки на поверхность океана и суши практически не изменились.

Контрольные вопросы

1. *Сточные и бессточные области.*
2. *Главный водораздел Земли.*
3. *Типы водоразделов*

1. 3. Подземные воды

Средняя глубина Мирового океана около 3800м, в то время как средняя высота суши над уровнем моря примерно 875 м.

Подземными водами называется всякая капельно-жидкая вода под дневной поверхностью, заполняющая поры, пустоты почвы и горной породы, способная вытекать из естественных или искусственных разрезов. Толща горной породы, заключающая в себе грунтовые воды, называется водоносным слоем или водоносным пластом.

Изучение режима грунтовых вод имеет огромное экологическое значение, поскольку они зачастую составляют основу питьевого и промышленного водоснабжения. Если вода свободно течет по подземному каналу, в толще твердых пород (трещина, пещера), то имеет место подземный водоток, скорость которого может измеряться метрами в секунду или сутки. Воды, просачивающиеся через рыхлые породы (песок, гравий, галька), называются фильтрующими. Подземные воды делятся на вадозные (влага атмосферы) и ювенильные (из паров воды раскаленной магмы). По характеру вмещающих воду грунтов, подземные воды подразделяются на поровые, залегающие в рыхлых пористых грунтах; пластовые, залегающие в пластах осадочных горных пород; трещинные, залегающие в плотных породах; трещинно-жильные, залегающие в отдельных тектонических трещинах подземные воды подразделяются на напорные (артезианские и глубинные) и безнапорные (грунтовые).

Подземные воды, оказывающие бальнеологическое воздействие на организм человека, называют минеральными. Они подразделяются на углекислые, сульфидные, или сероводородные, железистые и мышьяковистые, а также бромистые и йодистые воды; воды с большим содержанием органических веществ; радоновые воды и др.

Подземные воды на Земле, находящиеся в жидком состоянии, могут быть, прежде всего, подразделены на две большие группы: подземные воды суши и подземные воды под океанами и морями. До настоящего времени гидрогеология занималась по существу лишь подземными водами суши. Подземные воды под океанами и морями изучены ещё очень слабо. Подземные воды участвуют в круговороте воды на земном шаре.

На пространстве от поверхности Земли до водоупорного ложа отчетливо выделяется 3 зоны.

Зона аэрации, располагающаяся над уровнем грунтовых вод, она не заполнена водой, и атмосферные осадки через нее лишь просачиваются в нижележащие зоны. Поступающая в почву влага, идущая на пополнение подземных вод, обязательно проходит через зону аэрации, в которой образуется верховодка. Верховодкой называется сезонная вода, залегающая выше уровня грунтовых вод.

Зона периодического насыщения водой, расположенная между минимальным уровнем подземных вод, соответствующим засушливым периодам, и устанавливающимся в многоводные периоды. Эта зона характеризуется периодическим смачиванием и осушением.

Зона полного насыщения между нижним уровнем грунтовых вод и водоупорным ложем. Зона насыщения характеризуется тем, что поры и пустоты в её пределах полностью заполнены жидкой водой. В зоне насыщения на континентах по гидравлическим условиям находятся подземные воды трёх типов: безнапорные грунтовые, напорные артезианские и глубинные. Вместе с изменением уровня грунтовых вод изменяется дебит (объём воды, выделяемый в единицу времени) источников и химический состав воды. При насыщении они опресняются, при дефиците - засоляются. В районах с влажным и умеренным климатом реки дренируют подземные воды, уровень которых имеет наклон к реке, но во время половодья или паводков происходит отток воды из реки и повышение уровня грунтовых вод. Питание грунтовых вод происходит также за счёт инфильтрации атмосферных осадков. По гидравлическим свойствам подземные воды безнапорные со свободной поверхностью. Движение грунтовых вод подчиняется силе тяжести.

Линия, соединяющая точки наибольшего возвышения уровня подземных вод, называется водоразделом подземных вод. Верхняя граница водоносного слоя называется горизонтом грунтовых вод. Поверхность стояния подземных вод называется зеркалом грунтовых вод. Зеркало грунтовых вод до известной степени повторяют рельеф поверхности, и грунтовые воды движутся от повышенных участков (начиная от водораздела грунтовых вод) к пониженным участкам (оврагам, рекам,

озерам, морям), где происходит их разгрузка в виде источников (родников).

Движение грунтовых вод подчиняется силе тяжести. Скорость движения воды в песках составляет от 0,5 до 1-5 м/сутки, в галечниках увеличивается. Особенно большая скорость потока грунтовых вод отмечается в крупных подземных карстовых каналах и пещерах.

Единой классификации подземных вод до сих пор не создано. Для примера можно привести некоторые классификации.

В. И. Вернадский разработал классификацию подземных вод, исходя из их химического состава. По его мнению, в природе не существует химически чистой воды: все подземные воды в той или иной степени содержат растворенные соли и газы. Учитывая наличие в воде газовых компонентов, Вернадский наметил основные группы подземных вод: кислородные, сероводородные, углекислые и т. д. По температуре подземные воды делятся на: переохлажденные – ниже 0°C , холодные 0-20, термальные – выше 20°C . По качеству и назначению делятся на питьевые, технические, минеральные (лечебные), промышленные (содержащие извлекаемые концентрации полезных компонентов и теплоэнергетические).

Состав пресных подземных вод часто близок к составу связанных с ними поверхностных вод. Солоноватые подземные воды могут относиться к любому классу, но чаще - к гидрокарбонатному или сульфатному. Солёные подземные воды и рассолы могут быть связаны с современными или древними морскими бассейнами, а также образоваться при выщелачивании легко растворимых солей. В пределах средней полосы европейской территории России в условиях умеренного и недостаточного увлажнения сезонные колебания минерализации возрастают по направлению на юг от 20 до 1000 мг/л и иногда до 2 г/л. В южных районах страны сезонные колебания минерализации могут быть еще больше (в Прикаспии от 0,2 до 11 г/л, в Северной Азии от 0,1 до 6 г/л). По направлению с севера на юг содержание ионов SO_4 и Na^+ в солевом составе грунтовых вод постепенно возрастает.

В. С. Ильин предложил зональную систему классификации подземных вод. Он разделяет водоносные горизонты подземных вод на грунтовые, залегающие в зоне поверхностного дренажа оврагами и реками, и на артезианские, находящиеся ниже уровня дренажа. Грунтовые воды им разделяются на зональные и азональные. Под зональными и грунтовыми

водами имеются в виду воды, которые закономерно связываются с зональными климатическими и физико-географическими факторами. Грунтовые воды, которые не связаны тесно с климатическими зонами, например болота Прикаспийской полупустыни (волжские плавни) и болота тундр, относятся к азональным водам, свойства которых зависят от местных условий их залегания. Артезианские воды рассматриваются по бассейнам, выделенным на основании тектонических признаков.

Подземные воды суши можно подразделить на подземные воды зоны аэрации и зоны насыщения. Зона аэрации охватывает верхние, не насыщенные водой слои грунтов, включая почву от дневной поверхности до уровня грунтовых вод. Через эту зону осуществляется связь подземных вод с атмосферой. Зона насыщения характеризуется тем, что поры и пустоты в её пределах полностью заполнены жидкой водой. Сверху эта зона ограничена зоной аэрации или зоной многолетнемерзлых грунтов, снизу - глубиной критических температур, при которых существование жидкой воды невозможно. В зоне насыщения на континентах находятся подземные воды трёх типов: безнапорные грунтовые, напорные артезианские и глубинные. Под океанами и морями зона аэрации отсутствует, а в зоне насыщения присутствуют напорные воды, гидравлически как связанные с подземными водами континентов, так и не связанные с ними.

Горные породы по своим физическим свойствам чрезвычайно разнообразны, и от этих свойств зависит способность к проникновению и продвижению в них подземных вод. Пористость горных пород зависит как от величины и формы зерен (частиц), так и от взаимного расположения и степени однородности. Чем поры мельче, тем большее трение встречает вода при своем продвижении в породе, а, следовательно, тем медленнее ее движение в ней, и наоборот. От величины пор горных пород зависит их водопроницаемость. Водопроницаемостью называют способность породы пропускать через себя воду. Эта способность неодинакова для различных пород. В отношении водопроницаемости все породы условно разделяют на три основные группы:

-породы водопроницаемые - все осадочные нецементированные породы, например, галечники, гравий, трещиноватые породы, структурные почвы;

-породы полупроницаемые - глинистые пески, лёсс, рыхлые песчаники, трещиноватые мергели и др.;

-породы водонепроницаемые, или водоупорные, к которым относятся все кристаллические не трещиноватые горные породы, из обломочных нецементированных - глины.

Влагоемкостью называется свойство горных пород насыщаться водой и удерживать ее в себе в определенном количестве. По этому признаку различают три вида влагоемкости: полную, капиллярную (неполную) и молекулярную (пленочную).

Примером *разрушительной* деятельности подземных вод является *карст* – процесс химического разложения горных пород. При поверхностном выщелачивании известнякового массива водой образуются более или менее параллельные, относительно глубокие борозды. Двигаясь по поверхности известняка, вода находит какую-либо щель, проникает по ней в глубь массива известняка и растворяет его. В результате внутри известняка образуются природные колодцы и воронкообразные впадины. Карст широко распространен в Крыму, на Кавказе, на Волге, на Урале, на Дальнем Востоке. В карстовых породах образуются крупные пещеры. Самой большой пещерой в мире является Мамонтова пещера в Северной Америке длиной 250 км. Она имеет целый ряд ходов и галерей, местами в несколько этажей, достигающих 300 м высоты. В пещере течет река и расположено несколько озер. Знаменитая Кунгурская пещера на Урале имеет длину 4,6 км; в пещере 36 озер, самое большое из них в гроте «Титанический» имеет площадь 750 м², глубину 6 м, температуру воды 4,4-5°С. Карстовые пещеры иногда бывают заполнены льдом. Такие пещеры имеются в Крыму, под Хабаровском. Кунгурская ледяная пещера – один из популярных туристских объектов Пермской области. Ежегодно ее посещают несколько десятков тысяч человек. Мощность льда в пещере иногда доходит до 20 м. Необходимо отметить, что даже в годы Великой Отечественной войны, несмотря на голод и разруху, в 1943 году были организованы заповедники «Предуралье» и «Кунгурская ледяная пещера», а вскоре после окончания войны – пять заповедников в Московской области, два на Урале и ряд других.

В пределах Хабаровского края выделяется 4 карстовых района.

Первый расположен на севере края, на крыльях антиклинальной складки и в ядре. Прибрежного хребта. Он образован, главным образом, силурийскими и среднедевонскими отложениями. Известняки залегают толщей 50-60м и представляют собой темные плотные породы. Процессы мало изучены, но выражены во всех реках, пересекающих хребет.

Второй карстовый район находится в центральной части Хабаровского края, в области хребта Джагды, где в нижнекембрийских породах встречаются карстовые породы мощность 5-15 м. Наиболее развиты карстовые процессы в районе правобережных притоков р. Уды – Шевли и Гербикана. Карстовые ниши небольшие, от 1 до 10 м.

Третий карстовый район находится в пределах ЕАО, охватывает часть Малого Хингана, сформированного в кембрие. В его границах частично заключены водосборы рек Хингана - Кульдур, Биджан, Самары. Карстующимися породами здесь являются доломиты. Самая большая пещера – Ледяная в обнаружена в долине р. Листвянки, правого притока р. Самары с общей длиной 210м. Дно у нее ледяное. Вход в пещеру или Центральный грот имеет размеры 20 на 8 м. Обвальный грот имеет размеры 5 на 15 м, Ледниковый грот 15 на 50м. В Озерном гроте имеются водоемы, глубина которых не превышает 1 м.

Карстовые пещеры есть в долинах рек Дуванихи, Лагары, Дитур, Бира. Особенностью этого района является широкое развитие карстовых вод, которые образуют многочисленные ключи и родники, встречающиеся по долинам рек. Выходы таких вод образовали озеро Теплое, небольшой водоем, незамерзающий даже в холодное время года. Вода в нем гидрокарбонатная кальциево-магниевая. Широкое развитие карста вызвало несколько землетрясений локального характера, которые были зафиксированы в 1951 и 1953 годах, когда ощущалось сотрясение грунта и сильный подземный гул.

Четвертый район расположен в средней части хр. Сихотэ-Алиньского антиклинория, сложенного, в основном, пермскими отложениями. Карстовые явления приурочены к южным частям бассейнов рек Хор, Немпта, Обор, Кафэ, Катен, и представлены различными формами – воронками, нишами, полостями, небольшими пещерами.

Еще одной особенностью геологической деятельности подземных вод является суффозия. В определенных условиях гравитационная сила

подземных вод способно производить механическую работу по разрушению горных пород. Такой процесс называется *суффозией* (от лат. «suffosio» - подкапывание). Суффозия наиболее широко распространена в глинистых породах – глинах, суглинках, лессах, в меньшей степени в породах песчаного состава. В результате выноса из пор твердых составных частей происходит разрушение общей структуры, устойчивости породы, образование пустот, и как следствие, проседание и обрушение расположенных над водоносным горизонтом горных пород. Суффозия наиболее наглядно проявляется в образовании оползней и обвалов по склонам рек, озер и морей, в местах выхода подземных вод на поверхность. Оползни чаще всего наблюдаются на склонах, состоящих из водоносного и водоупорного слоев, наклоненных к откосу. В этом случае оползни образуются вследствие того, что поверхность водоупорного слоя, смачиваясь водой, становится скользкой и выше лежащий слой грунта под действием различных внешних причин отрывается и сползает вниз.

Подземные воды с содержанием углекислоты и сульфатов обладают агрессивными свойствами и разрушают бетон (бетон крошится). Наряду с отрицательной деятельностью, подземные воды производят и полезную работу, которая сводится к выделению различных минеральных солей и образованию лечебных минеральных вод. Все минеральные источники, расположенные в пределах бассейна Нижнего Амура, делятся на следующие типы: термальные, углекислые, холодные, сульфатные и железистые гидрокарбонатные. Термальные источники имеют низкую минерализацию (0, 5 г/л), высокую щелочность, рН до 9. Ионный состав вод отличается высоким содержанием натрия. Из газов, растворенных в воде, первое место занимает азот, затем метан и группа тяжелых углеводородов. К этому типу относятся Кульдурские (которые выходят из тектонической зоны разлома в гранитах), Анненские, Ульские и Альские воды. К теплым, с температурой 10-12 °С, относятся озера, расположенных в бассейне речки Таракановка, а к группе охлажденных – до 7, 5°С – источники Малого Хингана.

Анненские термальные воды приурочены к зоне разлома в эффузивных и туфогенных породах верхнего мела. Запасы при температуре 52-54°С составляют 600 м³ в сутки. Ульские воды выклиниваются в бассейне из палеогеновых андезитов и гранодиоритов.

Выходы вод группы Харпичиканских углекислых источников прослеживаются в зоне разлома верхнепалеозойских кремнистых сланцев. Группа Мухенских углекислых источников находится в долине р. Мухен среди полей базальтов, перекрывающих песчано-глинистые отложения палеоген-неогенового возраста. Сульфатные холодные источники находятся в долине р. Уды и выходы вод приурочены к толще меловых андезитов и диабазовых туфов.

Железистые гидрокарбонатные холодные воды отличаются высоким содержанием железа, от 20 до 100 мг/л. К этому типу относится большинство грунтовых вод вблизи крупных городов Хабаровск, Комсомольск, Биробиджан.

Подземные воды, оказывающие бальнеологическое воздействие на организм человека, называют минеральными. Они подразделяются на углекислые, сульфидные или сероводородные, железистые и мышьяковистые, а также бромистые и йодистые воды; воды с большим содержанием органических веществ; радоновые воды и др.

Контрольные вопросы

1. *Подземные воды. Определения и основные понятия*
2. *Водопроницаемость.*
3. *Влагоемкость.*
4. *Разрушительная деятельность подземных вод*
5. *Полезная деятельность подземных вод*
6. *Районирование Хабаровского края по карстообразованию*

1. 4. ОЗЕРА

1. 4. 1. Общие понятия, классификация озер

Озером называется заполненная водой котловина или впадина земной поверхности, не имеющая непосредственного соединения с морем. Озера – это внутренние водоемы со стоячей или мало проточной водой замедленного водообмена. Озеро образуется в том случае, если приток воды (поверхностных и подземных) в котловину больше потерь воды из этой котловины путем испарения, фильтрации и стока.

Площадь всех озер может быть подсчитана только приблизительно, т.к. поверхность многих из них не постоянна. Принято считать, что общая площадь озер составляет около 1,8 % всей площади поверхности суши.

Озера подразделяются по размеру, по степени постоянства (постоянные и временные, последние заполняются водой лишь во влажные периоды года), происхождению котловины, характеру водообмена, термическому режиму, минерализации, условиям питания водных организмов и т.д.

Водный режим озера зависит от физико-географических факторов, из которых особенно важными являются климатические: осадки и испарение. По этой причине гумидные области Земли – Северо-Западная Европа, север Сибири, Канада – богаты озерами. Но положительный водный баланс и большой сток способствует эрозионному расчленению рельефа, эродированию бортов котловин, заполнению озер наносами. Эрозионное расчленение местности увеличивается с возрастом ее истории. Поэтому в одной и той же климатической области озерность зависит от возраста рельефа. Так, территория с молодым рельефом, например, Валдайская возвышенность, богаты озерами, а Среднерусская – бедна ими. В пустынной Средней Азии площадь озер тоже большая, если считать Каспий, Арал, Балхаш, что не соответствует малому атмосферному увлажнению. Обусловлено это тем, что в аридном климате эрозионные процессы идут слабо, к тому же в силу высокого испарения воды в реках недостаточно для переполнения котловины. Так образуются многочисленные замкнутые озера Казахстана, Средней, Центральной и передней Азии, Тибета, Мексиканского нагорья и Австралии. Следовательно, взаимодействие климата и рельефа в образовании озер не однозначно. Так, граниты Балтийского щита слабо поддаются расчленению. И если учесть влажный климат и послеледниковый возраст рельефа, становится понятным изобилие озер в Финляндии и Карелии.

По *происхождению котловины* озера делятся на плотинные, котловинные и смешанные. *Плотинные* (запрудные) озера возникают в результате перекрытия речной долины горным обвалом, наносами, потоком лавы, ледником и пр., а также искусственные водохранилища. К ним относятся речные, долинные и прибрежные. *Речные* озера могут образоваться при временном пересыхании реки и представляют собой цепочку водоемов, разделенных сухими участками речного русла. Наиболее распространенными речными озерами являются озера в поймах рек. Эти пойменные озера образуются в результате полного отделения от реки проток (рукавов реки) и участков старого русла (стариц). Пойменные

озера и озёрки возникают также вследствие затопления разного рода понижений и впадин, имеющих в поймах рек.

Долинные озера образуются вследствие обвалов горных пород, приводящих к образованию в горной долине запруды. К долинным озерам относятся, например, оз. Рица в Абхазии, образовавшееся в долине р. Юпшары, озеро Сарезское на Памире в долине р. Мургаб. Если ледниковый язык достигает реки и запруживает ее, может также образоваться плотинное озеро. *Прибрежные* озера образуются на морских побережьях в результате отделения от моря мелководных заливов и лиманные озера, возникающие в устьевых частях долин. Это озера Кубанских плавней, лиманы Черноморского побережья. В связи со значительной интенсивностью эрозионных и аккумулятивных процессов и наибольшими размерами, долинные и прибрежные котловины сравнительно быстро заполняются наносами и зарастают.

Среди *котловинных* озёр в зависимости от происхождения котловин различают: тектонические, дефляционные, вулканические, ледниковые, термокарстовые, карстовые, метеоритные, смешанные, органогенные..

Тектонические озера возникают в результате горообразовательных процессов и образуются либо вследствие опускания участков земной коры по линиям разломов (сбросовые, в грабенах), либо в тектонических прогибах и трещинах, и приурочены к тектонически активным линиям. Котловины Ладожского, Онежского, Американские Великие озера (Онтарио, Гурон, Мичиган, Верхнее) образовались на склонах Балтийского и Канадского щитов. Мертвое и Великие Африканские озера Виктория и Ньяса находятся в Сирийско-Африканском разломе, относящимся к рифтовой полосе Индийского океана. Тектонические озера отличаются большими размерами и глубинами. Самое глубокое озеро мира Байкал имеет среднюю глубину 730 м, максимальную – 1637 м, Танганьика -1435 м, все остальные не глубже 1000 м. Близки к тектоническим трещинные котловины озёр Скандинавии, Финляндии, Карелии, Канады. Все они узкие, вытянуты с северо-запада на юго-восток, в Канаде с северо-востока на юго-запад. Котловины занимают тектонические трещины кристаллических массивов, обработанные материковыми льдами.

Мульдовые озерные (мульда – это прогиб или синклиналь с примерно равными длиной и шириной) встречаются повсюду, поскольку прогибы

земной коры распространены широко. Примерами могут служить озера Чад, Эйр, северная часть Каспия, многие озера плоскогорий и нагорий. Котловины сложного тектонического происхождения созданы разнородными движениями земной коры (Каспийское море, озеро Виктория, Титикака, Поопо).

Вулканические озера образуются в кратерах потухших вулканов, во впадинах поверхности застывшей лавы, или в следствие подпруживания рек продуктами вулканизма – лавой, обломками породы, пеплом, например оз. Кроноцкое на Камчатке, оз. Киву в Африке. Распространены вулканические озера в районах современной или древней вулканической деятельности: в Исландии, Италии, Японии, Закавказье, на Камчатке.

Довольно многочисленная группа озерных котловин, которые обобщенно называют ледниковыми. Они могут быть равнинными и горными. Выделяют 5 генетических и морфологических типов ледниковых котловин: эрозионные, холмисто-аккумулятивные, равнинно-аккумулятивные, камовые и морено-запрудные. Происхождение равнинных ледниковых озер связано с последним Валдайским оледенением и с эрозионно-аккумулятивной деятельностью ледника. Ледник выпахивает углубления, которые быстро заполняются водой. Эрозионные ледниковые котловины распложены на крупных кристаллических массивах Кольского полуострова, Карелии, Скандинавии, которые были центрами оледенения. Материковые льды сползали и эродировали тектонические трещины. Следовательно, эти котловины одновременно и тектонические и ледниковые.

Ледниковые холмисто-аккумулятивные озера располагаются среди моренных отложений областей древнего оледенения- в Прибалтике, Канаде, на севере США. Аккумулятивные озерные котловины образовались там, где ледник откладывал морену. Это озера Ильмень, Белое, Чудское и др. Озера имеют сложную форму со многими полуостровами, заливами, островами и проливами (оз. Селигер). В горах ледниковые озерные котловины представлены моренно-запрудными, камовыми и каровыми. Первые образовались так же, как и на равнинах, при запруживании моренной доледниковой долины. Это озера в Альпах, на Кавказе. Камовые (межгребневые) котловины невелики - обычно несколько десятков метров в поперечнике, относительно глубокие. В

каровых котловинах находятся крупные альпийские озера. Каррами называются небольшие округлые котловины возле снеговой линии, выработанные снежниками и ледниками.

Провальные озера – карстовые, суффозионные, термокарстовые возникают под действием подземных вод или при таянии льда в грунте. *Суффозионные* возникают в районах, где подземные воды вымывают и выносят некоторые цементирующие соли и мельчайшие частицы, вызывая просадки (типичны для степной зоны Западной Сибири, Казахстана и Центральной Азии). *Термокарстовые* озера возникают в районах многолетней мерзлоты в замкнутых котловинах, образовавшихся в результате таяния погребенных пластов и льдов (Сибирь, Забайкалье, зона тундры). Все они имеют небольшую глубину и невелики по площади.

Дефляционные или эоловые озера образуются в углублениях, появляющихся в результате выдувания ветром мелких частиц грунта. Эоловые котловины обычно имеют небольшие размеры.

Органогенные котловины возникают на сфагновых болотах тайги, лесотундры и тундры, а также на коралловых островах. Они обязаны неравномерному нарастанию в первом случае мхов, во втором – полипов.

Органогенные озера образуются дамбами из растений внутри сфагновых болот тайги, лесотундры и тундры, или среди коралловых построек (атоллов). Они обязаны неравномерному нарастанию в первом случае мхов, во втором – полипов. *Метеоритные* возникают в результате падения метеоритов (озеро Кали в Эстонии).

В особую группу выделяются озера антропогенного происхождения: пруды, возникающие на местах копей, карьеров.

Смешанные озера – плотинно-котловинные – возникают в результате действия многих процессов. Например, тектонические процессы и деятельность ледника привели к образованию Ладожского, Онежского.

В процессе эволюции озер ведущая роль принадлежит растительности. В распределении ее наблюдается закономерность, выражающаяся в существовании нескольких растительных зон. Ниже всего в литорали на глубине 5—10 м располагается зона подводных лугов и водяных мхов - нежных растений, не требовательных к свету. Выше расположена зона погруженных растений (зона рдестов), вытягивающихся с глубины 3—5 м к поверхности. Вся толща воды здесь

заполнена стеблями рдестов, роголистника, урути. Вентиляция в густом переплете растений затруднена. Днем вода перенасыщена кислородом, ночью возникает его дефицит. Сами растения и населяющие заросли беспозвоночных — черви, моллюски, ракообразные - делают эту зону богатым пастбищем для многих рыб. Некоторые нерестуют, но особенно велико значение этой зоны для развития и роста мальков. Ближе к берегу всю поверхность воды усеивают листья и цветы полупогруженных растений — белых кувшинок, водяной гречихи, плавающего рдеста. Эти растения могут укореняться до глубины 2,5—3,0 м. Закрывая поверхность воды, они препятствуют обмену газами между водой и атмосферой.

Еще ближе к берегу над водой возвышается зона надводных растений – тростников, камышей, рогозов. Своими стеблями тростники могут уходить под воду до 2 м, а возвышаться над ней на 3 м и более. Эти растения противостоят ударам волн и предохраняют берег от размыва. Отмирая, они дают грубые донные отложения. Выше по дну развиваются невысокие земноводные растения, обычно не заходящие в воду глубже, чем на метр: хвощ, осоки, ежеголовка, желтый ирис, стрелолист, частуха. В этой зоне нерестится большинство рыб, рано мечущих икру в более прогретой воде мелководья. Вблизи уреза воды располагаются влаголюбивые растения, затопляемые во время половодья, и живущие на суше после спада уровня. Кроме осок здесь растут незабудки, лютики. Наряду с макрофитами в прибрежье велико значение микроскопических водорослей, стремительно размножающихся и пополняющих запасы органического вещества озер.

По происхождению *водной массы* озера делятся на реликтовые или остаточные и озера наземного происхождения. Реликтовые - это части Мирового океана, сравнительно недавно отделившиеся от него. Например, Каспийское озеро 4 000 лет назад соединялось проливом с Азовским морем. Такого же происхождения Ладожское, Онежское озера. Раньше они были частью Иольдиевского моря, простиравшегося на месте современного Балтийского моря. В некоторых из них даже сохранились особые виды фауны. Озера наземного происхождения никогда не были связаны с Мировым океаном, и воды в них накопились за счет атмосферных осадков и грунтового питания.

Большинство озер располагается группами, образуя целые озерные страны. Например, на территории Финляндии находится около 35 000 озер, покрывающие 15% площади страны.

Высотное расположение озер очень разнообразно. В Тибете есть озеро Хорпатсо на высоте 5465 м. Многочисленные крупные озера Тибета на высотах 4500-5300 м занимают днища тектонических впадин. Самое высокое озеро на Кавказе находится на высоте 3 600 м. Мертвое озеро расположено на 392 м ниже уровня моря.

По площади озера делятся на малые- до 1 км², средние – от 1 до 1000 км², большие – более 1000 км². 99 % всего числа озер приходится на малые озера. В бассейне Нижнего Амура насчитывается около 24 тысяч озер. Наибольшее количество их отмечается в районах: Ульчском - 5 тысяч, им П. Осипенко - 3,5 тысячи, в Верхне-Буреинском - 3,4 тысячи.

Различают 4 стадии в развитии озер.

1. Стадия юности – первоначальный рельеф котловины остается неизменным.

2. Стадия зрелости - вокруг озера появляется береговая отмель, а при впадении рек формируются дельты, но отдельные неровности дна котловины еще не заполнены наносами.

3. Стадия старости - озеро окружено склонами дельт и осыпями береговых отмелей; аллювиальные отложения повсеместно распространены и выравнивают озерную котловину.

4. Стадия угасания и отмирания - когда озеро мелеет настолько, что центральная донная равнина располагается почти вровень с береговыми отмелями и непосредственно переходит в них (склонов осыпей уже нет). Водная растительность распространяется повсеместно, переходит из подводной в надводную (болотную), и озеро превращается в болото. П

Питание и водный баланс озер. Питание озер происходит поверхностными и подземными водами. Основными источниками питания являются атмосферные осадки, выпадающие на поверхность озера, приток речных вод, конденсация водяных паров воздуха на поверхность озера. Конденсация водяных паров из атмосферы в питании озер составляет ничтожную долю и наблюдается в то время, когда температура поверхностных слоев воды в озере ниже температуры воздуха. Подземное

питание осуществляется за счет притока подземных вод, и бывает значительным для карстовых районов.

Расход (убыль) воды из озера происходит путем испарения, а также путем поверхностного и подземного стока. Кроме того, часть воды из озера может быть изъята для хозяйственных нужд человека. Испарение зависит от климатических условий, оно тем больше, чем суше климат. Для некоторых озер испарение является основным видом потерь воды (например, озера Каспийское, Аральское и др.). Поверхностный сток определяется количеством воды, забираемой вытекающими из него реками

Все озера по характеру водообмена делятся на сточные и бессточные. Сточные озера имеют постоянный сток в виде вытекающих из них рек. Они располагаются в основном в районах влажного и умеренного климата, например, Байкал, Ладожское, Виктория, Великие озера США и др. Бессточные озера не имеют вытекающих рек, и расход влаги из них происходит путем испарения. Располагаются они в засушливых районах. По условиям питания поверхностными водами все озера разделяются на:

- приточные, имеющие поверхностный приток в виде рек и ручьев;
- бесприточные, не имеющие притоков;
- приточно-сточные, имеющие впадающие и вытекающие реки. Частным случаем такого рода озера являются проточные озера, например Зайсан, Боденское, Чудское. Чудское озеро является как бы уширением р. Великой.

Уровенный режим озер. Колебания уровня воды в озере обусловлены, главным образом, изменением приходной и расходной частей его водного баланса. Различное соотношение прихода и расхода воды вызывает изменение объема озера, а значит, и его уровня. Изменение уровня в озерах происходит также под воздействием ветра (сгонно-нагонные явления), хотя объем воды при этом не изменяется. На величину колебаний уровня воды в озере оказывает влияние величина его зеркала и характер берегов (крутые или пологие). Озера с малой площадью зеркала и крутыми берегами характеризуются большими колебаниями уровня воды в сравнении с озерами большей акватории и с пологими берегами. Соотношение между приходом и расходом воды в озере в течение года меняется, и поэтому наблюдаются сезонные колебания уровня воды, типичные для разных климатических зон. Кроме этого, на озерах также

отмечаются вековые колебания уровня. Иногда несколько лет подряд наблюдаются многоводные годы, после которых устанавливаются маловодные с понижением уровня воды в озере. Многолетняя амплитуда колебаний уровня в озерах различна и составляет для Ладожского озера - 2,9 м, Аральского-3,2 м, Ильмень – 7,4 м.

К динамическим явлениям на озерах относятся временные и постоянные движения водных масс в виде волн и течений. Под влиянием ветра на поверхности озера образуются волны, размер которых зависит от силы, направления и продолжительности действия ветра, размеров и глубины озера. Большие волны на озерах возникают под действием сильных, устойчивых по направлению ветров, дующих над большими водными пространствами в течение длительного времени. Обычно волнение представляет собой ряд валов, чередующихся со впадинами, движущихся в одном направлении. Вершины валов называются гребнями, а основания впадин - подошвами. Различают такие элементы волны:

- высоту h , м - расстояние по вертикали между гребнем и подошвой;
- длину L , м - расстояние по горизонтали между смежными гребнями или подошвами волн;
- период волны T , сек. - время, за которое волна проходит расстояние, равное ее длине;
- крутизну волны k - отношение высоты к половине длины;
- скорость движения волны v м/сек - расстояние, которое проходит любая точка волны за единицу времени.

Высота волн бывает различной: для озер Байкал и Телецкого достигает до 4 м и более, для оз. Онежского- 2,5-3 м, для Великих Американских озер -5 -6 м, для малых озер не превышает 0,5 м. Волны, особенно в неглубоких водоемах, вызывают перемешивание водных масс, разрушают берега озерной котловины и способствуют обмелению озера. Нарушение равновесия водных масс в озере вызывает появление течений. Это происходит под влиянием ветра, под влиянием впадающих в озеро и вытекающих из него рек, а также вследствие неравномерного нагревания и охлаждения масс воды в отдельных его частях.

Ветровые течения зависят от скорости, направления и продолжительности действия ветра. В зависимости от направления ветра

вблизи берегов наблюдается подъем или понижение уровня, т. е. сгонно-нагонные колебания различной величины. Например, в мелководных заливах Аральского моря нагоны бывают до 2,1 м, на Онежском озере - до 25 см, на Байкале - до 5 см. При сгонах и нагонах создается наклон уровенной поверхности озера и нарушается равновесие водных масс в озере, для восстановления которого возникает глубинное компенсационное течение с направлением, обратным действию ветра. В небольших и мелких водоемах при длительном ветре наблюдается вертикальная циркуляция водных масс до самого дна. На больших озерах при наличии постоянно действующих ветров возникают постоянные течения, называемые дрейфовыми, например в оз. Иссык-Куль.

Течения, обусловленные притоком и оттоком речных вод, называются речными, или стоковыми. Впадающие в озеро реки создают в устье повышение уровня; в месте, где река вытекает из озера, наблюдается понижение уровня. При этом создается уклон водной поверхности озера, который приводит к образованию течения; скорость этого течения зависит от соотношения объема воды в озере и количества воды, приносимого впадающей рекой и уносимого вытекающей. В проточных озерах, которые нередко являются как бы расширением реки, объем невелик по сравнению с объемом стока впадающей и вытекающей реки; в таких озерах наблюдается течение, аналогичное речному, но с меньшими скоростями. В больших озерах стоковые течения незначительны и наблюдаются только на участках, непосредственно прилегающих к истоку и к устью рек. Течения *конвекционные* (термические) возникают в озерах в результате неравномерного нагревания или охлаждения водных масс, что обуславливает различную их плотность.

Если впадающие в озеро реки имеют более низкую температуру своих вод, то воды их опускаются на глубину до слоя с одинаковой температурой и плотностью. При этом происходит вертикальное перемешивание слоев в озере и образуется течение. Аналогично возникает течение (гидростатическое конвекционное) при впадении в озеро реки со значительным количеством наносов, которые увеличивают удельный вес воды. Такого рода течения затрудняют замерзание водоема.

Морфология озерной котловины. Часть озерной котловины, заполненная водой, до высоты наибольшего уровня, называется озерным

ложем; оно имеет склоны и дно. В озерном ложе различают береговую и глубинную области. В береговой зоне преобладают процессы разрушения горных пород под действием волнового прибоя, глубинная область является зоной аккумуляции. Береговая зона состоит из трех зон: берега, побережья и береговой отмели. Берег – это часть суши, окаймляющая озеро в виде склонов различной крутизны. Побережье – это зона прибоя. Часть этой зоны, вплотную прилегающая к берегу и покрываемая водой только при бурном волнении называется сухим побережьем. Часть, затопляемая периодически при подъеме уровня, называется затопляемой, часть побережья, находящаяся постоянно под водой, называется подводной. Береговая отмель – это подводная терраса, спускающаяся вглубь и ограниченная подводным откосом. Побережье и береговую отмель называют литоралью. Нижняя граница литорали обычно определяется глубиной действия волны, иногда границей проникновения солнечных лучей, лимитирующих зону распространения зеленой растительности. Глубина литорали не превышает нескольких метров. Глубинная часть озера или профундаль, занимает наиболее глубокую часть дна, недоступную волнению. Переходную часть между литоралью и профундалью называют сублиторалью.

К числу *морфометрических* характеристик относят площадь озера, длину, ширину, глубину, степень извилистости береговой линии, объем воды в озере, уклон склонов озера. Площадь озера – это площадь его водной поверхности без островов. Она изменяется в зависимости от колебаний уровня воды в озере. Длина озера – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками берегов считая по водной поверхности. Ширина озера. Различают максимальную ширину, определяемую как расстояние между наиболее удаленными точками в перпендикулярном направлении к линии его длины, и среднюю ширину как отношение площади озера к его длине. Коэффициент извилистости береговой линии определяется как отношение длины береговой линии к длине окружности круга, площадь которого равна площади озерной поверхности. Объем воды в озере определяется по плану озера в изобатах. Средняя глубина озера определяется отношением объема воды к величине площади зеркала. Максимальная глубина озера определяется путем выборки из данных промеров глубин.

1. 4. 2. Деление озер по степени минерализации и питательности.

Газовый состав озер

Богатство горных пород и почв кальцием создает относительно высокую минерализацию грунтовых, речных и озерных вод, их жесткость и щелочную реакцию. В местах, где близко к поверхности залегают соленосные пласты, формируются соленые озера. В зонах с недостаточным увлажнением речные и особенно грунтовые воды, впадающие в озера, всегда содержат соли, и озерные воды постепенно засоляются. При прохождении через известняки воды обогащаются солями кальция и натрия, а черноземные, каштановые и особенно солонцеватые почвы способствуют общему увеличению солей в воде. Вода, циркулирующая в базальтах, обогащается кремнием, кальцием. Количество содержащихся в воде растворенных веществ называется общей минерализацией.

В одних и тех же зональных условиях степень засоленности водоема зависит от его возраста и морфологии котловины. В степях Западной Сибири находятся как соленые, так и пресные озера. Первые занимают большие котловины и существуют в течение всего послеледникового времени. Пресные озера молодые. Своеобразна соленость оз. Балхаш: в западной части, куда впадает река Или, озеро пресное, а в восточной, лишенной притоков, - солоноватое. Озеро Чад, несмотря на то, что находится в полупустыне, имеет пресную воду из-за наличия подземного стока. Могильное озеро на острове Кильдин, находящееся в зоне с избыточным увлажнением, имеет с глубины 5 м соленую воду. Это связано с просачиванием морских вод по песчано-гравийному грунту перемычки между озером и морем.

По степени минерализации озера разделяются на пресные и минеральные. Сточные озера бывают обычно пресными, в них преобладают ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и HCO_3^- , а ионы Na^+ , K^+ , Cl^- и SO_4^{2-} встречаются в малых количествах. Озеро Онежское, например, имеет минерализацию наименьшую из всех пресных озер, равную 30-40 мг/л. В озерах Байкал, Телецкое, Ладожское она составляет 70-90 мг/л. Озеро Иссык-Куль имеет минерализацию 3,6-6,7 г/л. Мертвое море отличается наибольшей минерализацией, равной 204-310 г/л. В Мертвое море из р. Иордан иногда заплывает рыба, но она быстро гибнет. Борные озера, наряду с

перечисленными солями, содержат буру ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Борные озера встречаются на Тибете, в калифорнии, Неваде.

Озера по степени минерализации не остаются постоянными. Бессточное озеро в сухом климате быстро засоляется, а соленое озеро, получая сток, может постепенно опресниться. Например, оз. Гусиное в Забайкалье и 50-х годах XIX века было соленым, теперь же является пресным.

Среди минеральных озер различают:

- соляные (хлоридные), в воде которых растворены соли соляной кислоты NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , KCl . Распространены в Крыму, Кулундинской степи, Поволжье;
- горько-соленые (сульфатные) имеют в растворе соли серной кислоты Na_2SO_4 , CaSO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 , встречаются в Кулундинской степи, Крыму, на Кавказе, в пустынях Средней Азии;
- содовые озера, в водах которых растворен углекислый натрий Na_2CO_3 , распространены в Кулундинской степи, в Забайкалье (Доронинское озеро), в Якутии.

В некоторых озерах с водами, перенасыщенными растворенными солями, соли постепенно выпадают в виде осадка на дно водоема, образуя пласты. Такие озера называются самосадочными, например озера Эльтон, Баскунчак, где соленость достигает 280 г/л, и в них добывают соль.

Пресные озера *по питательности* содержащихся в их водах веществ разделяются на три типа.

Олиготрофные (малопитательные) озера, в которых содержится мало питательных веществ, поэтому воды их бедны фитопланктоном. Отложения на дне озера не содержат органических веществ и не требуют кислорода для окисления, поэтому кислород равномерно насыщает всю толщу воды в озере. Вода таких озер имеет большую прозрачность, синий и зеленый цвет. К таким озерам относятся Женевское, Боденское, Байкал.

Эвтрофные (питательные) озера, воды их богаты содержанием питательных веществ, характеризуются интенсивным развитием фитопланктона и высших водорослей. Последние, развиваясь в большом количестве, полностью потребляются животными. При этом на дне озера происходит отложение отмерших растений, которые для

окисления требуют много кислорода. Поэтому количество кислорода в озере резко уменьшается ко дну.

Дистрофные – непитательные озера располагаются среди болотных ландшафтов, содержат очень много гуминовых кислот, но мало питательных веществ. Количество кислорода незначительно, фитопланктон и высшие водоросли имеют слабое развитие. Воды таких озер малопрозрачны, желтого, бурого и коричневых цветов.

Олиготрофное озеро может к зрелости перейти в эвтрофное. Дистрофирование озер может происходить при зарастании мхами.

Кроме солей, в водах озер содержатся *растворенные газы*: кислород O_2 , углекислый газ CO_2 и сероводород H_2S , наличие которых, особенно кислорода и двуокиси углерода, имеет огромное значение для развития органической жизни в озерах. Количество растворенных газов зависит от температуры воды, минерализации, и атмосферного давления. Поэтому газовый режим озера различен для поверхностных и глубинных слоев.

В глубинные слои озера газы поступают непосредственно из атмосферы только в период перемешивания слоев воды; когда перемешивание слоев отсутствует, газы из атмосферы поступают на глубину путем диффузии. Обогащение озерных вод кислородом O_2 происходит за счет атмосферы, а также путем выделения его при биологических процессах. Расходуется кислород на выделение в атмосферу, при его избытке в воде, на дыхание живых организмов, на окисление органических остатков и неорганических соединений, например, железа. Двуокись углерода, которая поступает из втекающих вод, выделяется при дыхании организмов и разложении органических остатков, при растворении известковых пород дна, определяет существование в озере органической жизни, поскольку она является источником углерода, идущего на построение первичной клетки. Основным источником сероводорода является выделение при разложении остатков органического вещества. Накоплению этого дурно пахнущего газа способствует слабая вентиляция вод и отсутствие в воде кислорода.

1. 4. 3. Прозрачность и цветность озер. Органическая жизнь озер

Прозрачность озерной воды определяется инструментально с помощью специального диска; она измеряется глубиной в метрах, на которой диск перестает быть видимым наблюдателем. Прозрачность изменяется по сезонам в зависимости от питания озера, наличия в нем примесей - взвесей, развития в нем органической жизни, а также зависит от глубины водоема. Для озер умеренных широт наибольшая прозрачность наблюдается зимой и наименьшая весной, когда в озеро поступают насыщенные взвешенными частицами талые воды, и летом, в период наибольшего развития органической жизни.

Глубокие озера обладают большой прозрачностью, например, для оз. Байкал она составляет 40 м, Телецкого — 22 м, Севан — 21 м, Иссык-Куль—20 м. В мелких озерах прозрачность уменьшается за счет взмучивания воды при волнении. Если в озера попадают болотные воды, насыщенные органическими гуминовыми кислотами, прозрачность озерных вод резко падает; то же наблюдается в водоемах с большим развитием органической жизни.

Цвет воды в озерах определяется попутно с определением прозрачности с помощью специальной шкалы цветности. Цвет озерной воды отличается большим разнообразием. Он зависит от растворенных веществ, минеральных частиц, находящихся во взвешенном состоянии, и от наличия микроорганизмов растительного и животного происхождения, населяющих водоем, которые по-разному поглощают и рассеивают свет. Озера с чистой водой имеют синий цвет (так как синие лучи больше всего рассеиваются), к ним относятся горные озера Иссык-Куль, Кара-Куль, Севан, а также оз. Байкал и Аральское. Зеленоватый оттенок вода приобретает от растворенной извести; желто-зеленый цвет имеют большие озера со значительным количеством органических веществ; бурый и коричневый цвет имеет вода в северных озерах, насыщенных гуминовыми соединениями. Так же как и прозрачность, цвет озерной воды может изменяться в течение года в разные сезоны, и он неодинаков в различных частях озера. Например, Телецкое озеро в открытой части зеленого цвета, а у берегов - желто-зеленого. Диатомовые водоросли придают воде желтоватый цвет, а некоторые бактерии - красный и малиновый.

В застойных озерах перемешивание воды происходит только в верхних слоях. Из-за отсутствия вертикальной циркуляции и интенсивного разложения органического вещества в придонных слоях возникает сероводород, углекислый газ, метан.

Развитие *животной жизни* проявляется наиболее интенсивно в небольших и неглубоких озерах, имеющих умеренную минерализацию и достаточное количество растворенных питательных солей, особенно нитратов и фосфатов. В глубоких, холодных озерах с незначительной минерализацией и малым количеством питательных солей развитие органической жизни затруднено. Органическая жизнь в озерах определяется и температурой воды, которая зависит от интервала высот, конфигурации и глубины озера и изменяется от 0 до 25⁰С. Озера, питающиеся из ледников и снежников, имеют более низкую температуру, чем вода в озерах, имеющая на своих берегах постоянные скопления снега и льда. Почти для всех озер характерна температурная стратификация, т.е. расслоение водной массы на несколько горизонтов, обладающей различной температурой, и вследствие этого различной плотностью. Стратификация озерной воды имеет важное гидробиологическое значение.

Живые организмы в озерах в зависимости от условий их передвижения и зон распространения разделяют на три основные группы:

- Планктон - микроскопические растительные (фитопланктон) и животные (зоопланктон) организмы (водоросли, простейшие, ракообразные), которые, находясь во взвешенном состоянии, пассивно перемещаются вместе с водой;
- Нектон - организмы, самостоятельно передвигающиеся в воде, - это рыбы и ракообразные, питающиеся планктоном;
- Бентос - организмы, живущие на дне озера, это черви, моллюски, прибрежные растения.

Использование озер в народном хозяйстве. Озерная котловина постепенно заполняется отложениями из наносов, приносимых реками и от разрушений озерной котловины, отмирания животных и растительных организмов. Различают:

- механическое, образующееся за счет наносов и волнового прибоя;
- органогенное - при отмирании озерной фауны и флоры;
- химическое - за счет выпадающих осадков и солей.

Озерные отложения особенно последних двух групп, широко используются в народном хозяйстве.

Из органогенных отложений наибольшее значение имеет сапропель или гниющий ил, имеющий сметанообразную консистенцию, образующийся в результате неполного разложения животных и растительных остатков. К сапропелевой группе относятся битуминозные сланцевые глины и известняки, нефтесодержащие сланцы, которые используются в химической промышленности для получения бензина, керосина. К органогенным отложениям относятся диатомиты - рыхлые породы, образующиеся из кремниевых скорлупок диатомовых водорослей, имеющих промышленное значение как строительный материал. К химическим отложениям относятся различные соли: поваренная оз. Эльтон, Баскунчак, глауберова (Кара-Богаз-Гол). В озерах, богатыми карбонатами, образуется мел. Ну и главное – это использование для водоснабжения и как транспортные магистрали Знаменитая ледовая дорога через ладожское море спасла много жизней в блокадном Ленинграде. С декабря 1941 по апрель 1942 по ней были перевезены миллионы тонн груза.

Контрольные вопросы

1. *Озеро: Определение. Плотинные озера*
2. *Озеро: Определение. Котловинные озера*
3. *Озеро: Определение. Смешанные озера. Высотное расположение озер*
4. *Деление озер по происхождению водной массы. Высотное расположение озер*
5. *Деление озер по степени минерализации. Пресные озера*
6. *Деление озер по степени минерализации. Соленые озера*
7. *Деление озер по характеру водообмена*
8. *Растворенные газы озер*
9. *Морфология озерной котловины*
10. *Морфометрические характеристики озера*
11. *Прозрачность озер*
12. *Цветность озер*
13. *Животная жизнь озер*

1. 5. Водохранилища и болота

Водохранилищами называются искусственные озера плотинного типа. Водохранилища создаются разными путями, но крупные водохранилища образуются в результате преграждения рек плотинами и затопления

речных долин. По морфологии ложа, водохранилища делятся на долинные и котловинные или озерные. К котловинным водохранилищам относятся подпруженные (зарегулированные) озера и водохранилища, расположенные в изолированных низинах и впадинах, а также в искусственных выемках. Небольшие водохранилища площадью менее 1 км² называют прудами. По способу заполнения водой водохранилища бывают запрудные, когда их наполняет вода водотока, на котором они расположены, и наливные, когда вода в них подается из рядом расположенного водотока или водоема. К ним относятся водохранилища гидроаккумулирующих электростанций. По географическому положению водохранилища делятся на горные, предгорные, равнинные и приморские.

Водоохранилища, созданные на Волге, например, Рыбинское, Куйбышевское, имеют столь большие размеры, что называются морями. Создание водохранилищ предусматривает задержание и накопление поверхностных вод с целью их дальнейшего использования в различных отраслях хозяйства: для получения электроэнергии, орошения, водоснабжения, водного транспорта.

Плотины строились на протяжении тысячелетий – для защиты от паводков, выработки энергии. До 1900 г. в мире было всего 41 водохранилище объемом более 100 млн. м³. В период 1901-1950 гг. построено 540 водохранилищ. С 1950 г. строительство плотин резко возросло, в связи с увеличением населения и ростом экономики. Для обеспечения растущих потребностей в воде и энергии было построено 45 000 больших плотин. В настоящее время почти половина рек в мире имеют как минимум одну крупную плотину. Половина больших плотин в мире были построены исключительно или в основном для орошения. До 40 % поливных земель в мире орошается водой из плотин. До 30 % строительства плотин тратится на переселение населения. По предварительным оценкам от 40 до 80 млн. человек в мире были вытеснены водохранилищами со своих мест проживания. По количеству плотин в мире на первом месте стоит Китай – 22 000 (45 %), Затем США – 6 575 (14 %), Индия - 4 291 (9 %), Япония 2675 (6 %), в создано России 2 300 водохранилищ. Крупнейшие по площади зеркала водохранилища в мире приведены в таблице 2.

Таблица 2

Крупнейшие водохранилища мира

№ п/п	Название	Страна	Площадь, км ²
1	Озеро Вольта	Гана	8482
2	Озеро Смоллвуд	Канада	6527
3	Куйбышевское водохранилище	Россия	6450
4	Озеро Кариба	Зимбабве, Замбия	5580
5	Бухтарминское водохранилище	Казахстан	5490
6	Братское	Россия	5426
7	Озеро Насер	Египет, Судан	5248
8	Рыбинское водохранилище	Россия	4580

Первые существующие до наших дней небольшие водохранилища были сооружены в конце ХУП — начале ХУШ в. в Карелии, Центральном районе и на Урале. Они продолжали там же создаваться и в ХУШ и ХІХ веках. В 1913 г на 1 человека в России приходилось 13 часов, в США – 20 часов вырабатываемой ими электроэнергии. После введения плана ГОЭЛРО, который сыграл решающую роль, мы вышли на 3 место по производству электроэнергии. В настоящее время значительное количество водохранилищ существует лишь в Центрально-Черноземном районе (48 % по объему). Однако практически весь современный фонд водохранилищ создан за советский период, причем преимущественно в послевоенный. В это время были построены почти все крупные водохранилища. Крупномасштабное гидротехническое строительство, в том числе сооружение водохранилищ, обусловлено тем, что реки в естественном состоянии не могут уже удовлетворить сильно возросшие хозяйственные и социально-бытовые нужды.

Водоохранилища используются в России, как в узкоотраслевых, так и в межотраслевых целях. Главные виды их использования - гидроэнергетика, теплоэнергетика, ирригация и водоснабжение. Равнинные водохранилища, особенно на Волге, Каме, Енисее имеют большое значение для речного транспорта, улучшения судоходных условий. Существенна роль некоторых крупных водохранилищ для рыболовства, борьбы с наводнениями. В густонаселенных районах (Центр, Поволжье, Урал) водохранилища - основная база водных рекреаций. Примерно 100 водохранилищ обеспечивают водой тепловые и атомные электростанции.

Лесосплав на многих реках страны не был бы возможен без создания в их верховьях специальных водохранилищ (Ондозерское, Сундозерское, Ведлозерское, Водлозерское, Вельевское, Березайское и ряд других) и комплексных водохранилищ (Братского, Красноярского, Кубенского, Сегозерского, Верхнетуломского и др.), осуществляющих лесосплавные попуски. Определенную пользу для лесосплава в плотках и на судах приносят водохранилища и их каскады на Каме, Волге, Ангаре, Свири, и др., поскольку подпор увеличивает их пропускную способность.

Из специальных водоснабженческих водохранилищ осуществляется коммунально-бытовое (питьевое и хозяйственное) водоснабжение большинства крупных городов и городских агломераций, в том числе Московской агломераций (Иваньковское, Москворецкое и Вазузское водохранилища), Свердловска, Челябинска, Нижнего Тагила (система водохранилищ на Чусовой, Исети, Миасе и др.), Тулы и др. Следует, однако, сказать, что часть указанных городов могла бы быть обеспечена водой и без создания комплексных водохранилищ (например, Красноярск, некоторые волжские города и др.).

Для борьбы с наводнениями большое значение имеют немногие водохранилища Дальнего Востока (Зейское, Бурейское). Уменьшают ущербы от наводнений и многие другие водохранилища, в том числе волжские, енисейские. Большая изменчивость месячных сумм осадков снижает выработку электроэнергии ГЭС. Большие паводковые воды, мощные ливневые осадки являются факторами, осложняющими условия строительства и эксплуатации ГЭС. Если фактический объем притока оказывается больше среднего многолетнего, это приводит к холостым сбросам воды и потере ее как ресурса дешевой энергии. Если же фактический объем притока окажется меньше нормы, то водохранилище ГЭС окажется незаполненным до нормального уровня, и станция будет вынуждена определенное время работать при пониженном напоре. Это значит, что при том же расходе воды ГЭС вырабатывает меньше энергии. Особенно важны колебания притока, вызывающие изменения уровня воды, для малых ГЭС. Чрезмерное его повышение или понижение могут привести к повреждению турбин или береговых опор.

Распределение гидроэнергоклиматических ресурсов по территории РФ неравномерно. Оптимальные климатические условия для работы ГЭС

складываются в Амурской области (18-20 у. е.), Приморском крае, южной части Хабаровского края, на Сахалине и Камчатской области. В этих районах Дальнего Востока преобладает муссонный тип климата, при котором количество жидких осадков достаточно велико (500-700 мм в год) а режим их выпадения относительно стабилен. Запас воды в снеге здесь сильно изменяется по территории (от 100-250 мм в Приморском крае до 1000 мм на Камчатке). Велики климатические ресурсы для работы ГЭС и в горных районах (Республика Алтай). Здесь они доставляют 15-18 у. е.

В центральных районах европейской части России и Западной Сибири гидроэнергетические климатические ресурсы принимают средние для России значения (13-15 у. е.). К побережью Северного Ледовитого океана они убывают до 5 у. е. Это объясняется уменьшением здесь количества жидких осадков до 100-200 мм в год. Невелики климатические ресурсы этого типа в Восточной Сибири, на юге Западной Сибири и в южных районах европейской части России (5-10 у. е.), т. е. там, где количество жидких осадков не превышает 200 мм, а запас воды в снеге здесь составляет 100-250 мм. Минимальные климатические ресурсы для работы ГЭС отмечаются в Астраханской области. Здесь они не превышают 2 у. е.

Анализ данных о социально-экономическом и природоохранном значении водохранилищ показывает, что малые, небольшие и средние из них, несмотря на небольшой удельный вес в суммарных показателях, играют важную роль в решении не только местных, но и межрайонных социально-экономических проблем.

Влияние антропогенеза в связи со строительством и эксплуатацией водохранилищ чрезвычайно велико. Известно, что водохранилища в Средней Азии настолько увеличивают соленость воздуха и почв, что для рассоления последних на каждый процент повышения концентрации необходимый объем воды должен составлять десятки кубических метров.

Считается, что зона активного климатического воздействия прямо пропорциональна площади водохранилищ, и чаще всего распространяется в сторону суши на расстоянии 0,5-12 км от береговой линии, на сибирских водохранилищах на 2-5 км, на Амурских 0,5-1 км. В наибольшей мере влияние водохранилищ сказывается на величине радиационного баланса поверхности, температуре и влажности воздуха, скорости и повторяемости ветров различных направлений. Влияние на микроклимат прибрежной

зоны неодинаково в течение года. Температура и влажность воздуха в период ледостава практически не отличается от наблюдаемых в естественных условиях, в мае, июне и сентябре, т.е. в период посадки и сбора сельскохозяйственных культур, температура ниже на 1,5-3,0°C, из-за чего увеличиваются потери урожая. Продолжительность ледоставного периода на севере увеличивается до 40 дней, на юге до 15 дней. Волновая переработка береговой линии требует бетонирования, а это огромные деньги. Посадка деревьев для укрепления берега в наших условиях не даст большого эффекта из-за низкой приживаемости. Дело в том, что гидрогеологические изменения прилегающей к водохранилищам суши выражается в резком подъеме уровня грунтовых вод. В районе водохранилища этот уровень по геоморфологическим признакам сам по себе достаточно высок, и даже ива плохо переносит такое качество и количество подземных вод.

При сооружении водохранилища следует учитывать возможность его заиления, главным образом за счет речных наносов, отлагающихся вследствие снижения скоростей течения в реке при возведении плотины. Известны случаи, когда водохранилища, сооруженные без достаточного учета режима наносов, заилились в течение 5-10 лет. Отношение полного объема водохранилища к речному стоку составляет 27 %, это выше, чем в среднем для всего мира (14 %). Все эти цифры свидетельствуют о слабом и даже в определенном смысле нерациональном использовании природных ресурсов. В перспективе роль малых, небольших и средних водохранилищ будет возрастать как из-за ограничения строительства крупных водохранилищ в равнинных и предгорных регионах, так и вследствие интенсивного развития многих малых городов и поселков. Для этого необходимо создание небольших децентрализованных систем орошения в зоне неустойчивого увлажнения (в степной и лесостепной зонах) и вблизи крупных городов в лесной зоне для гарантированного производства овощей и кормов.

Болотом называется участок земной поверхности, характеризующийся избыточным увлажнением верхних слоев грунта в течение большей части года, наличием процесса торфообразования и специфической болотной растительностью и характеризующийся соответственным почвообразовательным процессом. Слой торфа на болоте

имеет толщину, при которой живые корни основной массы растений не достигают подстилающего минерального грунта. При малой толщине торфа корни большинства растений произрастают в минеральном грунте. Такие пространства называются заболоченными землями, и они являются начальной фазой формирующихся болот. В зависимости от состава растительного покрова ботаники делят болота на лесные, кустарниковые, моховые и травяные

Первые болота появились 400 млн. лет назад, в девонском периоде. Наибольшего расцвета они достигли в каменноугольном периоде. Растительный покров карбоновых болот – древовидные папоротники, хвощи, плауны – был тем материалом, из которого образовался каменный уголь. В течение этого периода накопилось 23 % всех мировых запасов угля. Современные болота – результат многомиллионной эволюции.

Образование болот происходит в следующих случаях.

1. При залегании вблизи поверхности земли водоупорного слоя и наличии значительного количества атмосферных осадков.

2. Интенсивное заболачивание происходит в местах лесных рубок и пожаров. Болота могут возникнуть не только в низинах, но и на возвышенных местах.

3. Заболачивание происходит вследствие затрудненного стока вод с речных долин в русла рек из-за малых уклонов или наличия береговых валов овражных выносов.

4. Небольшие болота формируются у подножия склонов речных долин при наличии выхода грунтовых вод и развития болотной растительности.

5. На водоразделах болота могут образоваться в мелких впадинах, в местах выноса грунтовыми водами из-под слоя глины растворимых солей или мелкопесчаного грунта.

6. Интенсивное заболачивание земель наблюдается в районах вечной мерзлоты. Она является водоупорным слоем, над которым происходит переувлажнение грунта за счет скапливающихся почвенных вод.

Нередко болота возникают в результате деятельности человека, например, при неудачном расположении плотин, когда наблюдается повышение уровня грунтовых вод, подтопление земель и в дальнейшем их заболачивание. Болотообразованию и накоплению торфа способствует такое сочетание водного и теплового режима, при котором прирост

растительной массы преобладает над разложением отмершей растительности. Поэтому в зоне избыточного увлажнения умеренного климата наблюдаются болота с толщиной торфа, достигающей 8-9 м.

По характеру болотной растительности и роду питания болота подразделяются на три основные группы: низинные (эфтрофные), переходные (мезотрофные) и верховые (олиготрофные). *Низинные* (травяные) болота появляются при зарастании водоемов; они распространены в поймах рек, берегов озер, в понижениях рельефа и называются так по занимаемому ими положению. Эти болота покрыты богатой травяной растительностью: различного рода осоками, тростником, камышом, зелеными мхами. Они получают обильное питание за счет грунтовых и паводочных вод.

Переходное болото образуется при увеличении уровня накопления торфа. Питание грунтовыми водами ослабевает, а количество минеральных питательных веществ в болоте уменьшается. Это приводит к постепенной замене травяной растительности менее прихотливыми к питанию зелеными гипновыми мхами, кустарниками и древесной растительностью (черная ольха, береза).

Верховые болота на территории нашей страны по площади и запасам торфа преобладают над всеми другими типами болот и составляют 40 % всех торфяных болот мира. Верховое болото – это дальнейшее накопление торфа, приводящее к тому, что переходное болото совершенно теряет связь с грунтовыми водами и получает питание только за счет атмосферных осадков. Количество питательных веществ в болоте уменьшается, в результате чего распространяются самые неприхотливые к питанию белые сфагновые мхи и кустарнички (вереск, багульник и пр.), встречается угнетенная сосна. Торфонакопление идет в центре быстрее, чем у краев, где интенсивнее процессы разложения растительных остатков. Иногда центральная часть болота возвышается над окраинными частями его на 7-8 м. Моховые болота быстро разрастаются вширь и занимают большие пространства, располагаясь как на водоразделах, так и на склонах.

Материалы, приводимые в литературе, показывают, что понятие «болото» и «заболачивание» толкуется разными группами исследователей - болотоведов по-разному. Следует отметить, что в отечественном почвоведении понятие «болотная почва» исходит из более узкого

понимания болота, чем в приведенном выше официально принятом определении. Для болотных почв обязательным признаком является наличие с поверхности горизонта аккумуляции полуразложившегося или неразложившегося органического вещества той или иной мощности. Понятие «заболачивание» широко используется в болотоведении и в почвоведении. В понимании болотоведов – это наступание болотного массива на окружающие его минеральные почвогрунты. В почвоведении термин «заболачивание» не имеет строгого смысла. Часто заболачиванием называют любое увлажнение почв, которое не может, даже при прогрессирующем нарастании, привести к смене почвы на болотную.

Заболачивание лесов – одно из характерных природных проявлений Сибири. Ботанический состав торфяных залежей свидетельствует об особенно широком проявлении здесь этого процесса в начале торфонакопления. В настоящее время на отдельных площадях также наблюдается интенсивное заболачивание лесных суходолов, как под влиянием хозяйственной деятельности человека, так и естественным путем. На первых стадиях заболачивания лесных ценозов наблюдается заболоченная дернина (торфянистая подстилка) мощностью 30 - 40 см. Растительность этих участков представлена разреженными древесными насаждениями с подлеском из ив и вейниково-осоковым покровом. На следующей стадии фиксируется много сухостоя и захламленность заболоченных участков валежником. В почвах выделяется торфянистая дернина, залегающая на древесно-травяных видах торфа.

Вследствие низкой теплопроводности мохово-торфянистой подстилки и большой влажности верхних почвенных слоев прогревание почвы идет медленно. Коэффициент тепло - и температуропроводности для мерзлого мохово-торфяного покрова в 2 - 6 раз больше, чем для талого. Отсюда следует, что торфяно-моховой покров препятствует летнему нагреванию подстилающих грунтов значительно сильнее, чем их зимнему охлаждению. Дополнительное охлаждение этих грунтов в летний период связано также с тем, что торфяной покров, всегда насыщенный влагой, тратит громадное количество поступающего тепла на испарение. Переувлажненные почвы промерзают на меньшую глубину, чем почвы сухих участков.

Заболоченность в различных условиях может быть охлаждающим или обогревающим фактором. На Дальнем Востоке на марях температуры более

низкие, чем на дренированных участках. На заболоченных участках среднегодовая температура пород на 1-2 °С ниже по сравнению с сухими участками. В западной Сибири, напротив, заболоченные участки отличаются более мягкими мерзлотными условиями и нередко являются областью развития таликов из-за высокого снежного покрова. На пойме Енисея заболоченность в целом оказывает отепляющее влияние в среднем на 1 °С на болотах и менее влажных почв. Наименьшее промерзание происходит в многоснежную зиму.

Значительный вклад в изменение гидрохимических характеристик океанов вносят впадающие в них реки. Изменение глубины протаивания многолетнемерзлых пород в Сибири и рост температур воздуха сопровождался увеличением внутрипочвенного стока. Вероятно, это стало причиной увеличения стока крупных рек России. За последние 30 лет сток крупных рек России, впадающих в Арктический бассейн, возрос в среднем на 10 %, в то время как сток крупных северных рек Американского континента - Маккензи и Юкона, практически не изменился. Причину установить трудно, поскольку увеличение количества осадков в этот период было незначительным и примерно одинаковым на севере Евразии и Америки. Но на северо-востоке Америки в бассейнах Маккензи и Юкона наблюдалось похолодание. Дополнительный приток пресной воды способствовал увеличению солености поверхностных вод и усилению формирования льда в морях Арктического бассейна, что привело к уменьшению эффекта, связанного с повышением температуры воздуха. Изменение глубины протаивания многолетнемерзлых пород в Сибири и рост температур воздуха сопровождался увеличением внутрипочвенного стока. Вероятно, это стало причиной увеличения стока крупных рек России.

Влияние болот на речной сток и внутригодовое распределение его зависит от гидрологических особенностей и типов болот. Необходимо учитывать, к какой климатической зоне относится то или иное болото. Характерным для всех болот является большее, чем с окружающей местности, испарение. Несмотря на большие запасы воды в болотах, во внутригодовом влагообороте участвует их незначительная часть. Кроме этого, болота характеризуются малой водоотдачей в межень.

В 1875 г. Докучаев написал работу «По вопросу об осушении болот и в частности об осушении болот Полесья», где подчеркнута важная роль болот в природе. Докучаев доказывал, что прежде чем затрачивать миллионы на осушение болот, необходимо доказать, что реки, берущие начало в болотах, могут обойтись без них. Иначе придется затратить труда и средств на обводнение осушенной местности.

На верховых болотах весной поверхностный сток отсутствует; талые воды просачиваются и, достигая уровня грунтовых вод, стекают в деятельном слое торфа в виде фильтрационного потока. Поверхностный сток может быть только при подъеме уровней грунтовых вод до поверхности болот и выше. Ручьи, вытекающие из таких болот, характеризуются резким подъемом уровней и увеличением водности. После снижения уровня грунтовых вод ниже деятельного слоя сток с верховых болот практически прекращается. Это явление характерно для малых болотных массивов, сток с которых прекращается на несколько месяцев в летне-осенний период и в зимнюю межень. На больших болотах продолжительность отсутствия стока меньше, а в многоводные годы сток не прекращается. Таким образом, наличие верховых болот в бассейнах рек не способствует выравниванию речного стока в межень. Это подтверждается данными наблюдений над минимальным стоком на малых реках Северо-Запада России.

Низинные болота на юге расходуют много влаги на транспирацию и испарение; они являются как бы испарителями влаги и не способствуют увеличению речного стока. Низинные болота в северных областях испаряют меньше влаги, и сток с них может быть больше, чем с незаболоченных бассейнов. Следует отметить, что в некоторых случаях, например на заболоченных реках Полесья, наблюдается повышенный меженный сток, связанный с обильным грунтовым питанием.

Использование болот в народном хозяйстве. В России, как и во всем мире, широких масштабах проводится осушение и освоение болот и заболоченных земель. Осушенные низинные болота используются для сельскохозяйственного производства: в качестве сенокосных угодий, для посева зерновых, технических и овощных культур, для разведения садов и пр. Например, на месте бывших Колхидских болот, после их осушения, возделывают плантации цитрусовых и других субтропических культур.

Полученные после осушения площади при надлежащем уходе способны давать в течение многих лет высокие урожаи.

Торфяные болота служат источниками топлива для промышленности и теплоэлектростанций (Шатурская, Ивгрэс, Нигрэс и др.). Торф применяется для изготовления изоляционных строительных материалов, картона, бумаги и пр. При переработке торф дает ряд ценных химических продуктов: торфяную смолу, бензин, керосин, аммиак, винный спирт, воск. В промышленности воск высоко ценится, т.к. входит в состав лаков, используемых при реставрации картин. Из торфяного воска получают отличные муляжи для музеев восковых фигур. Он незаменим для изготовления цветных карандашей.

Широкое применение имеет торф в сельском хозяйстве в качестве азотистого удобрения, а также при изготовлении торфоперегнойных горшочков для высадки овощных культур. Верхние слои слаборазложившегося торфа (моховой очес) являются хорошей подстилкой для скота на фермах. Высушенный высокопористый торф – хороший адсорбент нефти. Один объем торфа поглощает один объем нефти. В животноводстве он уменьшает содержание летучих веществ в коровниках.

Являясь продуктом неполного разложения растений и почвенных беспозвоночных, торф представляет субстанцию, состоящую из твердой, жидкой и газообразной фаз, находящихся между собой в динамическом равновесии. При смешивании с водой, такие массы обладают высокими сорбционными свойствами, большой теплоемкостью и мощным антисептическим воздействием. В нем находятся биологически активные вещества: аминокислоты, витамины, пептиды, гормоны, ферменты. Перечисленные свойства отдельных видов торфа издревле позволяли человеку избавляться от широкого спектра заболеваний и создавать на их основе лекарственные и косметические препараты. В России торфяные грязи и ванны начали использоваться на курортах в середине XIX в.

Болота могут препятствовать развитию парникового эффекта. С одной стороны, правда, болота выделяют один из активных парниковых газов – метан. С другой стороны, их не в меньшей степени, чем леса, можно назвать «легкими планеты», потому что при разложении органики углекислый газ, связанный до этого растениями, выделяется назад в атмосферу. Единственный процесс, способный уменьшить содержание

углекислого газа в атмосфере – это захоронение неразложившейся органики, что и происходит в болотах, образующих залежи торфа, трансформирующегося затем в каменный уголь. Поэтому, практика осушения болот с точки зрения экологии разрушительна.

Контрольные вопросы

1. Прозрачность озерной воды
2. Цветность воды в озерах
3. Животная жизнь озер
4. Деление пресных озер по питательности
5. Органогенные отложения в озерах.
6. Определение понятия «водохранилища» и цели и последствия их создания
7. Болота и их образование
8. Классификация болот
9. Влияние болот на сток рек
10. Использование болот в народном хозяйстве.

1. 6. Многолетняя мерзлота и ее гидрологическое значение

Область сплошного распространения многолетней мерзлоты по мере продвижения к более южным и менее континентальным зонам сменяется областью многолетней мерзлоты с включениями участков талого грунта. Эти участки, называемые *таликами*, обычно располагаются под озерами и реками, а также в местах, благоприятных для образования мощных скоплений снега.

В зависимости от соотношения площадей многолетней мерзлоты и площадей таликов различают:

-Районы сплошного распространения многолетней мерзлоты, т. е. районы, в пределах которых мерзлота, как правило, наблюдается повсеместно, независимо от различий в местных особенностях отдельных участков.

-Районы почти сплошного распространения многолетней мерзлоты, нарушаемой более или менее значительными вкраплениями таликов.

-Распространение многолетней мерзлоты в форме отдельных островов среди обширных таликовых пространств.

-Распространение многолетней мерзлоты только в буграх торфяников.

Режим поверхностных вод в районе распространения многолетней мерзлоты обладает рядом существенных особенностей. Реки, протекающие в этих районах, отличаются весьма малым стоком в зимний период. Если реки, протекающие в районах, не охваченных многолетней мерзлотой, за период декабрь-февраль проносят 6-10% годового объема стока, то в районах многолетней мерзлоты на таких же реках протекает 1-2% и менее годового стока. Многие даже крупные реки промерзают до дна, и течение их совершенно прекращается. Резкое уменьшение стока зимой сопровождается образованием ледяного покрова значительной мощности, достигающей в отдельные годы до 2 м.

В районах распространения многолетней мерзлоты дождевые и снеговые воды в небольшой степени поглощаются почвогрунтами, и, скатываясь в реки, вызывают в них резкие подъемы воды. Большое влияние многолетняя мерзлота оказывает на формирование русел рек, определяя их большую устойчивость по сравнению с руслами немерзлотных районов.

Характерной особенностью районов многолетней мерзлоты является наличие озер, возникающих на месте понижений, образующихся в результате просадок грунта в местах таяния крупных прослоек льда. Площадь таких термокарстовых озер может достигать нескольких квадратных километров. Питание озер осуществляется за счет поверхностных вод. Термокарст – явление, свойственное исключительно многолетней мерзлоте. Причинами, ведущими к нарушению термических условий грунта, развитию процесса таяния льда, могут явиться лесной пожар и вырубка леса, удаление напочвенного мохового покрова.

В пределах зоны многолетней мерзлоты широко распространены наледи. В соответствии с их происхождением различают наледи речные, подземных вод и смешанные. По длительности существования наледи бывают однолетними (сезонными) и многолетними. Площади, занимаемые наледями, колеблются в широких пределах. Наиболее часто встречаются наледи толщиной от 1 до 4 м. При образовании подземной наледи, возникающей в пределах деятельного слоя, на поверхности земли образуются бугры, исчезающие в теплый период года при таянии наледи

Контрольные вопросы

1. Типы мерзлоты и ее распространение.
2. Причины развития термокарста.
3. Надмерзлотные и межмерзлотные области.

1. 7. Реки

К числу великих рек мира относятся: Амазонка, Заир, Нил, Янцзы, Ганг, Мюррей-Дарлинг, Волга, Миссисипи. В какой-то мере каждая река является уникальным отражением своего водосбора. Например, Амазонка собирает воду с площади размером с Австралию, в устье ее в Атлантический океан вытекает 20 % пресной воды всего мира. Заир - это единственная в мире крупная река, текущая по обе стороны от экватора; в отличие от других рек, близ своего устья, при стока с Африканского плато она образует водопады. Ганг начинает свое путешествие в Индийский океан с ледников в вершинах Гималаев и образует в своем устье, в Бангладеш, крупнейшую в мире дельту. Процессы, формирующие эти реки, никогда не кончаются, да и реки сами постоянно меняются, хотя люди, живущие на них, часто этого не замечают из-за своей короткой жизни. Возможно именно поэтому люди тянутся к рекам - из-за двойственной природы рек: постоянная текучесть и изменимость с одной стороны, и вечность их движения с другой.

Россия – страна величайших речных систем. Из 34 крупнейших рек мира – 6 полностью протекают по нашей территории (Обь, Енисей, Волга, Лена, Оленек, Колыма), а Амур и Урал – на значительном протяжении своего течения. Волга 16-я по длине река в мире, 5-я - в РФ, первая - в Европе. Длина реки 3531 км. В нее впадают 151 000 рек и ручьев. Площадь бассейна – 1358 тыс. км. Средний многолетний сток 254 км³ в год. На территории Волжского бассейна проживает 57 миллионов человек, находится 445 городов. Площадь бассейна - 8% территории РФ. Проживающее население составляет 40% от всего населения в России. Здесь сосредоточено 45% промышленного и 50% сельскохозяйственного производства РФ. В бассейне находится 10 биосферных резерватов: Астраханский, Валдайский, Волжско-Камский, Дарвинский, Нижегородское Заволжье, Окский, Приокско-Террасный, Угра, Центрально-Лесной и Средне-Волжский.

В Хабаровском крае на площади 824, 6 тыс км³ кв. насчитывается более 200 тысяч рек и около 60 тысяч озер. Водный режим абсолютного большинства озер, расположенных в пойме Амура и других крупных рек, идентичен водному режиму рек, поскольку они в основном соединены

протоками. Гидрографическая сеть Хабаровского края представлена в основном реками длиной до 10 км. Речная сеть хорошо развита в горных, и недостаточно в равнинных частях.

Средняя водообеспеченность в России составляет 32, 2 тыс м³ в год на 1 человека. В Хабаровском крае эти значения такие: минимальная водообеспеченность 124 тыс м³. в Ванинском районе, максимальная 12 100 тыс м³ в год в Николаевском районе. Несмотря на кажущуюся достаточность, поверхностных вод в крае в отдельные годы, особенно зимой, не хватает. Реки динамичны, часто пересекают регионы с разными рельефом, геологическим строением, климатом, экосистемами. Каждая река отражает комбинацию физических, химических и биологических процессов. Хотя каждый водосбор и каждая река уникальны, связь между землями и водами подчиняется своим природным законам, которые позволяют понять, какие силы формируют реку и предсказать изменения ее русла и окружающих ландшафтов. Впервые измерения речного стока начаты в 1800-1810 гг на территории Европы. В настоящее время сток изучается примерно на 60 000 гидрометрических створах. В среднем на 1 пост приходится 2 650 км² территории.

1. 7. 1. Главные реки и притоки

Рекой называется естественный водный поток, протекающий в вытянутых понижениях земной поверхности и имеющий относительно постоянное и разработанное им русло, по которому осуществляется сток воды. Все поверхностные водотоки делятся на две группы: постоянные и временные. Система постоянных рек и временных водотоков, озера и болота, находящиеся на данной территории, образуют гидрографическую сеть данной поверхности суши. Река, которая принимает в себя другие водные потоки, т. е. ручьи, речки и впадает в море или озеро, называется *главной рекой*, а реки, непосредственно впадающие в нее, называются притоками первого порядка по отношению к этой реке. Реки, впадающие в притоки первого порядка, называются притоками второго порядка по отношению к главной реке, в которую они непосредственно не впадают. Притоками третьего порядка будут реки, впадающие в притоки второго

порядка. Совокупность всех рек, впадающих в главную реку, совместно с ней образует *речную систему*.

Понятие главной реки является в некоторой степени условным, т. к. есть случаи, когда главная река уступает какому-либо из своих основных притоков по длине и водности. Например, Ангара, считаясь притоком Енисея, несет воды в 2, 5 раза больше, чем Енисей до их слияния. Волгу следовало бы считать притоком Камы, т. к. Кама превышает по водности Волгу и на 194 км длиннее ее до места слияния. Главные реки подразделяются на морские, впадающие в моря и океаны и континентальные, протекающие в бессточных областях.

По размеру реки подразделяются на большие с площадью бассейна 50 000 км², они имеют бассейн, расположенный в нескольких географических зонах. Гидрологический режим полизонален. Средняя река имеет площадь в пределах 2 000- 5 000 км², обычно в пределах 1 географической зоны. Малая река – с площадью менее 2 000 км², имеет бассейн обычно в пределах 1 географической зоны, но ее гидрологический режим под влиянием местных условий может существенно отличаться от режима большинства рек данной зоны.

Количество воды, которое река за год выносит в море, океан или озеро, называется ее стоком. Количество воды, протекающее в реке через ее поперечное сечение в 1 сек называется расход реки. Обычно его измеряют в м³/с. Годовой сток – количество воды, которое река выносит за год в км³/год.

Сток может меняться от года к году в очень широких пределах, он зависит от атмосферных осадков, выпавших за год. Расход реки также меняется в течение года. Выше всего он во время паводков и половодья. *Половодье* – это продолжительный подъем уровня реки, вызываемый основным источником ее питания. Повторяется оно ежегодно в определенный сезон. *Паводок* – это кратковременное поднятие уровня воды, например, после обильных дождей. При дождевом питании половодье у рек наступает в период дождей, при снеговом – весной, при ледниковом – летом. У рек, берущих начало на склонах высоких гор, отмечается два половодья. Первое – весной при таянии снега, второе летом – при таянии ледников. В тропиках у рек бывает короткое половодье и длительный период межени, т.е. низкого уровня. В умеренных и северных

широтах к половодью и сменяющей его межени у рек добавляется еще и зимний период, когда они скованы льдом. В это время уровень воды в реках низкий. *Бифуркация* рек – это разделение устья реки и ее долины на две ветви, которые в дальнейшем не сливаются и образуют самостоятельные устья. Чаще всего бифуркация возникает в результате размыва нечетко выраженных водоразделов. Наблюдается также сезонная бифуркация рек, когда переливание воды из одного бассейна в другой происходит во время половодий.

Устойчивый сток рек в сухое время поддерживается подземными водами. Между рекой и водоносными слоями прилегающей к ней территории происходит непрерывный водообмен. Во время прибыли воды уровень в реке становится выше, чем уровень подземных вод, и речная вода просачивается в поры водоносных слоев и пополняет запасы подземных вод. При низком уровне воды происходит обратный процесс – подземные воды питают реку, которая обмелела.

1. 7. 2. Истоки и устья

Каждая река имеет *исток*, т. е. место на земной поверхности, откуда она берет свое начало. Истоком реки может являться озеро, ледник, болото, источники и место слияния образовавших ее двух рек.

Река, вытекающая из озера, имеет хорошо выраженный исток. За ее начало принимается точка пересечения с контуром озера; примером таких рек являются: Ангара, вытекающая из оз. Байкал, Нева - из Ладожского озера. Для реки, расположенной в районе развитого оледенения и вытекающей из ледника, за исток принимается место, где она выходит из ледникового грота или из-под морены. Таковы истоки рек Терека, Кубани на Кавказе и некоторых рек в Средней Азии.

В равнинных районах река может вытекать из болота, например. За начало такой реки принимается место, где она приобретает вид потока с заметным течением и довольно четко выраженным руслом. Некоторые небольшие реки и ручьи берут начало из родников или источников, в этом случае место истока является неопределенным. Нередко эти реки пересыхают в своих верховьях, тогда за начало реки принимают место

появления выраженного русла. При образовании реки от слияния двух рек, имеющих разные названия, за ее начало принимается место их слияния. Например, началом р. Амура считается слияние рек Шилки и Аргуни; слияние рек Бии и Катуня дает начало р. Оби. Если река образуется слиянием двух потоков без названия, то за начало этой реки принимается исток водного потока большей длины, а при одинаковом их протяжении за начало реки условилось принимать исток левого потока.

Обычно на всем протяжении сравнительно крупных рек выделяют участки верхнего, среднего и нижнего течения. Деление реки на эти части производят с учетом орографических условий, характера течения, водности потока, транспортно-хозяйственного использования и других характеристик. *Верхнее течение рек* преимущественно располагается в возвышенной или горной части поверхности суши характеризуются большими уклонами и скоростями, малыми глубинами, значительной размывающей и переносной деятельностью потока и небольшим количеством воды. В среднем течении рек значительно увеличивается ширина русла и водность за счет впадения крупных притоков, уменьшается уклон и скорости течения, ослабевает эрозионная деятельность потока, река переносит в своих водах большое количество обломочного материала, поступающего сверху. *В нижнем течении* наблюдается затухание эрозионной деятельности реки, меньшим становится уклон, происходит расширение русла. В некоторых реках из-за уменьшения уклона в нижнем течении происходит интенсивное отложение продуктов размыва, приносимых рекой, которые способствуют раздроблению русла на отдельные рукава и протоки.

Устьем реки называется место впадения ее в море, озеро или другую реку. При впадении реки одним потоком устьем считается точка, лежащая на середине по отношению к урезам воды принимающей ее реки, озера или моря. Если река впадает двумя рукавами, то за ее устье принимается устье более крупного рукава, а при многорукавном русле принимается устье - основного рукава.

Образование дельты начинается с отложения наносов, приносимых рекой к своему устью, при впадении в море или озеро. Систематическое накопление наносов вызывают повышение дна береговой части, появляются косы, возникают наносные острова, что приводит к

разветвлению русла реки на множество мелких рукавов, т.е. появляется многорукавное устье, называемое дельтой. Отложения, образующие дельту, имеют явно выраженную слоистость, они состоят главным образом из ила, глины и песка с большой примесью органических веществ и достигают нередко значительной мощности - иногда сотни метров. Дельты по своему положению, принято делить на дельты выполнения, расположенные в глубине залива или бухты (р. Кубань), и дельты выдвинутые, находящиеся на открытом морском берегу (реки Кура, Терек). Положение дельты не остается устойчивым; оно меняется в зависимости от водности реки, количества речных наносов, блуждания рек, морских приливов и течений. Например, линейное нарастание дельты р. Сыр-Дарьи с 1900 по 1948 г. составляло 108 м/год, а р. Аму-Дарьи с 1943 по 1947 г. - 2 км/год. Дельты рек обычно низменны и заболочены.

Дельты некоторых рек имеют большие размеры. Так, площадь дельты Лены составляет около 30 тыс. км², Волги- 18 тыс. км², а на территории дельты Невы расположен крупнейший город - Ленинград. Дельта Невы относится к типу так называемых ложных дельт. Образование ее связано не с речными, а с морскими наносами; речные отложения образуют небольшой мощности верхний слой островов дельты. Дельта заметно растет; съемки за многолетний период показывают, что ежегодно площадь ее увеличивается на 50 тыс. м². Река Волга при впадении в Каспийское море имеет 800 устьев рукавов и проток. Дельтовые отложения отличаются необыкновенным плодородием - на этих почвах выращивают высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Дельты являются районами рыболовства, но они ухудшают судоходные условия реки - создают мелководье, что вызывает необходимость в проложении искусственных каналов или проведении дноуглубительных работ.

Несколько загадочной на первый взгляд представляется обширная дельта Невы, возникшая в условиях исключительно малого количества наносов, приносимых рекой. В самом деле, Нева, вытекающая из Ладожского озера, играющего роль отстойника, несет исключительно светлую воду с малым количеством взвешенных наносов. Между тем ее дельта, на которой расположен г. Ленинград, состоит из множества островов общей площадью около 45 км². Исследования показали, что дельта Невы относится к типу так называемых ложных дельт.

Образование ее связано не с речными, а с морскими наносами; собственно речные отложения образуют лишь небольшой мощности верхний слой островов дельты. Дельта Северной Двины представляет интерес, как возникшая в условиях приливо-отливных течений, хотя и сравнительно небольшого масштаба -1,2 м.

Обширную дельту образует Аму-Дарья, впадающая в бессточное Аральское море. Вследствие огромного количества приносимых рекой наносов, ее дельта очень быстро растет и продвигается вглубь моря в отдельные годы на 1-2 км. Гидрологический режим устьевых участков рек исключительно сложен, особенно при наличии приливо-отливных течений. Он определяется характером взаимодействия реки и моря.

Детальные исследования рельефа дна морских побережий с помощью эхолотов позволили в последнее время обнаружить в ряде случаев ясно выраженные глубокие подводные желоба, тянущиеся от устьев рек вглубь моря на большом протяжении и являющиеся, таким образом, как бы подводным продолжением речных долин. Такие образования получили в литературе название подводных долин; они обнаружены в устьях Енисея, Амура и ряда других рек и носят название Палео-Амура, Палео-Енисей.

Своеобразным типом устьев рек являются слепые устья, образующиеся в условиях засушливого климата, когда река по выходе из гор постепенно уменьшает свою водность, вследствие больших потерь и отсутствия дополнительного притока воды, и заканчивается в небольшом бессточном озере или же теряется в песках и болотах. Многие реки в засушливых районах Кавказа и Средней Азии по выходе из гор часто разбираются на орошение, образуя "иригационный веер" из отводов и каналов; особенно типичны иригационные веера в Ферганской долине, образованные рр. Сох, Исфара, Шахимардан, Исфайрам, Ак-Бура .

Примером рек, не достигающих водоприемников по причине малого стока и усиленного забора воды на орошение, могут служить Зеравшан (система Аму-Дарьи), Чу, Тургай, Ирғиз и Сары-Су. Только в исключительно многоводные годы, как например это было в 1932 г., р. Зеравшан достигала Аму-Дарьи. Аналогичные явления имеют место и на рр. Эмбе и Куме; наконец, примером рек, ныне не достигающих главной реки вследствие перемены направления течения последней,

являются стекающие с хребта Сефид-Кух (Паропамиз) рр. Мургаб и Теджен и мелкие водотоки Копет-Дага, ранее являвшиеся левыми притоками Аму-Дарьи - в период, когда она текла в направлении Каспийского моря.

Контрольные вопросы

1. *Что такое исток реки?*
2. *Что может служить истоком реки? Дайте примеры рек с различными видами истоков.*
3. *По каким признакам можно разделить реку на характерные участки? Что такое устье реки?*
4. *Какие различают типы устьев рек? Приведите примеры рек с различными типами устьев.*
5. *В каких случаях река не имеет устья?*

1. 8. 1. Речные долины

Речными долинами называются неширокие, вытянутые в длину, обычно извилистые углубления земной поверхности, характеризующиеся общим наклоном своего ложа, а также тем, что, встречаясь между собой, они никогда не пересекаются, а сливаясь вместе, образуют одну общую долину. Глубина, ширина и строение долин определяются мощностью водотока, положением в системе ландшафтных зон, возрастом реки и составом горных пород. Основными элементами, характеризующими речную долину, являются:

-Дно или ложе долины – относительно ровная пониженная ее часть, имеющая уклон. Линия, соединяющая пониженные участки долинного ложа, называется тальвегом (путь долины). Самая пониженная часть долины, занятая речным стоком, называется руслом.

-Склоны долины – повышенные участки суши, ограничивающие с боков дно долины и имеющие уклон к реке.

-Бровки долины – линия сопряжения ее склонов с поверхностью, прилегающей к долине местности.

-Подошва склонов – самая нижняя часть склонов в местах соединения с дном долины.

-Ширина долины по верху и по дну – расстояние между ее бровками и подошвами склонов.

-Глубина долины – превышение бровки долины над низким уровнем воды.

-Террасы - горизонтальные или слегка наклонные площадки, располагающиеся уступами в пределах дна и склонов речной долины.

Речные террасы – это ступени, выработанные на склонах долин в виде слабо наклонных поверхностей и площадок эрозионной и аккумулятивной деятельности реки при изменении базиса эрозии. Базис эрозии – это место впадения реки или ручья в другую водную систему. Представляет собой поверхность, на уровне которой водоток теряет способность углублять свое русло. Террасы – это древние поймы, которые были покинуты водотоком в результате изменения базиса эрозии. Такое врезание происходит при поднятии суши и резком изменении климата. Множество террас образовывалось в ледниковую эпоху, когда скованная льдом вода понизила уровень океана, и врезание речных долин происходило с новым базисом эрозии.

Первая терраса, расположенная в пределах дна долины и заливаемая высокими водами, называется поймой. Большая часть поймы сложена крупнозернистыми песками, гравием. Выше поймы расположена вторая, незатопляемая, или надлуговая терраса; еще выше – третья, являющаяся древним образованием речной долины.

Речные долины в зависимости от формы поперечного профиля и размеров делятся на следующие типы:

1.Щель (клямма) – глубокая и узкая долина с отвесными, иногда и нависшими склонами. Дно долины полностью занято водой. Встречаются в горных районах.

2.Каньон – долина с почти отвесными склонами, глубокая, но шире щели. Имеет сравнительно плоское и узкое дно, не всегда полностью занятое потоком. Этот тип долины встречается в горах.

3.Ущелье – глубокая горная долина с узким дном и выпуклыми склонами, крутизна которых книзу увеличивается. Характерно для горных районов.

4.V-образная – характеризующаяся более пологими склонами и достаточно широким дном. Этот тип долин является наиболее распространенным.

5. Корытообразная долина – трог, отличается довольно крутыми, вогнутыми склонами, крутизна которых ко дну долины постепенно уменьшается. Такой профиль долины обусловлен деятельностью ледника в горных районах.

6. Ящикообразная долина имеет широкое и почти плоское дно, ограниченное крутыми, а иногда и отвесными склонами. Дно долины заполнено аллювиальными отложениями. Долины такого типа встречаются довольно часто и на равнинах и в предгорьях.

7. Трапецеидальная долина похожа на ящикообразную, но склоны ее значительно положе.

8. Неясно выраженная долина характеризуется очень пологими склонами, которые постепенно сливаются с прилегающими междуречными пространствами. Такие неглубокие речные долины приурочены к равнинным местностям.

В природе довольно редко встречаются речные долины с правильным и ясно выраженным профилем, относящимся к одному из отмеченных типов долин. Типичная форма долины обычно искажается наличием оползней, осыпей и обвалов крутых склонов долин, а также конусами выносов из боковых долин и эрозионной деятельностью текучих вод. Нередко один тип долин переходит в другой, а одна и та же речная долина на своем протяжении может представлять различные типы, например, долины крупных рек: Енисея, Лены, Амура.

Для определения методов природопользования необходимо знать природные условия и особенности речного бассейна, т.е. такие его *физико-географические характеристики*:

- Географическое положение бассейна, которое определяется географическими координатами, т. е. широтой и долготой. Рекомендуется также указывать, с какими смежными бассейнами граничит изучаемый район.
- Климатические условия бассейна, которые в основном определяют водный режим водоемов. Это количество атмосферных осадков и характер их выпадения, условия залегания снежного покрова и снеготаяния; температура воздуха и испарение с поверхности бассейна.

- Геологическое строение бассейна необходимо для выяснения подземного питания реки, а также установления особенностей преобладающих пород и грунтов в отношении размыва поверхности речного бассейна.
- Рельеф бассейна определяет уклон его поверхности и речной системы. Определяется средняя высота, уклон и площадь бассейна. Рельеф влияет на условия стекания воды с поверхности речного бассейна, а также на распределение и величину атмосферных осадков по его территории.
- Растительный покров, для характеристики которого необходимо определить площади заняты лесом и другой растительностью. Степень залесенности бассейна определяется коэффициентом лесистости, представляющим собой частное от деления площади лесов на общую площадь бассейна.
- Озерность бассейна определяется коэффициентом озерности, т. е. отношением площади зеркала всех водоемов к общей площади
- Заболоченность бассейна определяется как отношение площади, занятой болотами ко всей площади бассейна.
- Наличие ледников и распределения многолетней мерзлоты, которые в значительной мере влияют на процессы формирования стока рек. При коэффициенте оледенения более 15 % бассейн называют ледниковым.

1. 8. 2. Речное русло

Руслом реки называется часть долины, по которой осуществляется речной сток. Размеры и форма русла меняются по длине реки, что зависит от периодического изменения водоносности реки, строения речной долины и физических свойств пород, слагающих русло.

Часть дна долины, по которой проходит сток в период низких вод, носит название коренного, или меженного, русла. Часть долины, заливаемая высокими речными водами в период таяния снегов или выпадения интенсивных дождей, называется пойменным руслом. Границами между коренным и пойменным руслом, являются бровки берегов реки, образование которых происходит во время половодий и

паводков. При выходе реки из берегов, в месте перехода от быстрого течения в коренном русле к более медленному в прибрежной, заливаемой полосе, наблюдается отложение речных наносов в виде вала, расположенного параллельно руслу. Коренное русло может располагаться симметрично и асимметрично - прижимаясь к левому или правому берегу дна долины; в зависимости от этого соответственно меняется и характер поймы. Отчасти это связано это с законом миграции речного русла, согласно которому реки в результате отклоняющего действия вращения Земли вокруг ее оси имеют тенденцию смещать свое русло в северном полушарии вправо, в южном полушарии – влево. Следствием действия силы Кориолиса является то, что в северном полушарии правый берег крутой, а левый – пологий.

В каждом русле реки различают дно и берег. Берега по своему наклону к горизонту принято делить на три категории:

- пологие берега с наклоном меньше 45° ;
- крутые, наклон которых более 45° ;
- берега обрывистые, при наклоне, близком или равном 90° .

В зависимости от водности реки, скоростей течения и характера пород, слагающих берега и дно реки, русла могут быть устойчивые, у которых форма поперечного профиля очень мало изменяется во времени. Примером таких рек является Енисей, Западная Двина, Неман. У неустойчивых наблюдается постоянная деформация формы русла во времени, например, реки Средней Азии, низовья Волги. По своему происхождению берега бывают коренные, образованные без воздействия реки, и аллювиальные, возникшие путем отложения наносов данной реки.

Русла многих рек имеют разнообразную форму поперечного профиля. Равнинные реки обычно имеют русла корытообразной формы, которые бывают симметричными и асимметричными. Горные реки, где текущая вода еще не сгладила неровности русла, имеют сложный поперечный профиль русла, часто причудливой формы. Форма полезнаго профиля русла считается правильной или нормальной в том случае, когда она имеет вид параболы с вертикальной осью. Русла, имеющие другие формы профиля, принято называть неправильными.

Русловые образования – подвижные скопления наносов, определяющие морфологическое строение речного русла. Русло равнинной реки в плане имеет, как правило, извилистую форму в виде

меандр, от древнего названия р. Меандр в Турции. Меандрирование состоит в более или менее регулярном отклонении русла от направления общего уклона поверхности то вправо, то влево. Петли (излучины) для рек одного порядка при одинаковых уклонах имеют примерно одинаковый радиус и расстояние между изгибами. Извилистая или меандрическая форма является наиболее устойчивой для рек, протекающих в сравнительно легко размываемых грунтах. Главными условиями возникновения и развития извилин являются отклонения динамической оси потока от симметричного положения, т.е. струй с наибольшими скоростями течения, и размываемость берегов. Вогнутый берег меандра обычно крутой, а выпуклый – пологий. Изгибы русла постепенно меняют свое положение, что приводит к смещению излучины вниз по течению, и на пойме остаются следы прежних положений русла в виде невысоких гряд, вытянутых понижений, иногда заболоченных, залитых водой.

Равнинная река представляет собой чередование *плесов*, т. е. глубоких участков русла реки, соответствующих изогнутым в плане частям реки и *перекатов* – относительно прямолинейных участков реки, образованных из наносов в виде поперечного вала в речном русле. Плес обычно образуется там, где в половодье наблюдается местное увеличение скорости течения реки и интенсивно размывается ее дно. Глубокие плесы - это место зимовки рыбы. Перекаты формируются на тех участках реки, где имеются благоприятные условия для аккумуляции наносов, которые обычно откладываются по всей ширине реки. Если при низком уровне воды в реке изобразить русло в изобатах (линиях равных глубин), то перекат находится между замкнутыми линиями больших глубин.

Рукав - сформировавшееся отдельное русло реки со всеми свойственными речному руслу особенностями морфологического строения. Протоки — второстепенные рукава.

Фарватер (голл. *vaarwater*, от *varen*- плыть и *water*-вода) судовой ход, безопасный в навигационном отношении и обозначенный на местности и/или карте проход по водному пространству (реке, озеру, морю, проливу, фьорду, океану и др.), характеризующийся достаточными глубинами и отсутствием препятствий для судоходства.

На реках фарватер обычно проходит по линии наибольших глубин русла (тальвегу).

Водопад – падение воды в реке с уступа, пересекающего речное русло. Для водопада характерен отрыв потока от его ложа. Вода может падать с нескольких уступов, образуя серию водопадов (каскад). Уступ водопада непрерывно разрушается, особенно у основания, и водопад отступает вверх по течению реки.

Омут – наиболее глубокое место в русле реки. Дно в этом месте углублено течением или высверлено водоворотами. Стремнина – участок реки, где из-за сужения русла, наличие на его дне уступов или крутого уклона течение становится более быстрым и бурным.

Порог – мелководный каменистый или скалистый участок в русле реки с относительно большим падением уровня воды и повышенной скоростью течения. Обычно пороги образуются в местах выхода на поверхность устойчивых, трудно размываемых горных пород. Пороги сильно затрудняют судоходство и сплав, вызывают необходимость сооружения обводных каналов.

Контрольные вопросы

1. Основные элементы речной долины
2. Форма поперечного профиля речных долин
3. Физико-географические характеристики речного бассейна

1. 9. Деление рек по типам питания

Вода, поступающая из речного бассейна, является источником питания рек, которое определяется комплексом физико-географических особенностей речного бассейна, основными из которых являются климат, рельеф, геология и растительность.

Типизация в гидрологии, как и во всякой науке, имеет весьма важное значение. Она помогает разобраться в сложном многообразии явлений природы. Тем более это важно в отношении режима рек России, отличающегося большим разнообразием. Первая классификация на основе указанных признаков была разработана А. И. Воейковым в 1884 г.

Воейков А.И. считал возможным рассматривать реки как продукт климата их бассейнов, использовать особенности их режима как индикатор климата. Для этой цели им была разработана *климатическая* классификация рек. На территории земного шара им было выделено девять типов рек,

получающих различное питание с учетом времени года. К ним отнесены водотоки со снеговым питанием на равнинах и в горах, с дождевым питанием в теплый или холодный периоды года, пересыхающие реки аридных районов и временные водотоки полярных стран. Используемые А.И. Воейковым принципы классификации рек получили дальнейшее развитие в трудах многих зарубежных и отечественных ученых. Наиболее полная и четкая классификация разработана М.И. Львовичем. В ее основу положены два признака: источники питания и сезонное распределение стока. Для характеристики источников питания в классификации условно принято девять градаций.

Тип А. Реки, получающие воду от таяния *снега на равнинах* и невысоких горах (до 1000 м). В чистом виде этот тип не существует нигде. Наибольшее приближение к нему наблюдается в северной части Сибири и Северной Америки, где снежный покров держится 8-10 месяцев и большую часть вод реки получают от таяния снега.

Тип В. Реки, получающие воду от таяния *снега в горах*. Этот тип тоже не существует в чистом виде. К нему приближаются реки западных частей горных массивов, занимающие середину Азии: Сырдарья, Тарим, Инд в верхних течениях. Правильный ход температуры воздуха с максимумом летом обуславливает регулярно наблюдающееся летнее половодье.

Тип С. Реки, получающие воду от *дождей* и имеющие половодье в летнее время. Этот тип рек характерен для областей с тропическими дождями и муссонами. Таковы, например, реки Амазонка, Конго, Ориноко, Ганг, Брахмапутра, реки Дальнего Востока нашей страны.

Тип D. Реки, у которых половодье происходит вследствие таяния снега весной или в начале лета, причем, значительная часть воды рек доставляется дождями. К этому типу относятся реки стран с суровой и снежной зимой и дождливым летне-осенним периодом: большинство рек нашей страны (Восточно-Европейская равнина, Западно-Сибирская равнина), реки Скандинавии, Восточной Германии, северной части США.

Тип E. Вода доставляется дождями, она выше в холодные месяцы, но правильное периодическое изменение невелико. Этот тип преобладает в Средней и Западной Европе - бассейны рек Везера, Мааса, Шельды, Сены, реки Англии (кроме северо-западных гор) и др.

Тип F. Вода доставляется дождями, она выше в холодное время, чем летом, и разница значительна. Реки получают воду только в дождливое время осенью и зимой. Летом реки нередко пересыхают. К этому типу принадлежат реки Испании (вне гор), некоторой части Ирана, Малой Азии, северного берега Африки (от Туниса до Марокко), Калифорнии, Чили, южной и западной частей Австралии.

Тип G. Отсутствие рек и вообще постоянных водотоков вследствие сухости климата. К районам без рек принадлежит Сахара, Каракумы и Кызылкум, большая часть Аравии, центральные плоскогорья Азии, обширные плоскогорья Северной Америки по обе стороны Скалистых гор и др.

Тип H. Страны, где дождливое время коротко и реки имеют воду тогда и несколько времени после, а в остальное пересыхают или превращаются в ряд луж с подземным течением и промежутках между ними. Таковы, например, северная степная часть Крыма, степи по нижнему течению Куры и Аракса, часть Монголии.

Тип I. Страны без рек. Вследствие того, что они сплошь покрыты снегом и ледниками, здесь реки заменяются ледниками с их подледниковыми потоками. К такому типу стран можно отнести, например, Гренландию.

В тех случаях, когда один из источников питания имеет более 80 % годового стока, ему придается наименование "почти исключительно", остальные источники питания не учитываются. Если вклад данного источника составляет от 50 до 80% годового стока, то ему придается наименование "преимущественно". Наконец, когда преобладающий вид питания не превышает 50% годового стока, то ему придается наименование "преобладает". Такие же градации приняты для характеристики сезонов года весна, лето, осень, зима. Таким образом, классификация М.И. Львовича позволяет рассчитывать сочетание 12 групп источников питания: четыре источника питания, по три градации в каждом с 12-ю группами распределения стока по сезонам: четыре сезона, по три градации в каждом, т. е. всего 144 разновидности режима рек.

Естественные сочетания различных комбинаций источников питания с разными вариантами распределения стока позволили выделить основные зональные типы водного режима: полярный, субарктический, умеренный,

субтропический, тропический и экваториальный. Реки полярного типа питаются за счет таяния полярных льдов и снегов. Сток на них наблюдается только в период короткого полярного лета. Реки субарктического типа питаются талыми снеговыми водами за счет многолетней мерзлоты. Многие из них промерзают зимой до дна. Подъем воды наблюдается в летнее время (Яна, Индигирка, Виллой).

Первая группа рек, с преобладанием *снегового* питания, является наиболее распространенной; к ней принадлежит подавляющее большинство рек нашей страны. Бассейны рек со снеговым питанием занимают более 75 % территории Русской равнины; Западную Сибирь, Средне-Сибирскую низменность, крайний северо-восток Сибири и др. Снеговое питание рек обусловлено таянием в весеннее время снега, накопившегося в течение зимы. Объем воды, поступающей в реки от снеготаяния, зависит от количества снега, накопившегося зимой, метеорологических условий осени и весны, интенсивности таяния снега и других причин. Несмотря на относительно небольшую продолжительность таяния снежного покрова для равнинных рек (в степной зоне в среднем 5-10 дней, и в лесах севера-30-40 дней), продолжительность стока талых вод составляет 1,5-3 месяца, в течение которых, реки получают 50-80 % всего годового питания. В горных районах таяние снега начинается в предгорьях и с повышением температур воздуха охватывает новые высотные зоны бассейна. Такие условия снеготаяния являются причиной повторных паводков на некоторых реках.

Среди этой группы можно выделить целый ряд характерных типов, отличающихся друг от друга как по количественной доле основного источника питания (снега), так и в части того значения, которое имеют второстепенные источники питания. Так, реки, стекающие с Алтайских гор, питаются частично за счет таяния высокогорных снегов, однако последние по своему значению почти равноценны снеговому, поэтому эти реки отнесены к смешанному питанию.

Дождевое питание рек происходит от периодически наблюдающихся дождей (муссонного климата), а также от обложных и ливневых осадков. Периодические дожди играют большую роль в питании рек тихоокеанского склона (Зеи, Амура и др.); обложные и ливневые дожди отличаются большим непостоянством и выпадают преимущественно в

летнее и осеннее время года. Ливневые осадки могут давать довольно интенсивное питание рекам с небольшими бассейнами, создавая иногда паводки, как это имеет место на европейской территории. Здесь выпадающие дожди для некоторых рек являются главным источником питания. Дождевые осадки не полностью поступают в реку, часть из них теряется безвозвратно на испарение и впитывание в землю. На величину поверхностного питания реки от дождей влияет интенсивность, продолжительность и частота выпадения осадков, водопроницаемость грунтов, слагающих бассейн, растительный покров, размеры речного бассейна и рельеф его склонов.

Грунтовое питание. В количественном отношении такие реки занимают подчиненную роль среди других видов питания. Более или менее значительных рек, у которых доля грунтового питания превышала бы 50% годового стока, практически на территории РФ почти нет. Имеют место лишь сравнительно небольшие районы, где распространены реки смешанного питания с преобладанием грунтового. К таким районам относятся территории, где обильное грунтовое питание связано с особым геологическим строением (вулканические туфы, поглощающие осадки), и подгорные шлейфы, где обильный сток с гор поглощается мощными рыхлыми отложениями, а в более низких частях дает начало выходам ключей. Грунтовое питание учитывается, однако, еще весьма не точно. В западных районах Европейской части СССР (например, в бассейне Припяти) доля грунтового питания, по-видимому, значительно выше, чем предполагалось до сих пор, и достигает 50% годового стока

Ледниковое питание рек наблюдается в условиях высокогорных районов от таяния ледников и вечных снегов. Преобладающее значение ледникового питания наблюдается только в верховьях рек, расположенных близ ледника. На таяние ледников влияет тепловая солнечная энергия, температура воздуха и др. Наибольшее ледниковое питание рек происходит в летнее время, когда и наблюдается резкое увеличение их водоносности; например, на р. Сыр-Дарье максимальные расходы воды проходят обычно в теплые месяцы года (июнь-август). Преимущественно ледниковое питание имеют верховья горных рек Средней Азии и Кавказа.

Искусственное питание рек может быть обусловлено деятельностью человека посредством отвода воды одной реки в другую. Например, в

целях орошения земель в бассейнах рек Егорлык и Западного Маныча прорыт Невинномысской канал, который забирает воду из Кубани и сбрасывает ее в Егорлык, намного увеличивая его водность.

Смешанное питание рек является самым распространенным и обусловлено участием различных видов питания реки в течение года; например, питание Кубани происходит снеговыми, ледниковыми, дождевыми и подземными водами.

Питание подземными водами осуществляется непосредственным выходом их в речное русло. Доля подземного питания рек колеблется от 0 до 40 %, иногда до 60 % от общего годового питания рек. Запасы подземных вод пополняются в основном весной, в муссонном климате - поздним летом и осенью от выпадения дождей.

Расчеты речного стока. Величина стока реки зависит не только от количества выпавших осадков, но и от распределения их от времени. Осадки, выпавшие в зимний период, обычно дают большой поверхностный сток и значительно увеличивают водность рек весной. Если осадки выпадают в летний, жаркий период, то значительная часть их теряется на испарение и просачивание в почву.

В практике гидрологических расчетов в целях учета и сопоставления стока для различных рек и для различных створов на одной реке используются следующие определения.

1. Объем стока реки, который протекает через данный створ реки за промежуток времени – за сутки, месяц, год, выражается в кубических метрах или кубических километрах – $W \text{ м}^3$ или км^3 .

2. Расход воды в км^3 за секунду – $Q \text{ м}^3/\text{сек}$, который характеризует водность реки у данного створа в любой момент времени. Для сопоставления водности реки у разных створов или для различных рек пользуются значением среднего расхода реки за длительный период – за декаду, месяц, год, многолетний. Значение среднего расхода реки за какой-либо период можно определить путем деления объема стока за этот период на число секунд в нем, т. е. $Q_{\text{ср.}} \text{ м}^3/\text{сек} = W \text{ м}^3 / T \text{ сек.}$, откуда $W = Q_{\text{ср.}} \cdot T$.

3. Модуль стока – расход воды, стекающий за одну секунду с единицы площади бассейна реки. В практике гидрологических расчетов модуль стока выражается в литрах в секунду с 1 км площади бассейна (Мл/сек

/км²). Зная для какого-либо пункта на реке расход воды и площадь бассейна, модуль стока определяют из соотношения:

$$\text{Мл/сек с 1 км}^2 = 1000Q \text{ м}^3/\text{сек}/F \text{ км}^2.$$

4. Высота слоя стока представляет собой выраженную в миллиметрах высоту слоя воды. Значения стока получится, если объем стока распределить равномерно по площади бассейна. Если известны объем стока за период и площадь бассейна, то высота стока определяется из выражения $h \text{ мм} = W \cdot 10^3 / F \cdot 10^6 = W / 1000F$. В этой формуле в знаменателе 10^6 переводное число квадратных километров в метры, в числителе 10^3 – перевод в мм.

Между значением высоты слоя стока h и модулем стока M можно, пользуясь равенством, установить зависимость. Если известно значение среднего модуля стока M за период, например, за год, тогда объем стока за год с площади в 1 км^2 будет составлять:

$W \text{ м}^3 = MT/1000 = M \cdot 31,56 \cdot 10^6 / 1000 = 31,56 \cdot 10^3 M$, где $31,56 \cdot 10^6$ – число секунд в году для среднего года. Подставляя значение W в равенство 4, получим для года

$h \text{ мм} = W / 10^3 F = 31,56 \cdot 10^3 M / 10^3 = 31,56 M$. Аналогичным образом получим для месяца в 30 дней ($T = 30 \cdot 24 \cdot 60 = 2,59 \cdot 10^6$ сек) $h \text{ мм} = 2,59 M$. Аналогичным образом получим для месяца в 30 дней: $h \text{ мм} = 2,59 M$.

5. Коэффициент стока представляет собой отношение стока h с данной площади за промежуток времени к величине слоя осадков x , выпавших на эту площадь за тот же промежуток времени: $n = h/X$.

Коэффициент стока является безразмерной величиной, которая всегда меньше единицы. Величина его показывает, какая доля осадков, выпавших в бассейне, стекает в реку. Значение коэффициента стока можно вычислить только для длительного многолетнего периода. Для более короткого периода (год, сезон, месяц) вычисленная величина n является условной, так сток реки за короткий период вызван не только осадками этого периода, но и частью осадков за предшествующий период. Например, сток за период весеннего половодья определяется в основном за счет зимних осадков.

Контрольные вопросы

1. Определение Воейковым реки по климатическим условиям. Дождевое питание рек
2. Снеговое питание рек
3. Ледниковое питание рек

1. 10. Тепловой и ледовый режим рек

Реки вместе с водой выносят в океаны, моря и внутренние водоемы не только твердые осадки и химические вещества, но и большое количество тепла. Среднегодовая температура воды обычно выше средней годовой температуры воздуха, т.к. зимой в реке вода подо льдом не охлаждается ниже 0°C .

Распределение температуры воды по живому сечению неодинаково как для периода с открытой водной поверхностью, так и в период ледостава. *Живое сечение* - условный вертикальный разрез на гидрометрическом посту, в котором скорость течения больше порога чувствительности прибора, которым измеряют скорость течения. Повышение или понижение средней температуры на данном участке реки обуславливается теплообменом между этим участком и атмосферой, ложем и соседними участками реки. Большая разница температур воды вызывается количеством притоков подземных вод и притоков с резко отличающейся температурой. Значительная разница в температуре воды наблюдается на р. Ангаре в месте впадения левобережного притока более теплой реки Иркут, из-за чего разность температур воды у левого берега и середины реки достигает 9°C . Влияние холодных вод озера Байкал на температуру Ангары в теплый период года заметен на расстоянии 1170 км от истока. Направление течения реки может обуславливать некоторое несоответствие термического режима и местных метеоусловий. На больших реках, текущих с юга на север (это реки Сибири), температура воды в верховьях низкая, затем в степной и лесостепной зоне она повышается от интенсивного нагрева и от притоков, несущих более теплые воды. В нижнем течении она снова понижается. Реки, имеющие широтное направление течения, характеризуются однородностью температуры воды по длине потока. Замерзание рек раньше всего начинается на крайнем северо-востоке Сибири - в конце сентября. В октябре ледостав появляется на реках Центральной и Восточной Сибири, в первой половине ноября замерзают реки Дальнего Востока и Западной Сибири.

Суточная амплитуда колебаний температуры воды зависит от метеоусловий (это солнечная радиация, температура воздуха и почвы,

осадки, испарение и поверхности воды) и от водности реки: чем больше водность, тем меньше суточная амплитуда. Годовой ход температуры воды зависит от изменения температуры воздуха.

Охлаждение воды реки начинается задолго до ледообразования, с того момента, когда тепловой поток направлен от водной поверхности в атмосферу. Зимний период начинается с момента устойчивого появления отрицательной температуры воздуха, охлаждения речных вод ниже 0°C и появления на реке льда. При нагревании от 0 до $3,98^{\circ}\text{C}$ вода сжимается. Когда температура падает ниже 4°C , более холодная вода, как менее плотная, остается на поверхности и замерзает, а подо льдом сохраняется положительная температура.

Активная реакция воды обусловлена концентрацией водородных ионов, но используют не саму концентрацию, а водородный показатель рН. Он равен отрицательному десятичному логарифму концентрации водородных ионов в воде. При $\text{pH} = 7$ и температуре 25°C вода считается нейтральной, при менее 7 – вода кислая; при более 7 – щелочная. Жесткость воды зависит от концентрации ионов кальция и магния. Углекислый газ образуется вследствие распада карбонатных соединений при выщелачивании горных пород или в результате биохимических процессов окисления органических веществ, как в самих водоемах, так и в почве.

Период зимнего режима рек делят на три характерные фазы: замерзание реки, включающее время осеннего ледохода, ледостав и вскрытие рек. Когда температура воды опускается до 0°C , на реке начинается ледообразование. Возле берегов рек, на отмелях и в заливах, т. е. местах с малыми скоростями течения и глубинами, где быстрее охлаждается вода, появляются первые кристаллы льда. Примерзая к берегам, они становятся неподвижными, и, смерзаясь между собой, образуют полосы льда, прикрепленные к берегу – это *забереги*. Забереги бывают первичные, постоянные и наносные.

Первичные забереги – очень тонкий лед, появляющийся в тихую морозную ночь на мелководных участках со слабым течением у берегов. Появление и исчезновение первичных заберегов может быть многократным. *Постоянные* забереги появляются при устойчивой морозной погоде. Их развитие идет довольно быстро, они наращивают

свою толщину и разрастаются в ширину, постепенно намораживаются и превращаются в ледяные валы высотой иногда более метра. *Наносные* забереги образуются при смерзании принесенного во время ледохода льда и обычно имеют шероховатую и торосистую поверхность. *Торосы* – это нагромождение льдин, образующихся в результате бокового давления ледяных полей друг на друга.

Одновременно с образованием заберегов, а иногда и раньше, на реках появляется *сало*. Сало представляет собой плывущие по поверхности воды прозрачные ледяные кристаллики толщиной до нескольких миллиметров в виде мелких игл и очень тонких пластинок, издали похожих на пятна застывшего на воде жира.

При обрушении в воду масс снега с крутых высоких берегов, при сдувании снега со склонов, а также выпавший обильный снег на не замерзшую водную поверхность, не тает, а идет на образование *снежницы*. Она представляет собой снег в воде, плывущий комковатыми скоплениями, слегка возвышающимися над водой в виде несмерзшейся рыхлой массы, напоминающей вату.

В результате переохлаждения воды при открытой водной поверхности происходит образование и рост кристаллов внутриводного льда в толще воды и на дне потока. Лед, образовавшийся в виде рыхлой непрозрачной массы, состоящий из скопления кристаллов льда различных размеров и форм, примерзший к подводной части русла, называется *донным* льдом. Большие скопления донного льда в виде ледяных плотин могут вызывать повышения уровня воды и создавать перепады высотой более 1 метра. Образование внутриводного льда создает большие затруднения при эксплуатации водопроводов, гидроэлектростанций.

Другой разновидностью внутриводного льда является *шуга*. Шуга – это рыхлые белесоватые комочки льда, появляющиеся осенью перед ледоставом, нередко содержащие в себе ил, песок, гальку. Они образуются из ледяного сала и снежницы, а иногда из всплывающего донного льда. Она передвигается вместе с водой в виде кашеобразной массы. Она также может быть в неподвижном состоянии под ледяным покровом. Подледная шуга называется *зажором*. Она может вызывать подъем уровня и затопление прибрежных участков реки. На некоторых реках зажорное

состояние может сохраняться в течение всей зимы. Для борьбы с зажорами явлениями прибегают к взрывным и ледокольным работам.

Сало, снежницы и шуга, оторвавшиеся забереги иногда образуют плывущие по реке льдины. Это явление называется осенним *ледоходом*. В местах, где появляются препятствия движению льдин - это рукава, сужения реки, повороты, острова, мели, образуются *заторы*, вызывающие подпор воды, уменьшающие скорость течения. Наибольшая продолжительность осеннего ледохода отмечается на реках, вытекающих из крупных озер (Нева, Ангара). С увеличением числа льдин и их размеров скорость движения ледяных полей уменьшается и в местах сужения русла в условиях отрицательных температур воздуха приводят к быстрому смерзанию ледяных полей и образованию сплошного ледяного покрова, или ледостава. К концу зимы ледяной покров на реках Восточной Сибири достигает толщины 1,5-2,0 м, на реках северной и центральной части ЕТС не более 1 м, в южных районах не превышает 20-40 см.

В ледяном покрове иногда сохраняются участки открытой воды, называемые полыньями. Возникают они на участках с большими скоростями течения (более 0,7 м/сек), в местах выхода грунтовых вод, или притока более теплых вод. Вскрытие рек начинается около берегов, и вдоль берегов протягиваются полосы воды безо льда – *закраины*.

Наледи – это ледяное образование, возникающее в результате замерзания воды, выходящей через трещины льда на его поверхность. Наиболее крупные наледи в Хабаровском крае выявлены выше Николаевска – в пос. Маго, Новоторицкое, Тахта, Тыр, Сусанино. Здесь они занимают всю ширину русла и протягиваются на десятки километров в длину.

С наступлением периода положительных температур начинается таяние льда и поступление воды в реки за счет поверхностного стока. Таяние льда наиболее интенсивно происходит вдоль берегов за счет поступления талых вод с бассейна. Вдоль берегов образуется понижение, по которому вода течет и размывает ледяной покров. Образующиеся при этом полосы воды, свободные ото льда, называются *закраинами*.

Изучение колебаний уровня воды в реках имеет большое значение для хозяйственной деятельности человека. На судоходных реках колебания уровня определяют величину глубин и возможность плавания на

отдельных участках реки. При прохождении высоких вод населенные пункты, расположенные в прибрежной зоне, подвергаются наводнениям, что в некоторых случаях связано с крупными бедствиями. При наличии детально изученного уроневого режима возможно рациональное строительство различных гидротехнических сооружений (гидростанций, плотин, мостов, пристаней и др.). Осуществление мелиоративных мероприятий (орошение, осушение), связанных со строительством каналов, также требует изучения уроневого режима рек. Уровень является важным показателем состояния реки.

Уровнем воды в реке называется положение свободной водной поверхности над некоторой условной плоскостью. Уровень воды в реке постоянно изменяется. Основной причиной, вызывающей его изменения, является приток воды в реку от талых вод снегов и ледников, дождей и подземных вод. Чем больше приток воды, тем значительно повышается уровень. Кроме этого, основной причины, на колебания уровня могут оказывать влияние и такие факторы, как:

- ледовые явления создающие дополнительное сопротивление движению воды, при преодолении которого уменьшаются скорости течения и повышается уровень воды.
- русловые деформации, вызывающие понижение или повышение дна русла реки
- зарастание русла водной растительностью уменьшает пропускную способность русла реки, увеличивает шероховатость и вызывает повышение уровня;
- ветровые явления (нагоны и сгоны) вызывают повышение и понижение уровня воды, особенно в устьевых участках рек;
- приливы и отливы периодически изменяют положение уровня воды в устьях;
- искусственные сооружения: водоподъемные плотины, запруды, мосты, насосные станции.

В зависимости от преобладания поверхностного или подземного питания в течение года на равнинных реках выделяют периоды, значительно различающиеся по колебаниям уровня и водности:

- весеннее половодье вызывается таянием снега, скопившегося за зиму,

- летняя межень - период низкого стояния воды, когда реки получают питание главным образом за счет подземных вод. При этом выпавшие атмосферные осадки почти не дают поверхностного стока, так как значительная их часть расходуется на испарение. В межень на малых реках уровни воды падают наиболее низко, а некоторые реки даже пересыхают. Летняя межень иногда нарушается кратковременными повышениями уровня воды, вызванными ливневыми паводками;

- осенний период характеризуется постепенными понижениями уровня воды, вызванными осенними обложными дождями и уменьшением испарения с поверхности бассейна;

- зимняя межень - после установления ледостава на реках наблюдается кратковременный подъем уровня за счет дополнительного сопротивления движению воды со стороны нижней поверхности льда. Затем происходит постепенное понижение уровня в результате прекращения поверхностного питания и уменьшения притока подземных вод. Обычно в течение зимнего периода наблюдаются низкие уровни воды. Иногда при значимых оттепелях или в теплые зимы наблюдается поверхностный сток талых вод, вызывающих зимний паводок.

На основе многолетних и непрерывных наблюдений на водомерном посту можно установить общий характер колебаний уровня реки и определить следующие характеристики уровенного режима в пункте наблюдений: амплитуду колебаний уровня, повторяемость и продолжительность стояния уровня воды и характерные уровни, свойственные отдельным фазам режима реки.

Контрольные вопросы

1. *Тепловой режим рек.*
2. *Распределение температуры воды по живому сечению реки*
3. *Начало ледового режим рек. Забереги.*
4. *Понятия: сало, снежницы, внутриводный и донный лед зажор, затор.*
5. *Типы уровенного режима рек*

Литература

Добровольский В.В. Геология: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 320 с.

Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 384 с.

Кириченко В.В., Щекина М.В. Наука о Земле: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во Моск. горн. ун-та, 2005. 238 с.

Костюкевич Н.И. Лесная метеорология. Минск: «Вышэйш. школа». 1975. 288 с.

Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. М.: ВО «Агропромиздат». 1989. 720 с.

Росликова В.И., Горнова М.И. Почва – надежный дом живых существ. Научн.-метод. Пособие. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. 123 с.

Сверлова Л.И. Динамические и статистические закономерности в природе. М.: Мегалион. 2004. 168 с.

Соломенцев Н.А., Львов А.М., Смирненко С.Л., Чекмарев В.А. Гидрология суши. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1961. 448 с.

Хабаров А.В. Яскин А.А. Почвоведение. М.: Колос, 2001. 232 с.

Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). Л.: Гидрометеоздат, 1978. 544 с.

Оглавление

	Введение	3
1.	1. ГИДРОЛОГИЯ	4
1.1.	Общие сведения о гидрологии и свойствах воды	4
1.2.	Круговорот воды на земном шаре	11
1.3.	Подземные воды	15
1.4.	Озера	22
1.4.1.	Общие понятия и классификация озер	22
1.4.2.	Деление озер по степени минерализации. Газовый состав озер	33
1.4.3.	Прозрачность и цветность озер. Органическая жизнь озер	36
1.5.	Водохранилища и болота	38
1.6.	Многолетняя мерзлота и ее гидрологическое значение	50
1.7.	Реки	52
1.7.1.	Главные реки и притоки	53
1.7.2.	Истоки и устья	55
1.8.1.	Речные долины	59
1.8.2.	Речное русло	62
1.9.	Деление рек по типам питания	65
1.10.	Тепловой и ледовый режим рек	72

НАУКИ О ГЕОСФЕРАХ. ГИДРОЛОГИЯ

Учебное пособие

Морина Ольга Михайловна
Дербенцева Алла Михайловна
Морин Виталий Алексеевич

Главный редактор Л.А. Суевалова
Редактор Л.С. Бакаева
Оператор компьютерного набора О.М. Морина

Подписано в печать 25.11.2013 Формат 60x84/16
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая
Усл. печ.л. 11.16. Усл.-изд. л. 12.00
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Тихоокеанского государственного университета
680035, г.Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета
680035. Хабаровск, Тихоокеанская, 136