

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

## **Горнопромышленная экология**

Лекция № 8

# **Загрязнение гидросферы**

Поисеева Саргылана Иннокентьевна, к.б.н., доцент кафедры  
«Техносферная безопасность» Горного института

A glass of water is shown in the foreground, with a city skyline and a globe in the background. The text is overlaid on the water and the globe.

**«Наступит время, когда  
человечество будет готово  
отдать все сокровища мира  
за глоток чистой воды».**

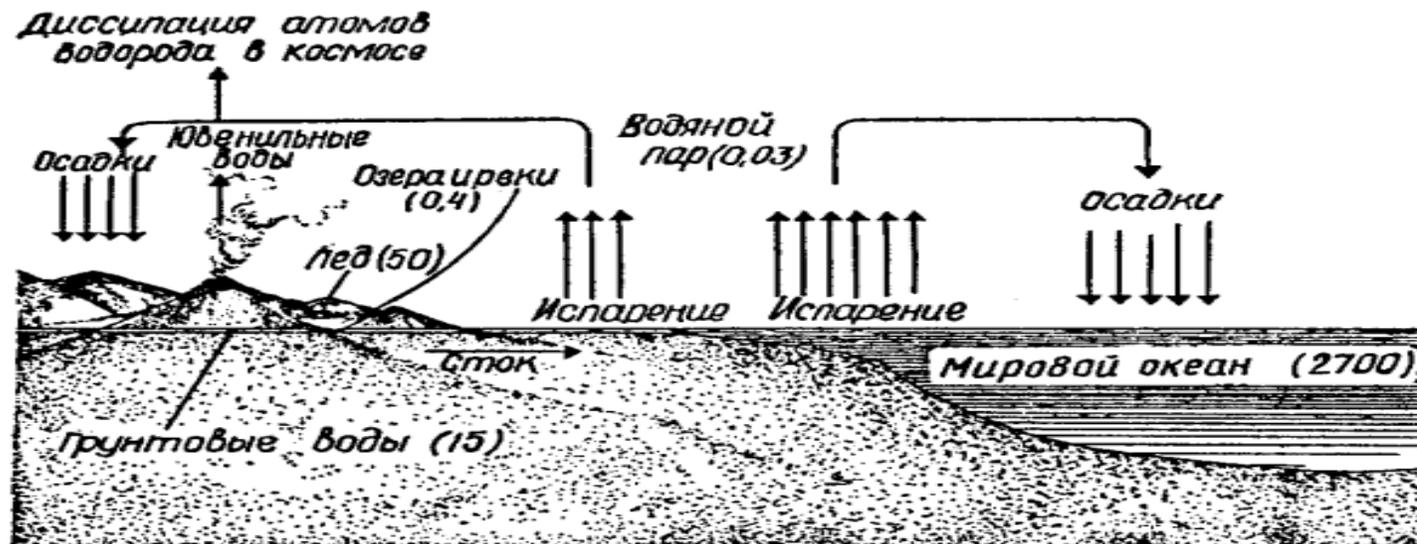
Вода занимает 75%  
поверхности Земли

**„Прежде природа угрожала человеку,  
- пишет Ж.-И.Кусто, - а сейчас человек  
угрожает природе“**



# Круговорот воды (гидрологический цикл)

- Вода является необходимой частью биосферы. Она входит в состав всех живых организмов и составляет до 90% их веса. Вода присутствует на Земле в Мировом океане и в виде воды континентов: льда, воды рек, озер, водохранилищ. Солнечная энергия и земное притяжение непрерывно перемещают воду между океанами, атмосферой, сушей и живыми организмами. Важнейшими процессами этого круговорота являются испарение (превращение воды в водяной пар), конденсация (превращение водяного пара в капли жидкой воды), осадки (дождь, изморось, град, снег) и сток воды назад в море для возобновления цикла.
- Под воздействием поступающей солнечной энергии вода испаряется с поверхности океанов, рек, озер, почв и растений и поступает в атмосферу. Ветры и воздушные массы переносят водяной пар в различные районы Земли. Понижение температуры в отдельных частях атмосферы приводит к конденсации водяного пара и образованию массы мельчайших капелек воды в виде облаков или тумана. В конце концов, капли воды сливаются вместе и становятся настолько тяжелыми, что выпадают на поверхность суши или водоема в виде атмосферных осадков. В среднем молекула воды находится в воздухе около 10 дней, прежде чем попадает с осадками на землю.



## **Человек вмешивается в круговорот воды** двумя способами:

- 1) забор больших количеств пресной воды из рек, озер и водоносных горизонтов. В густозаселенных или интенсивно орошаемых районах водозабор привел к истощению запасов грунтовых вод или к вторжению океанической соленой воды в подземные водоносные горизонты;
- 2) сведение растительного покрова суши в интересах развития сельского хозяйства, при добыче полезных ископаемых, строительстве дорог, автостоянок и других видов деятельности. Это приводит к уменьшению просачивания поверхностных вод под землю, что сокращает пополнение запасов грунтовых вод, увеличивает риск наводнений и повышает интенсивность поверхностного стока, тем самым, усиливая эрозию почв.

## Многолетняя мерзлота

- Отличительной особенностью природных экосистем большей части Севера и всей Якутии является многолетняя мерзлота, представляющая собой промороженную неоттаивающую столетиями толщу горных пород, часто с крупными массивами подземных льдов под слоем протаивающего грунта. Глубина протаивания поверхностных грунтов – сезонно-талого слоя (СТС) составляет от 20-30 см до 4-5 метров.
- Криолитозона (зона многолетнемерзлых пород) – природное явление весьма высокой динамичности, что связано с высокой льдистостью и весьма неустойчивым термодинамическим равновесием.
- Малейшие нарушения сложившегося в природе теплообмена в системе «атмосфера – поверхность почвы - литосфера» влечет за собой изменение температурного режима грунтов.
- Льды вытаивают, вода уходит из грунтов и оседает до 0,6 м на 1 м оттаявшей породы. Процесс вытаивания линз чистого льда или льда, являющегося наполнителем горных пород, как правило, сопровождается крупными нарушениями земной поверхности. Развиваются процессы, в основе которых лежит переход температур грунтов из отрицательных в положительные. Эти нарушения в виде просадок, провалов, эрозии, абразии называются **термокарстовыми явлениями**.

## Поверхностные воды

- Все водоемы Севера в течение 7-8 месяцев находятся подо льдом, что препятствует контактированию воды с воздухом. В связи со снижением температуры и уменьшением содержания кислорода в воде прекращается жизнедеятельность очищающих воду микроорганизмов.
- Следовательно, в зимнее время и без того низкая самоочистительная способность водоемов прекращается вообще. Особенно слабой способностью к самоочищению обладают стоячие воды, перемерзающие до дна. Толщина льда достигает 1,0-1,5 м, таким образом, любое, даже несильное загрязнение водоемов в зимнее время катастрофично.

В настоящее время проблема загрязнения водной среды является очень актуальной, т.к. сейчас люди начинают забывать всем известное выражение «вода – это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, но, даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он все равно продолжает наносить вред водным объектам, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами.

Основная масса воды сосредоточена в океанах. Испаряющаяся с его поверхности вода дает живительную влагу естественным и искусственным экосистемам суши. Чем ближе район к океану, тем больше там выпадает осадков. Суша постоянно возвращает воду океану, часть воды испаряется, часть собирается реками, в которые поступают дождевые и снеговые воды. Обмен влагой между океаном и сушей требует очень большого количества энергии: на это затрачивается до 1/3 того, что Земля получает от Солнца.

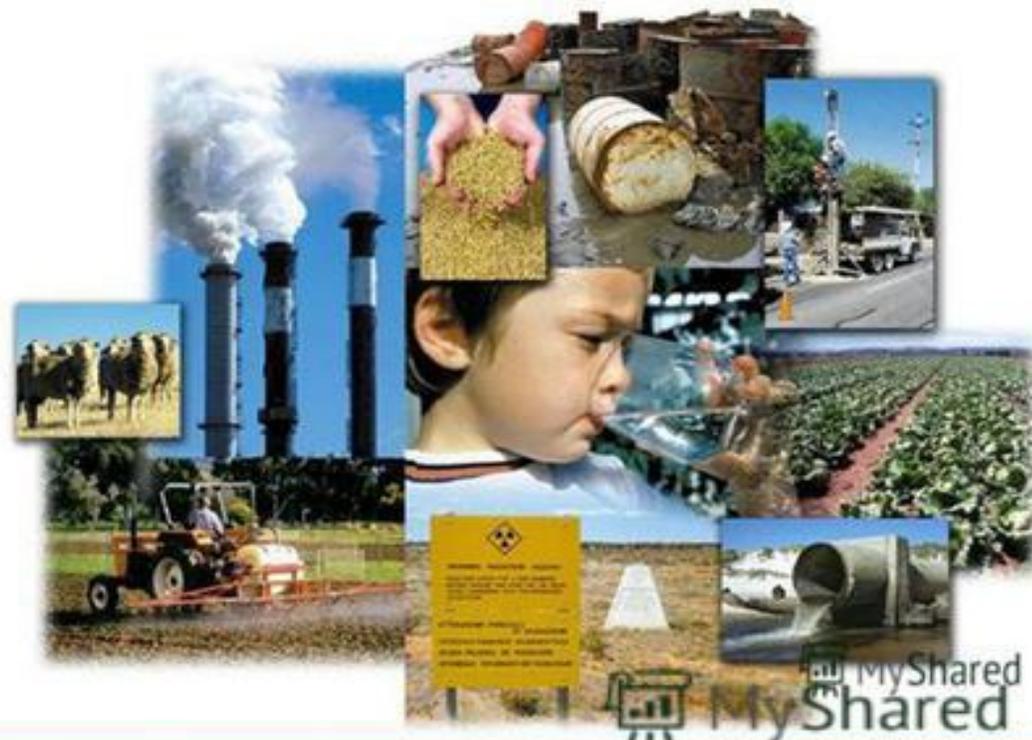
Цикл воды в биосфере до развития цивилизации был равновесным, океан получал от рек столько воды, сколько расходовал при её испарении. Если не менялся климат, то не мелели реки и не снижался уровень воды в озёрах. С развитием цивилизации этот цикл стал нарушаться, в результате полива сельскохозяйственных культур увеличилось испарение с суши. Реки южных районов обмелели, загрязнение океанов и появление на его поверхности нефтяной плёнки уменьшило количество воды, испаряемой океаном. Всё это ухудшает водоснабжение биосферы.

Принимая во внимание то значение, которое вода имеет для жизнедеятельности человека и всего живого на Земле, мы можем утверждать, что вода - одно из самых драгоценных сокровищ нашей планеты.

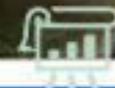
- **Загрязнение рек, озер в настоящее время продолжает оставаться одной из важнейших экологических проблем.**

**В связи с недостаточной очисткой воды, в водные источники попадает большое количество химических веществ, что в свою очередь приводит к гибели водных флоры и фауны.**

**Вода составляет 80% нашего организма, но вода, которую мы пьём, отравлена**



- **Вода, которую мы потребляем, должна быть чистой. Болезни, передаваемые через загрязненную воду, вызывают ухудшение состояния здоровья, инвалидность и гибель огромного числа людей, особенно детей. Такие болезни, как брюшной тиф, дизентерия, холера, инфекционная желтуха, туляремия, водная лихорадка, бруцеллез, полиомиелит - передаются прежде всего человеку в результате загрязнения водоисточников . Также вода подчас становится источником заражения человека животными паразитами — глистами**

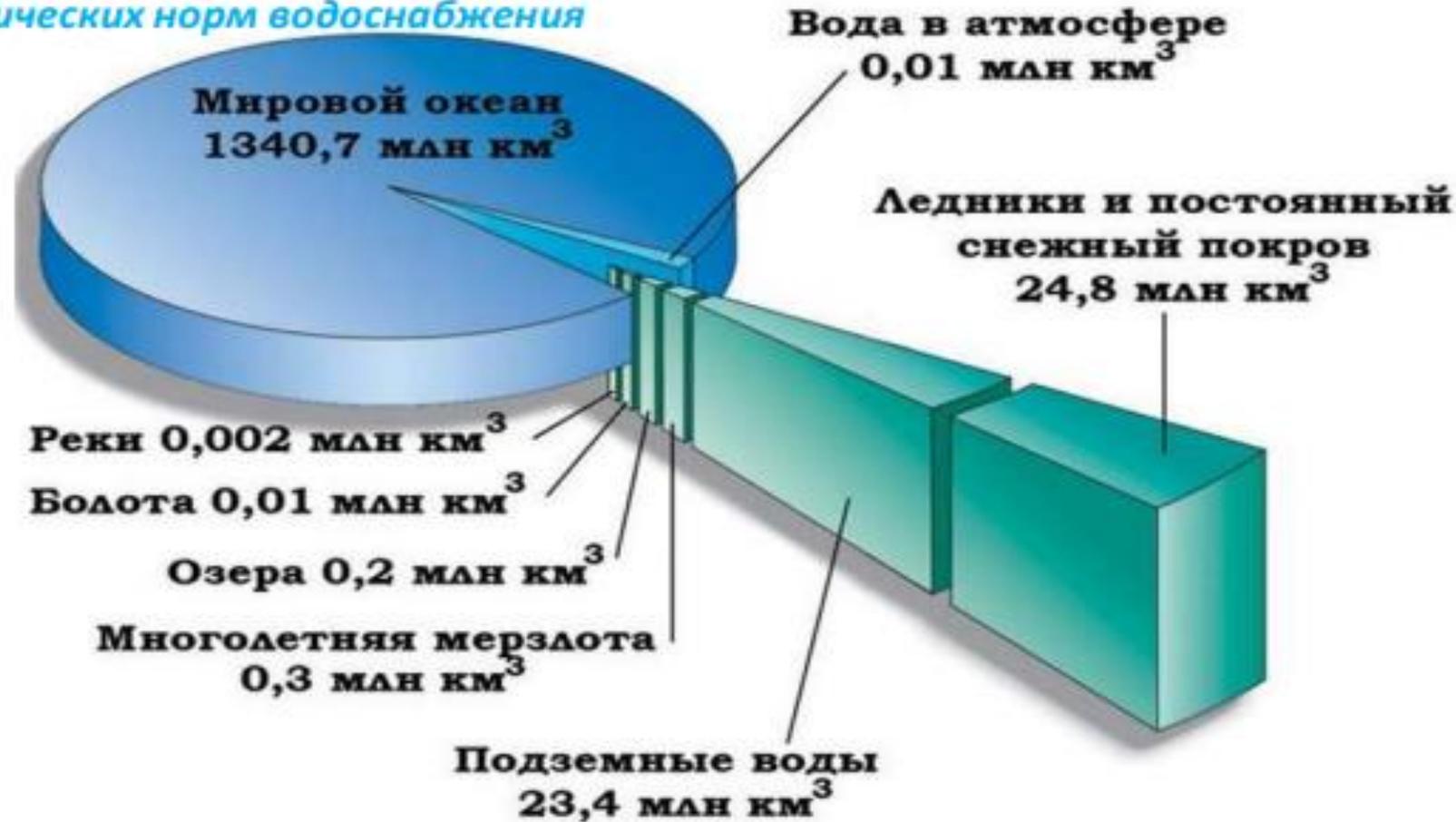


MyShared

[@esatonage/Flickr](#)

# Состав гидросферы Земли

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 80% всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения



На поверхности планеты, равной 510 млн км<sup>2</sup>, вода занимает 70,8%

## Водные ресурсы (ресурсы гидросферы)

**Гидросфера** – водная оболочка Земли, т. е. вся вода нашей планеты в твердом, жидком и газообразном состояниях.

Благодаря лучистой энергии Солнца и силе тяжести все воды на Земле тесно взаимосвязаны и образуют единый *круговорот воды в природе*.

Общий объем вод гидросферы составляет 1,4 млрд км<sup>3</sup>, в том числе:

Мировой океан (моря и океаны)

- около 96,5% вод гидросферы
- 361 млн км<sup>2</sup> площади земного шара (71%)
- объем воды – 1338000000 км<sup>3</sup>
- средняя глубина – 3700 м, максимальная глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- океаны: Тихий, Атлантический, Индийский, Сев. Ледовитый (некоторые ученые выделяют пятый – Южный океан)

ледники и постоянные снега – около 1,74% вод гидросферы

подземные воды – около 1,72%

озера – около 0,013%

почвенная влага – около 0,001%

болота – около 0,0008%

водохранилища – около 0,0004%

реки – около 0,0002%

вода в атмосфере – 0,001%

Общие запасы воды – 1389,5 млн км<sup>3</sup>

Общие запасы пресных вод – 35,8 млн км<sup>3</sup> (2,57% вод гидросферы)

68.7%- воды ледников

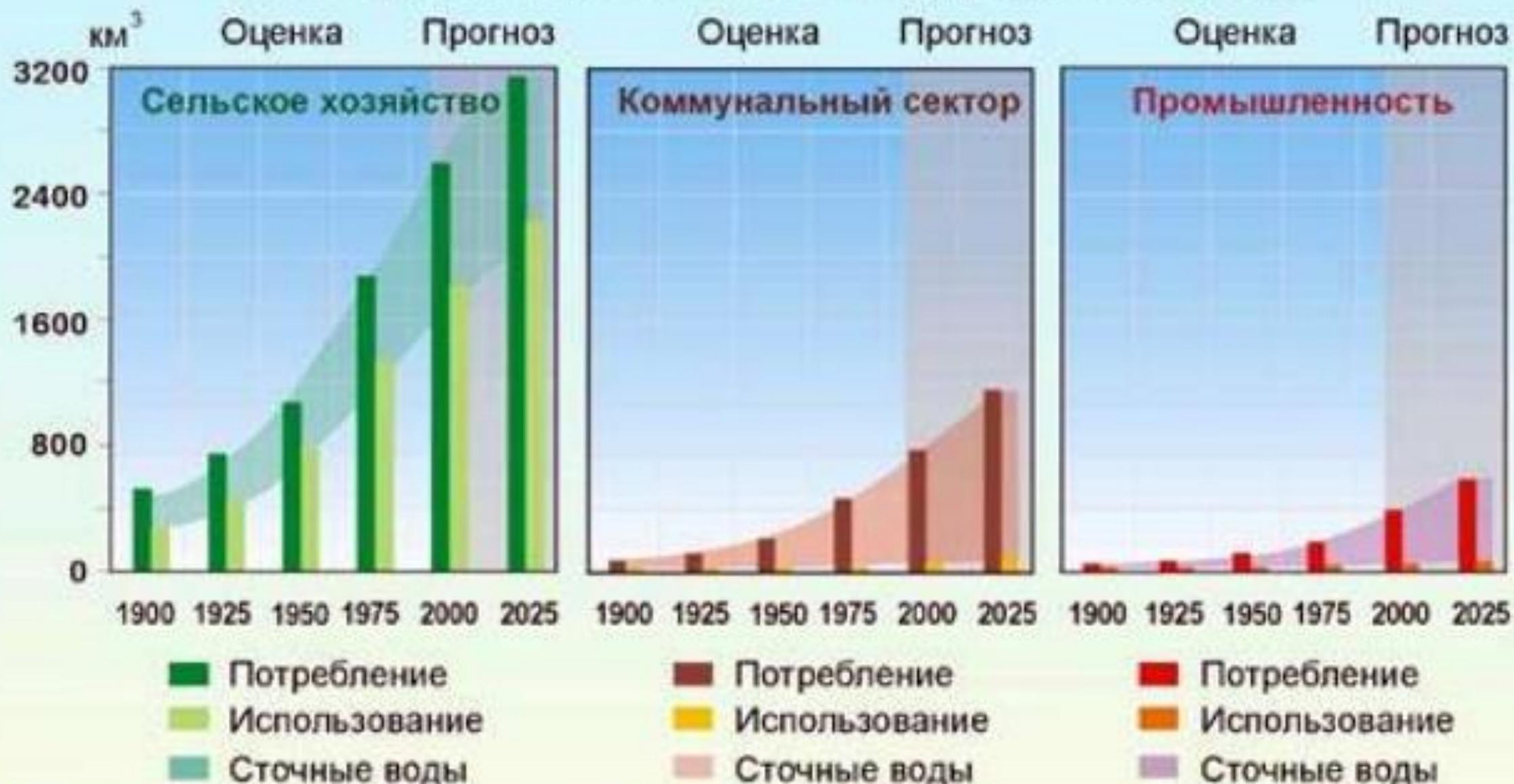
30.1%-пресные подземные воды

0.006%-речная вода

## Распределение суши и воды на земном шаре

Поверхность земного шара	Северное полушарие		Южное полушарие		Земля в целом	
	в млн км <sup>2</sup>	в %	в млн км <sup>2</sup>	в %	в млн км <sup>2</sup>	в %
Суша	100	39	49	19	149	29
Вода	155	61	206	81	361	71
Всего	255	100	255	100	510	100

# Глобальное использование воды по секторам



# Потребление воды в России

Объем использования воды  
- **62,5 км<sup>3</sup>**



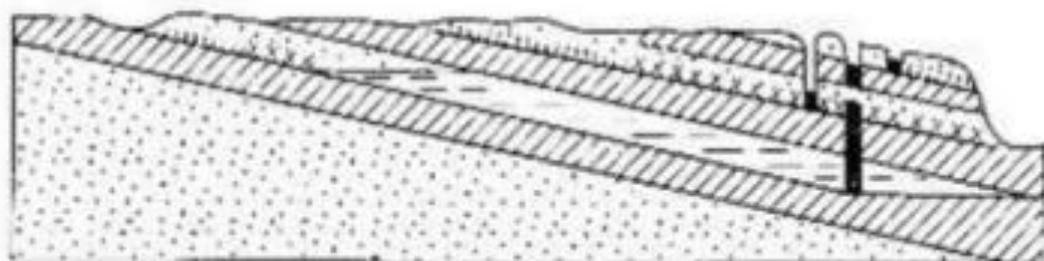
Скорость водообмена

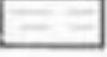
Объекты	Скорость водообмена
Мировой океан	2500 лет, полное перемешивание вод – 63 года
Подземные воды	1400 лет
Почвенная влага	1 год
Полярные ледники и постоянный снежный покров	9700 лет
Ледники горных районов	1600 лет
Подземные льды многолетней мерзлоты	10000 лет
Воды озёр	17 лет
Воды болот	5 лет
Воды в руслах рек	16 дней
Влага в атмосфере	8 дней
Вода в организмах	несколько часов



- **Подземные воды** – это воды, находящиеся в горных породах в жидком, твердом и газообразном состоянии.
- **Почвенные воды** заключены в почве и не имеют водоупора.
- **Верховодка** образуется на линзе водоупорных пород, залегает неглубоко, существует временно. В условиях континентального климата умеренного пояса она появляется весной после снеготаяния. иногда осенью.

- **Грунтовые воды** – воды первого от поверхности постоянного водоносного горизонта, на первом водоупорном слое.
- В водоносных слоях грунтовые воды передвигаются от мест с более высоким уровнем к местам с более низким уровнем.



-  – водопроницаемая порода
-  – водоупорная порода
-  – грунтовые воды
-  – межпластовые безнапорные воды
-  – межпластовые напорные воды

- Скорость движения грунтовых вод вычисляется по формуле Дарси:

$$v = k \cdot i$$

- $v$  – скорость движения (см/с или м/сутки),
- $k$  – коэффициент фильтрации водоносной породы,
- $i$  – уклон подземного потока.

- **Межпластовые воды** – это воды, заключенные между двумя водоупорными пластами.
- Они залегают глубже и поэтому **чище**, чем грунтовые.



- **Ненапорные воды** не полностью насыщают водоносный пласт, имеют свободную поверхность и стекают как грунтовые по уклону ложа.
- **Напорные воды** залегают в вогнутых тектонических структурах, насыщают весь водоносный слой и обладают гидростатическим напором. Вскрытые скважинами, они могут изливаться на поверхность или даже фонтанировать. Такие воды называют **артезианскими**.

# Категории водопользования



*Предельно допустимые концентрации веществ для различных категорий водопользования различны. \* санитарные ограничения регламентируют возможности купания при наличии одних веществ, а санитарно-гигиенические нормативы лимитируют использование воды для питья и приготовления пищи при наличии в ней других веществ.*

Состояние воды оценивается тремя группами показателей: санитарно-токсикологическими, общесанитарными и органолептическими

# Экологическое состояние речных вод

## Природные факторы

Изменчивость стока воды и наносов

Ледовой и русловой режим

Объем и состав атмосферных осадков

Активность солнечной радиации

## Антропогенные факторы

Регулирование речного стока плотинами и гидроэлектростанциями

Тепловое воздействие

Работы по улучшению условий судоходства

Карьерные разработки и береговое гидротехническое строительство

Загрязнение химическими соединениями при сбросах и выбросах, смыве с поверхности суши и выпадении из атмосферы

## Использование водных ресурсов

### водопотребление

- Связано с изъятием воды из водоемов, водотоков, подземных водоносных пластов
- Часть воды после прохождения очистки возвращается в гидрографическую сеть или водоносные горизонты
- Часть воды безвозвратно теряется из-за использования в сельскохозяйственной / промышленной продукции, при испарении, инфильтрации

### водопользование

- Вода является средством производства и не изымается из источников
- Отрасли водопользования: гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, водный туризм и др.

Для нормальной жизнедеятельности *каждому человеку* необходимо, примерно, 2,5 литра воды в сутки ( за 70 лет – почти 65т). С учётом всех видов потребления каждый человек расходует в год почти 2500 – 3000 куб.м воды.