

**Гидросфера –
водная оболочка
Земли**

Основная литература:

1. Богословский Б.Б., Общая гидрология. – М., 1984.
2. Гидросфера: Учеб.пособие для пед.вузов (гриф) - М.: Просвещение, 1976.
3. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г., Общая гидрология – Гидрометеоиздат, Ленинград, 1973.
4. Залогин Б.С., Кузьминская К.С. Мировой океан: Учебное пособие. – М., 2001.
5. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Общая гидрология. – М., 1991.

Гидрология (наука о воде) занимается изучением природных вод, явлений и процессов, в них протекающих, а также определяющих распространение вод по земной поверхности и в толще почво-грунтов, и закономерностей, по которым эти явления и процессы развиваются

ПРЕДМЕТ изучения гидрологии – **ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**: океаны, моря, реки, озера и водохранилища, болота и скопления влаги в виде снежного покрова, ледников, почвенных и подземных вод.

определение географических характеристик водных объектов (их распределения по территории, размеров, общих описаний)

Основные направления гидрологических исследований:

выяснение физических закономерностей взаимодействия воды с окружающей средой (законы перемещения водных масс, испарения воды, таяния снега и ледяного покрова, воздействия воды на речное ложе и пр.)



Объект и предмет изучения вод суши

- **Гидрометрия** рассматривает методы измерений и наблюдений, ведущихся с целью изучения гидрологического режима вод.
- **Гидрографии** занимается описанием водных объектов определенных территорий и выяснение закономерностей их географического распределения.
- В задачу **общей гидрологии суши** входит освещение общих закономерностей, управляющих процессами формирования и деятельности вод суши (например, выяснение закономерностей формирования гидрографической сети, процессов влагооборота, связи гидрологических явлений с метеорологическими факторами и условиями подстилающей поверхности).
- В **инженерной гидрологии** рассматриваются методы расчета и прогноза характеристик гидрологического режима, вопросы водохозяйственного строительства.
- Содержание **физики вод суши (гидрофизики)** составляют исследования физических и механических свойств природных вод в любом агрегатном состоянии, закономерностей испарения в природе, в частности с поверхности воды и суши, образования, таяния снега и льда, термического режима водоемов и других процессов, связанных с фазовыми превращениями воды.
- **Гидрохимия** занимается исследованием химических свойств вод суши, проблемой качества вод.
- Изучение закономерностей перемещения водных масс, волнений, сгонно-нагонных явлений, течений объединяется понятием «**динамика вод суши**».
- В задачу науки о **русловых процессах** входит изучение явлений и процессов, происходящих под воздействием комплекса различных природных и антропогенных факторов, и выражающихся в изменениях формы и параметров речных русел.

Понятие о «гидросфере»:

- Гидросфера – водная оболочка Земли (Зюсс, 1888 г.).
- Гидросфера – земная оболочка, представленная в виде скоплений поверхностных вод (Вернадский), часто отождествлял гидросферу с Мировым океаном.
- Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, включающая только свободные воды (без химически и физически связанной воды в земной коре) (Львович).
- Гидросфера – единая оболочка, включающая все виды природных вод (Алпатьев).
- Гидросфера – это свободные поверхностные и подземные воды, а также химически и физически связанная вода земной коры (Ермолаев).

Гидросфера находится в тесной взаимосвязи с другими геосферами



С **земной корой** связывает подземная вода, а с мантией Земли – ювенильная подземная вода, т.е. впервые вступающие из глубин Земли в подземную гидросферу.



С **биосферой** взаимосвязи сложнее.

- участие воды в биологических процессах, начиная от возникновения жизни.
- образование при ее участии в процессе фотосинтеза органического вещества - основы животного мира и почвообразования.
- связана процессом транспирации.



С **атмосферой** связывает атмосферная влага

Происхождение гидросферы

Наиболее распространенные гипотезы

Эндогенное

дегазация расплавленной магмы, выбросы воды в виде пара вулканами через источники типа современных «черных» или «белых» курильщиков

Космическое

в составе про-Земли и метеоритов, астероидов

Эндогенное и космическое

Образование первичных гидросферы и атмосферы можно представить в два этапа

Первый этап

Первичная Земля имела воду в виде льда в форме частичек или даже крупных включений. Движущийся из недр планеты тепловой фронт расплавил лед, освободил «прилипшие» к частицам молекулы газа и вытеснил эту массу жидкого и газообразного вещества на поверхность.

Второй этап

Усиливающийся тепловой поток начал плавить первичное вещество и освобождать химически связанную воду и газы, т. е. начался процесс дегазации.

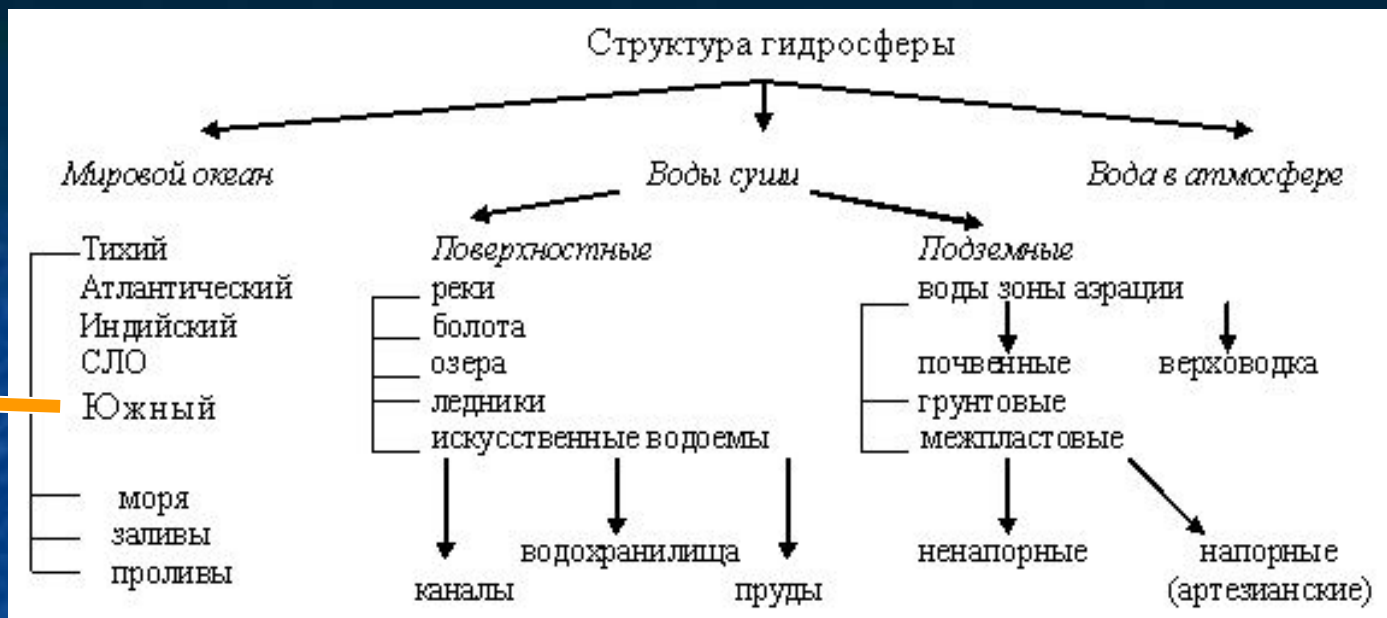
Этапы развития гидросферы

Развитие шло вместе с литосферой, атмосферой и биосферой

Эра	Основной характер развития
Кайнозой	закладывается основа современной гидросеры
Мезозой	закладываются очертания современных океанов
Палеозой	земная кора дифференцируется на материковую и океаническую. поэтому гидросфера подразделяется на мировой океан и воды суши.
Протерозой	появляются зеленые растения, поэтому часть воды расходуется на фотосинтез; в гидросфере появились два противоположно направленных процесса: поступление воды из мантии и изъятие ее фотосинтезом. атмосфера насыщается O_2 . одновременно шло развитие материков, горообразование, формирование мощной коры выветривания. эти процессы также связывали значительную массу воды и O_2 .
Архей	происходило поступление ювенильной воды из мантии, растений еще не было, поэтому вода не разлагалась фотосинтезом; объем гидросферы увеличивался.

Свойства природных вод

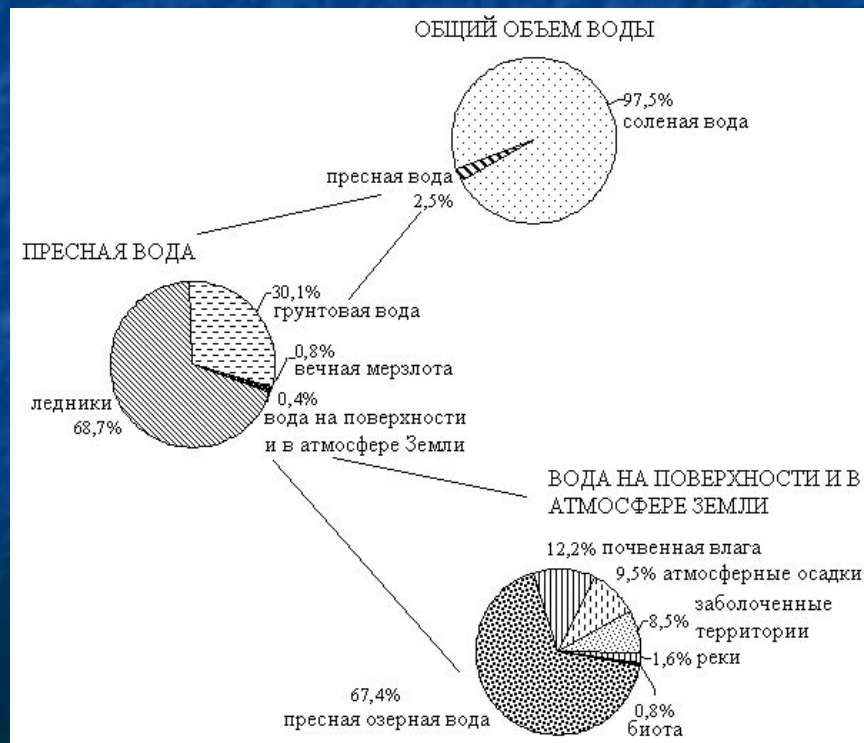
№	Свойства воды	Значение в природе
1	Вода H_2O – простейшее и устойчивое соединение Н с O_2 . Благодаря этому – вода сильный растворитель	Вода может растворять одновременно несколько веществ. Позволяет поставлять питание растениям, животным, вода участвует в биологических и технологических процессах.
2	Вода – вещество у поверхности Земли присутствующее в трех агрегатных состояниях	Вездесущность воды, что важно для биологических процессов
3	Вода является мощным геологическим фактором. Она растворяет и разрушает минералы и горные породы	Способствует рельефообразованию
4	Необычное поведение воды при обычных температурах	Лед не тонет, а плавает на поверхности и пресноводные водоемы не промерзают до дна. Морская вода замерзает иначе, чем пресная.
5	Вода имеет самые высокие значения теплоемкости по сравнению с другими веществами	Обеспечивает поглощение большого количества тепла водоемами. Водоемы летом не пересыхают, растения и животные не погибают.
6	Вода имеет больше поверхностное натяжение	По капиллярам в почве вода может подниматься на большую высоту и не замерзает в капиллярах даже при $-30^{\circ}C$.



* Существуют споры относительно целесообразности выделения этих вод в отдельный океан.

Многие не поддерживают его существования и делят южные воды между тремя соседними океанами.

Этот океан очень редко отображается на географической карте мира.



Запасы воды на земном шаре, (по В.Н. Михайлову и А.Д. Добровольскому, 1991)

Виды природных вод	Площадь		Объем, тыс. км ³	Доля в мировых запасах, %		Средний период условного возобновления запасов воды (активность водообмена)
	млн. км ²	площадь суши, %		от общих запасов воды	от запасов пресной воды	
Вода на поверхности литосферы						
Мировой океан	361	-	1338000	96,4	-	2650 лет
Ледники и постоянный снежный покров	16,3	11	25800	1,86	70,3	9700 лет
Озера, в т.ч. пресные	2,1	1,4	176	0,013	-	17 лет
	1,2	0,8	91	0,007	0,25	-
Водохранилища	0,4	0,3	6	0,0004	0,016	52 дня
Вода в реках	-	-	2	0,0002	0,005	19 дней
Вода в болотах	2,7	1,8	11	0,0008	0,03	5 лет
Вода в верхней части литосферы						
Подземные воды в т.ч. пресные	-	-	23400	1,68	-	1400 лет
	-	-	10530	0,76	28,7	-
Подземные льды зоны многолетнемерзлотных пород	2,1	14	300	0,022	0,82	10000 лет
Вода в атмосфере и в организмах						
Вода в атмосфере	-	-	13	0,001	0,04	8 дней
Вода в организмах	-	-	1	0,0001	0,003	Несколько часов
Общие запасы воды						
Общие запасы воды в т.ч. пресной	-	-	1388000	100	-	-
	-	-	36700	2,64	100	-

Круговорот воды в природе



Влагооборот на Земле, непрерывный процесс перемещения воды в географической оболочке Земли, сопровождающийся её фазовыми преобразованиями.

Слагается
главным образом из:

- испарения воды
- переноса водяного пара на расстояние
- конденсации водяного пара
- выпадения осадков из облаков
- просачивания выпавшей воды - инфильтрации
- стока

Солнечная
радиация

Основные
факторы
влагооборота:

Сила тяжести
(приводит к падению
капель дождя, движению
рек и т.д.).

Значение влагооборота в природе:

1. Осуществляется перенос тепла и влаги;
2. Связывает земные оболочки, с круговоротом началось формирование географической оболочки;
3. Благодаря круговороту все воды гидросферы связаны между собой;
4. В процессе круговорота формируется пресная вода.

Атмосферное звено

- Характеризуется переносом влаги в процессе циркуляции воздуха и образованием атмосферных осадков.
- Общая циркуляция атмосферы обладает замечательным свойством — сравнительной устойчивостью из года в год, но при существенной сезонной изменчивости.
- Средний слой осадков составляет на суше *765 мм*, в океане - *1140 мм*, для всего земного шара - *1030 мм*, т. е. немногим более *1 м*. В объеме соответствующие величины равны: для суши - *113,5 тыс. км³ (22%)*, для океана - *411,6 тыс. км³ (78%)*, для всего земного шара - *525,1 тыс. км³*.
- Непосредственная роль циркуляции воздуха в круговороте воды заключается в перераспределении атмосферной влаги по земному шару.
- На материках осадков выпадает больше, чем атмосфера получает влаги за счет испарения с суши. Разница восполняется за счет переноса влаги атмосферы с океана на сушу.

Океаническое звено

1. Процесс испарение воды, что пополняет содержание водяного пара в атмосфере (более 86% испарения с поверхности океана и менее 14% - испарения с суши).
2. По акватории океана расход воды на испарение неравномерен:
 - В экваториальной зоне расход воды на испарение меньше годовой суммы осадков из-за большой облачности.
 - В умеренных широтах испаряется воды меньше, чем выпадает осадков, из-за недостатка тепла.
 - В тропической и субтропической зонах с поверхности океана испаряется влаги больше, чем выпадает, из-за высокой прозрачности атмосферы и большого количества тепла.
3. Происходит внутренний океанический водообмен под влиянием течений. (таблица).

Объем водных масс, переносимых течениями в океанах, и интенсивность их водообмена по В. Г. Карту (1962)

Океаны	Площадь, млн. км ²	Объем, млн. км ³	Годовой расход переносимых водных масс, млн. км ³	Интенсивность водообмена (число лет)
Тихий	180	725	6,56	110
Атлантический	93	338	7,30	46
Индийский	75	290	7,40	39
Северный Ледовитый	13	17	0,44	38
Мировой океан	363	1370	21,70	63

Литогенное звено

- Участие подземных вод в круговороте воды, весьма разнообразно.
- Глубинные подземные воды, главным образом рассолы, крайне слабо связаны с верхними слоями подземных вод и с другими звеньями круговорота воды. Весьма медленно просачиваясь вглубь и пополняясь за счет дегазации мантии, на глубинах (чаще всего более 1-2 км) образовались огромные скопления воды. Они обычно сильно минерализованы, вплоть до крепких рассолов, что служит главным признаком слабого обмена.
- Пресные подземные воды залегают преимущественно в зоне активного водообмена, в верхней части земной коры, дренируемой речными долинами, озерами и морями. Без этого источника водный режим рек был бы еще более изменчив - вода в реках появлялась бы лишь во время дождей или при снеготаянии, а в остальное время реки пересыхали бы. Лишь в аридных зонах подземные воды получают очень слабое питание, быстро иссякают и их участие в питании рек весьма незначительно.
- Распределение подземных вод по территории и интенсивность их возобновления связаны с геологическим строением и географической зональностью.
- Важен характер горных пород их сочетание, форма рельефа, экспозиция склонов и т.д.

Почвенное звено

- Почвенная влага отличается от подземных вод некоторыми особенностями.
- Во-первых, она связана с биологическими процессами в гораздо большей мере, чем подземные воды.
- Во-вторых, почвенная влага в большей мере, чем подземные воды, связана с характером погоды.
- Испарение происходит не только с поверхности почвы; почвенная влага расходуется также на транспирацию, корни растений поглощают влагу с той глубины, на которую они распространяются.
- Почвенной влагой, питаются подземные воды.
- Почвенное звено круговорота оказывает большое влияние на водоносность и водный режим рек.
- Хотя единовременный объем почвенной влаги относительно невелик, но она быстро сменяется и, играет большую роль в круговороте воды, в биогенных процессах и в хозяйственной жизни.

Речное звено

- Роль рек в процессе круговорота заключается в возвращении океану той части воды, которая переносится в виде пара атмосферой с океана на сушу.
- Все источники питания рек делятся на две группы: поверхностные и подземные. Их соотношение зависит ряда физико-географических факторов (климат, геология, рельеф, почвенно-растительный покров и др.).
- Поверхностный сток, или вода, стекающая в русла рек по поверхности почвы, может быть разного происхождения (снегового, дождевого, ледникового и подземного).
- Значительна роль человека на перераспределение речного звена.

Озерное звено

- С поверхности озера испарение больше, чем с суши, их окружающей.
- Озерное звено круговорота воды неразрывно связано с речным. Озер, не связанных с реками, очень мало.
- Главная роль проточных озер в круговороте воды - регулирование речного стока, его выравнивание во времени. Примерами могут служить р. Нева, сток которой хорошо зарегулирован целой системой озер, в том числе Ладожским и Онежским. Река Ангара почти идеально зарегулирована глубочайшим в мире и наибольшим в Азии оз. Байкал; сток р. Святого Лаврентия, зарегулирован системой Великих озер.
- Еще в большей степени водорегулирующее значение имеют искусственные озера - водохранилища. На земном шаре создано около 1400 водохранилищ.
- Важная особенность озер и водохранилищ в том, что они представляют собой более или менее замкнутые экосистемы, в которых протекает сложный комплекс взаимосвязанных процессов: механического характера (течение, волнение, движение наносов), физического (термические, ледовые явления), химического и биологического. В водоемах высокой степени проточности эти процессы приближаются к условиям рек.
- Но большие озера с относительно слабой проточностью (например, такие, как Байкал, Ньяса, Танганьика, Виктория, Верхнее, Мичиган), имеющие большой объем водной массы по сравнению с ее притоком, отличаются своеобразием экосистем.

Биологическое звено

- Это звено круговорота воды очень сложно и многообразно.
- Больше воды потребляется растениями, животными, человеком для поддержания жизненных функций организма.
- К биологическому звену круговорота воды относятся и водные животные и растения, для которых моря, озера, реки - среда существования.
- Фотосинтез происходит при участии воды.
- Транспирация - физический процесс, но от обычного испарения с неживого вещества она отличается некоторыми возможностями регулирования самим растением. Поэтому процесс транспирации вместе с тем является и физиологическим процессом.
- Расход воды на транспирацию зависит от большого числа факторов: от характера самого растения (степени его ксерофитности), от условий погоды, от наличия влаги в почве. В сухую жаркую погоду растение нуждается в расходовании большого количества воды на транспирацию.
- Испарение с почвы нельзя рассматривать изолированно от транспирации. Под пологом леса с поверхности почвы испаряется мало воды, независимо от ее наличия на поверхности. В этих условиях основная часть испаряющейся влаги происходит за счет транспирации.

Хозяйственное звено

- Использование водных ресурсов, их преобразования, направленные на улучшение их как одного из компонентов среды, окружающей людей, происходят в процессе круговорота воды.
- Высказывается мнение о том, что вода, используемая для хозяйственных нужд, снова попадает в круговорот воды, поскольку система этого процесса замкнута лишь в масштабе земного шара в целом.
- Однако такое понимание возврата воды в процессе круговорота слишком упрощенно. Вода, испарившаяся в процессе использования для хозяйственных нужд и поступившая в атмосферу в парообразном состоянии, не обязательно снова выпадет в виде осадков в том же районе. Чаще всего атмосферная влага переносится на большие расстояния и может сконденсироваться и выпасть в виде осадков далеко от района, где она поступила в атмосферу.

Водный баланс:

$$E = E_t + E_m = P$$

где,

E – испарение со всей поверхности Земли.

E_t - испарение с поверхности суши.

E_m – испарение с поверхности Мирового океана.

P – количество осадков выпавших за год на Земле.

Водный баланс вод суши

РАЗНИЦА

атмосферных осадков выпавших на поверхность суши и речного стока

Водный баланс вод Мирового океана

СУММА

атмосферных осадков выпавших на поверхность Мирового океана и речного стока

Годовой водный баланс Земли

Элементы водного баланса	Объем, км ³	Слой, мм
Периферийная часть суши (116 800 тыс. км ²)		
Осадки	106 000	910
Речной сток	41000	350
Испарение	65000	560
Замкнутая часть суши (32 100 тыс. км ²)		
Осадки	7500*	238
Испарение	7500	238
Мировой океан (361 100 тыс. км ²)		
Осадки	411600	1 140
Приток речных вод	41 000	114
Испарение	452 600	1 254
Земной шар (510 000 тыс. км ²)		
Осадки	525 100	1030
Испарение	525 100	1030

Годовые суммы составляющих водного баланса (по Л. И. Зубенок)

Широта	Испарение	Осадки	Материковый сток
60–50° с. ш.	105,0	57,4	47,6
50–40	114,0	86,3	27,7
40–30	96,2	121,2	25,0
30–20	81,5	141,1	59,6
20–10	124,7	148,8	24,1
10–0	193,0	127,0	66,0
0–10° ю. ш.	119,3	134,2	14,9
10–20	98,6	162,1	63,5
20–30	83,5	144,2	60,7
30–40	87,5	128,4	40,9
40–50	105,6	95,1	10,5
50–60	91,5	62,2	29,3
60° с. ш. – 60° ю. ш.	102,4	112,7	10,3

АКТИВНОСТЬ ВОДООБМЕНА

1. Для океана - около 3000 лет.
2. Для подземных вод - 5 000 лет,
3. Основная часть подземных вод представляет собой ископаемые рассолы. Такое их состояние объясняется крайне медленным водообменом. Продолжительность обмена таких вод оценивается в миллионы лет.
 - Интенсивность обмена подземных вод зоны активного обмена приблизительно оценивается в 300-350 лет, но если из этой зоны исключить малоподвижную часть подземных вод и выделить лишь ту их часть, которая питает реки, то активность ее водообмена может быть оценена в десятки лет.
1. Активности обмена почвенной влаги происходит в течение года, поскольку она наиболее тесно связана с атмосферными процессами и в основном подвергается сезонным колебаниям.
2. Общая активность обмена поверхностных вод суши 7 лет (реки, озера, болота).
3. Обмен русловых речных вод происходит каждые 0,031 года, т. е. каждые 11 суток, или 32 раза в течение года.
4. Смена всего объема атмосферной влаги в среднем происходит каждые 10 суток, или 36 раз в течение года.
5. Продолжительность смены всего объема покровных ледников достигает примерно 8 тыс. лет.
6. В целом вся гидросфера сменяется в среднем каждые 2800 лет.