

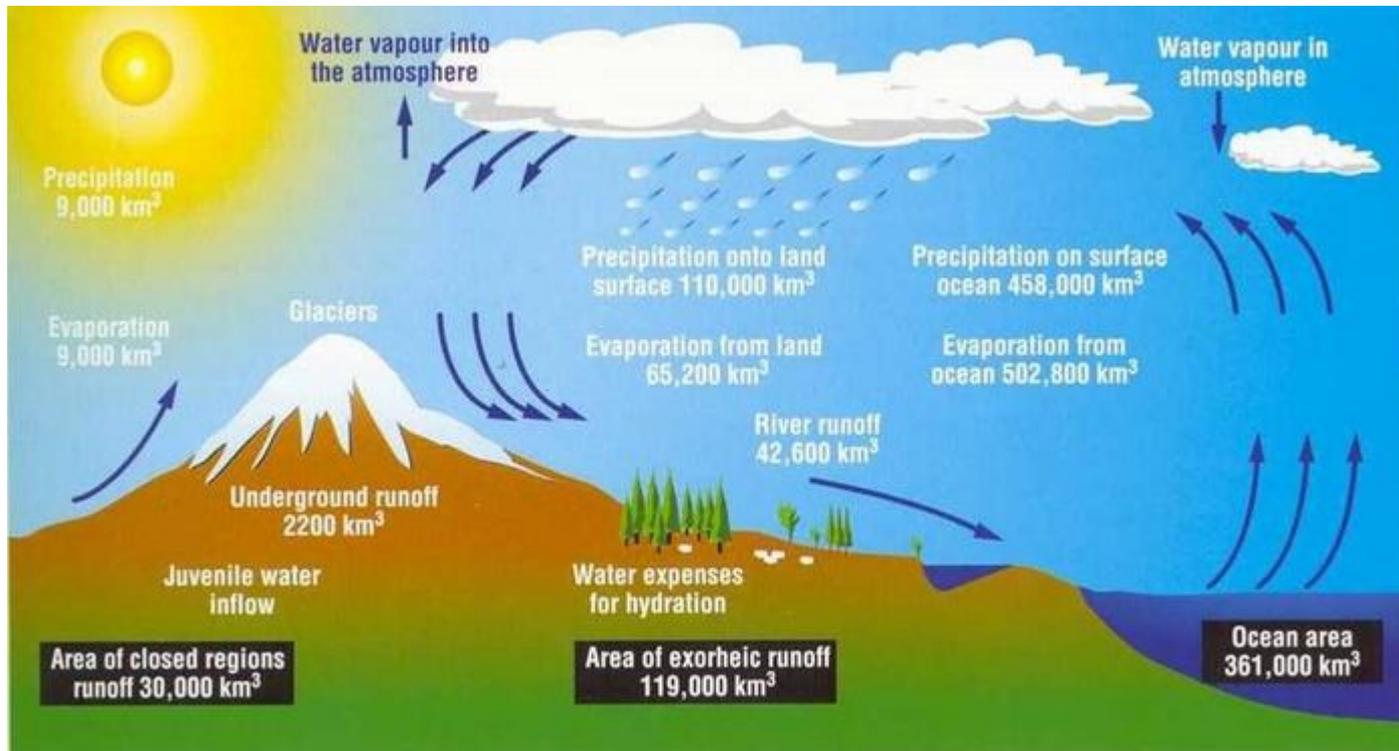
Саратовский государственный технический университет.  
Кафедра геоэкологии и инженерной геологии.  
Курс «Инженерная экология»

## Лекция 3

# **Антропогенное воздействие на гидросферу**

## Строение гидросферы и запасы воды

Гидросфера — водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и литосферой и представляющая собой совокупность океанов, морей, озер, рек, прудов, болот, подземных вод, ледников и водяного пара атмосферы. Гидросфера связана с другими элементами Земли — атмосферой и литосферой. Воды Земли находятся в непрерывном движении. Круговорот воды увязывает воедино все части гидросферы, образуя в целом замкнутую систему. Без гидросферы невозможно существование растений и животных, так как их клетки и ткани в основном состоят из воды.



## Строение гидросферы и запасы воды

Тип воды	Объем, тыс кубических километров	Доля мировых запасов, %	
		от общих запасов воды	от запасов пресной воды
Мировой океан	1338000	96,5	—
Подземные воды	23400	1,7	—
В том числе пресные воды	10530	0,76	30,1
Ледники и снежный покров	24064,1	1,71	68,1
Подземные льды	300	0,022	0,86
Воды озер	176,4	0,013	—
пресные	91	0,007	6,26
соленые	85,4	0,006	—
Воды болот	11,47	0,0008	0,03
Воды в руслах рек	2,12	0,0002	0,006
Биологическая вода	1,120	0,0001	0,003
Воды атмосферы	12,9	0,001	0,04
Общие запасы воды	1385984,61	100	—
В том числе пресные воды	35029,21	2,53	100

## Основные потребители воды

Самым крупным потребителем воды в настоящее время является сельское хозяйство. Для получения 1 т пшеницы необходимо  $1500 \text{ м}^3$  воды; 1 т риса — более  $7000 \text{ м}^3$ , 1 т хлопка — около  $10\,000 \text{ м}^3$ . На втором месте стоит промышленность.

Так, на производство 1 т продукции расходуется воды:

- $15\text{...}20 \text{ м}^3$  для стали, чугуна;
- $25\text{...}80 \text{ м}^3$  для серной кислоты;
- $80\text{...}180 \text{ м}^3$  для азотной кислоты;
- $400 \text{ м}^3$  для шерсти;
- $500 \text{ м}^3$  для синтетического волокна; •  $500\text{...}1000 \text{ м}^3$  для пластмасс;
- $2000\text{...}3000 \text{ м}^3$  для синтетического каучука.

В масштабах планеты различные отрасли промышленности (без энергетики) потребляют ежегодно  $215 \text{ км}^3$  воды, энергетика потребляет  $240 \text{ км}^3$  в год. По подсчетам специалистов, безвозвратное водопотребление составляет  $150 \text{ км}^3$  в год, т. е. 1% устойчивого стока пресных вод.

Развитие человеческого общества ведет к увеличению водо- потребления. Так, по расчетам специалистов, потребление воды в XXI веке ежегодно будет возрастать на 3%. Многие страны ощущают водное голодание, несмотря на то, что всего 1% водопотребления расходуется на бытовые нужды. Трудности с обеспечением водой испытывает около 2 млрд человек. По данным ООН, в развивающихся странах 15 млн детей в возрасте до 5 лет умирают ежегодно от болезней, связанных прежде всего с употреблением загрязненной воды. Наряду с общим ростом потребности в пресной воде происходит интенсивное ее загрязнение, в результате чего сокращается количество разведанных и освоенных источников чистой воды.

## Основные источники загрязнения гидросферы

Уровень загрязнения рек, озер, морей и океанов с каждым годом возрастает. Особую и едва ли не самую серьезную роль в загрязнении водных объектов играет сброс отработанных промышленных вод. Они загрязняют более 1/3 всего речного стока. Например, в США за 70 лет загрязненность рек выросла в 10 раз, что привело к запрещению купания в реке Миссисипи и ее притоках. Не лучшим образом обстоит дело и с водоемами, расположенными в Европейской части России.

Наибольший вклад в загрязнение водных объектов сточными водами вносят такие отрасли промышленности, как черная и цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая, целлюлозно-бумажная и пищевая.

В зависимости от технологических особенностей производств сточные воды можно разделить на:

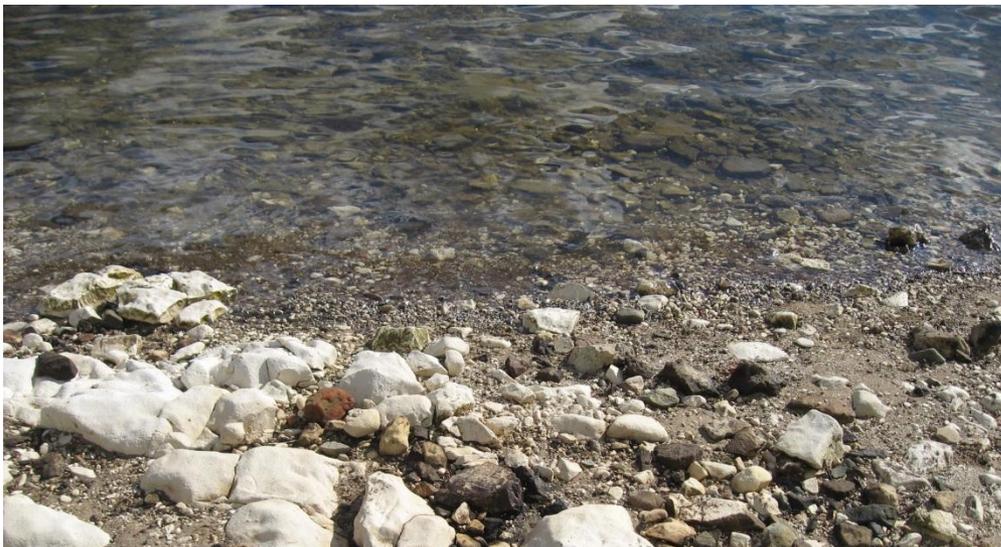
- реакционные воды, загрязненные как исходными веществами, так и продуктами реакции;
- воды, содержащиеся в сырье и исходных продуктах;
- воды после промывки сырья, продуктов, тары, оборудования;
- водные экстрагенты и абсорбенты;
- бытовые воды из туалетов, после мытья помещений, душевых;
- воды, стекающие с территории промышленных предприятий, загрязненные различными химическими веществами.

## Основные источники загрязнения гидросферы

Поверхностные воды в промышленно развитых густонаселенных регионах подвергаются загрязнению коммунально-бытовыми и промышленными стоками, стоками сельхозпредприятий и др. Например, в пределах столицы ежегодно в р. Москву станциями аэрации сбрасывается до  $4 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  сточных вод; к ним нужно добавить  $8 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  сточных вод, поступающих от промышленных предприятий. Всего в бассейн р. Москвы поступает  $9 \cdot 10^3$  т загрязняющих веществ, основу которых составляют соединения азота, нефтепродукты, металлы. Все это приводит к тому, что в черте города в водах р. Москвы в 2 раза возрастает количество взвешенных частиц, в 1,5 раза увеличивается минерализация, концентрация растворенного кислорода уменьшается до 1,5...2,0 мг/л, в 5 раз увеличивается концентрация биогенных элементов, в 2 раза по сравнению с фоновым возрастает содержание металлов и нефтепродуктов.

Еще одним источником загрязнения природных вод являются атмосферные воды, несущие в себе вымываемые из воздуха загрязняющие вещества промышленного происхождения. При стекании по поверхности земли атмосферные и талые воды увлекают за собой органические и минеральные вещества из почвы. В первую очередь это касается территорий санитарно неблагоустроенных населенных пунктов, сельскохозяйственных объектов и угодий, особенно в период весеннего паводка, что приводит к сезонному ухудшению качества питьевой воды.

# Пример загрязнения вод Волги нефтепродуктами на южной окраине г. Вольска



# Категории водопользования



*Водопользование* — это использование воды без изъятия ее из мест естественной локализации. В основном водопользователями являются рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт.

*Водопотребление* — это использование воды, связанное с изъятием ее из мест локализации с частичным или полным безвозвратным расходом или с возвращением в источник водозабора в загрязненном состоянии.

## Обеспечение качества водных объектов

Взятая из озера, реки или колодца вода должна быть безопасна для здоровья, иметь приятный вкус и не иметь запаха. Контроль качества и управление качеством воды в водных объектах призваны дать ответ на ряд вопросов, таких как какую воду следует считать чистой и безопасной, какие вещества и в какой концентрации загрязняют воду и т.п. Степень предельно допустимого загрязнения воды в водном объекте, зависящая от его физических особенностей и способности к нейтрализации примесей, рассматривается как предельно допустимая нагрузка (ПДН).

В общем случае допустимая нагрузка на водоем определяется как разность между установленной нормативной нагрузкой  $C_n$ , т.е. возможностью сброса, и уже существующей, т.е. фактической нагрузкой  $C_f$

$$C_{\text{доп}} = C_n - C_f$$

Необходимое качество воды в водоеме может обеспечиваться поддержанием соответствующих гидрохимических и гидрологических режимов. Попадающие в водоем токсиканты изменяют гидрохимический состав поверхностной воды и в зависимости от концентрации оказывают влияние на процессы формирования ее качеств. Поэтому контроль состояния водных объектов осуществляется по физическим, химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям .

## Обеспечение качества водных объектов

В России анализ состояния водных объектов проводят ряд организаций, относящихся к различным министерствам:

- *Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды* следит за количественными и качественными показателями поверхностных вод и их изменением под влиянием деятельности человека,
- *Центр санитарно-эпидемиологического надзора* контролирует водоемы и воду, используемые для питьевого водоснабжения, лечебно-оздоровительных целей;
- *Рыбохозяйственная инспекция* осуществляет надзор за водоемами, имеющими рыбохозяйственное значение;
- *Управление по геологии и использованию недр* контролирует использование подземных вод и осуществляет охрану их от истощения и загрязнения,
- *Комитет по водному хозяйству* следит за водопользованием и водопотреблением.

## Обеспечение качества водных объектов

Гидрохимический контроль качества воды состоит из системы контроля и наблюдений:

- за химическим составом воды водоемов и водотоков бассейна;
- поступающими атмосферными осадками,
- антропогенными источниками загрязнения

Гидрохимическая система контроля и наблюдений создается с учетом сбросов сточных вод, а также видов водопользования. Состав и объем гидрохимических наблюдений определяются требованиями, предъявляемыми органами государственного управления и надзора и основными водопользователями. При этом обычно устанавливаются:

- минерализация;
- содержание кислорода;
- биологическое потребление кислорода (БПК);
- химическое потребление кислорода (ХПК);
- содержание основных ионов, биогенных веществ, нефтепродуктов, детергентов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов

Определяются также физические параметры: цветность, температура. Объектами санитарных наблюдений являются водоемы, которые используются для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Створы обычно расположены вблизи пунктов санитарно-бытового водопользования. При наблюдениях собирают сведения об основных источниках загрязнения: 1) о санитарном благоустройстве населенного пункта; 2) об условиях отведения сточных вод; 3) о промышленных и других объектах, сбрасывающих сточные воды; 4) о качестве и составе сбрасываемых стоков; 5) о характере очистки и обеззараживания и т.д.

## Обеспечение качества водных объектов

ПДК разных веществ различаются лимитирующим показателем вредности (ЛПВ). При этом выделяют:

- органолептический ЛПВ, изменяющий органолептические свойства воды (цвет, запах, вкус);
- общесанитарный ЛПВ, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности, на скорость протекания процессов самоочищения;
- токсикологический ЛПВ, влияющий на организм человека и обитающих в воде животных.

Для водных объектов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения в основу приоритетности нормирования положены преимущественно токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты, а для водных объектов рыбохозяйственного назначения — в основном токсикологический и отчасти органолептический.

При питьевом и рекреационном назначении вода нормируется по 11 основным показателям. При этом ПДК установлено более чем для 1200 ядовитых веществ.

Вода, используемая для рыбохозяйственных целей, нормируется по 8 основным показателям. При этом ПДК разработано почти для 1000 веществ.

При наличии нескольких веществ, относящихся к одной группе лимитирующего показателя вредности, содержание загрязняющего вещества должно соответствовать условию

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где  $C_i$  — средняя концентрация  $i$ -го вещества в воде водного объекта;  $\text{ПДК}_i$  — предельно допустимая концентрация того же вещества;  $m$  — общее количество веществ данной группы ЛПВ, находящихся в воде исследуемого водного объекта.

**Значения ПДК для некоторых веществ в водных объектах  
хозяйственно-питьевого назначения**

Вещество	ПДК, мг/л, в водных объектах хозяйственно-питьевого назначения	Вещество	ПДК, мг/л, в водных объектах хозяйственно-питьевого назначения
Медь, никель, цинк	0,1	Железо	0,3
Аммиак	2,0	Нефть высокосернистая	0,1
Хлор активный	0,0	Нефть прочая	0,3
Капролактам	1,0	Фенол	0,001
Тетраэтилсвинец	0,0	Дихлорфенол	0,002
Свинец	0,03	Хлорофос	0,05
Бензол	0,5	Сероуглерод	1,0
Анилин	0,1	Нафтеновые кислоты	0,3
Гексахлорбензол	0,05	ДДТ (пестицид)	0,2
Нитраты по азоту	45,0		

## Регламентация поступления загрязняющих веществ в водные объекты

В случае защиты водоемов от попадания в них коммунально-бытовых отходов можно все источники разделить на два типа:

- жилые массивы, сточные воды которых попадают в природные водоемы через сливные и канализационные трубы; такие источники загрязнений называют стационарными или точечными;
- источники загрязнения, характерные, например, для сельской местности, от которых сточные воды поступают в природные водоемы с обширных поверхностей суши; их принято называть линейными или неточечными источниками загрязнения.

Сточные воды, содержащие растворенные и взвешенные вещества, отходящие в водные объекты, рассматриваются как сбросы. Сбросы могут быть неорганизованными, если они стекают в водный объект непосредственно с территории промышленного или сельскохозяйственного предприятия, не оборудованного канализацией или иными устройствами для сбора, и организованными, если они отводятся через специальные источники, т.е. водовыпуски, которые классифицируются по следующим признакам:

- по типу водоема, в который поступает сточная вода (озерные, речные, морские);
- по месту расположения выпуска: береговые (размещенные в пределах береговой полости), русловые (в виде трубопроводов, выводимых в русло реки до глубины более 30...40 м) и глубоководные (на глубину более 40 м);
- по конструкции распределительной части: сосредоточенные, рассеивающие и рассредоточенные);
- по типу оголовка, т.е. по конструкции сбросного устройства.

## Регламентация поступления загрязняющих веществ в водные объекты

Под предельно-допустимыми сбросами (ПДС) понимается масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению (в установленном режиме) в единицу времени. Для каждого конкретного случая при установлении лимита отведения сточных вод в водный объект и для прогнозирования степени загрязнения водного объекта вниз по течению проектируемого выпуска расчет значения ПДС производится на основе уравнения баланса, учитывающего фоновую концентрацию, гидрологические, гидравлические и гидродинамические особенности водного объекта.

Проекты ПДС разрабатываются и утверждаются для предприятий, учреждений и организаций, имеющих или проектирующих самостоятельно выпуски сточных вод в водные объекты в целях соблюдения ПДК в контрольных створах водопользования. Расчет ПДС, г/с, производится по наибольшим среднечасовым расходам сточных вод  $q_{ст}$ , м<sup>3</sup>/ч, фактического периода спуска сточных вод, по концентрации загрязнений  $C$ , мг/л или г/м<sup>3</sup>.

Значение ПДС, г/с, или г/ч, или т/год, с учетом требований к составу и качеству воды в водном объекте определяется как произведение наибольшего расхода сточных вод (обычно среднечасового)  $q$ , м<sup>3</sup>/г, и разрешенной предельной концентрации вредного вещества в сточных водах  $C_{ПДС}$ , г/м<sup>3</sup>. При расчете условий сброса сточных вод сначала находится значение  $C_{ПДС}$ , обеспечивающее нормативное качество воды в контрольных сбросах, а затем — ПДС согласно уравнению

$$ПДС = q C_{ПДС}$$

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Схема исследований  
характера сточных вод