

Лекция №3. Взаимодействие подземной гидросферы и техносферы

**Появление и трансформация
природно-техногенных
гидрогеологических систем
(ПТГГС)**

План лекции:

1. Понятие и структура ПТГГС
2. Терминологическая база описания ПТГГС
3. Районирование территорий по техногенной нагрузке: основные принципы и таксонометрические единицы
4. Основные этапы трансформации ПТГГС
5. Выводы: ПТГГС как объект мониторинга

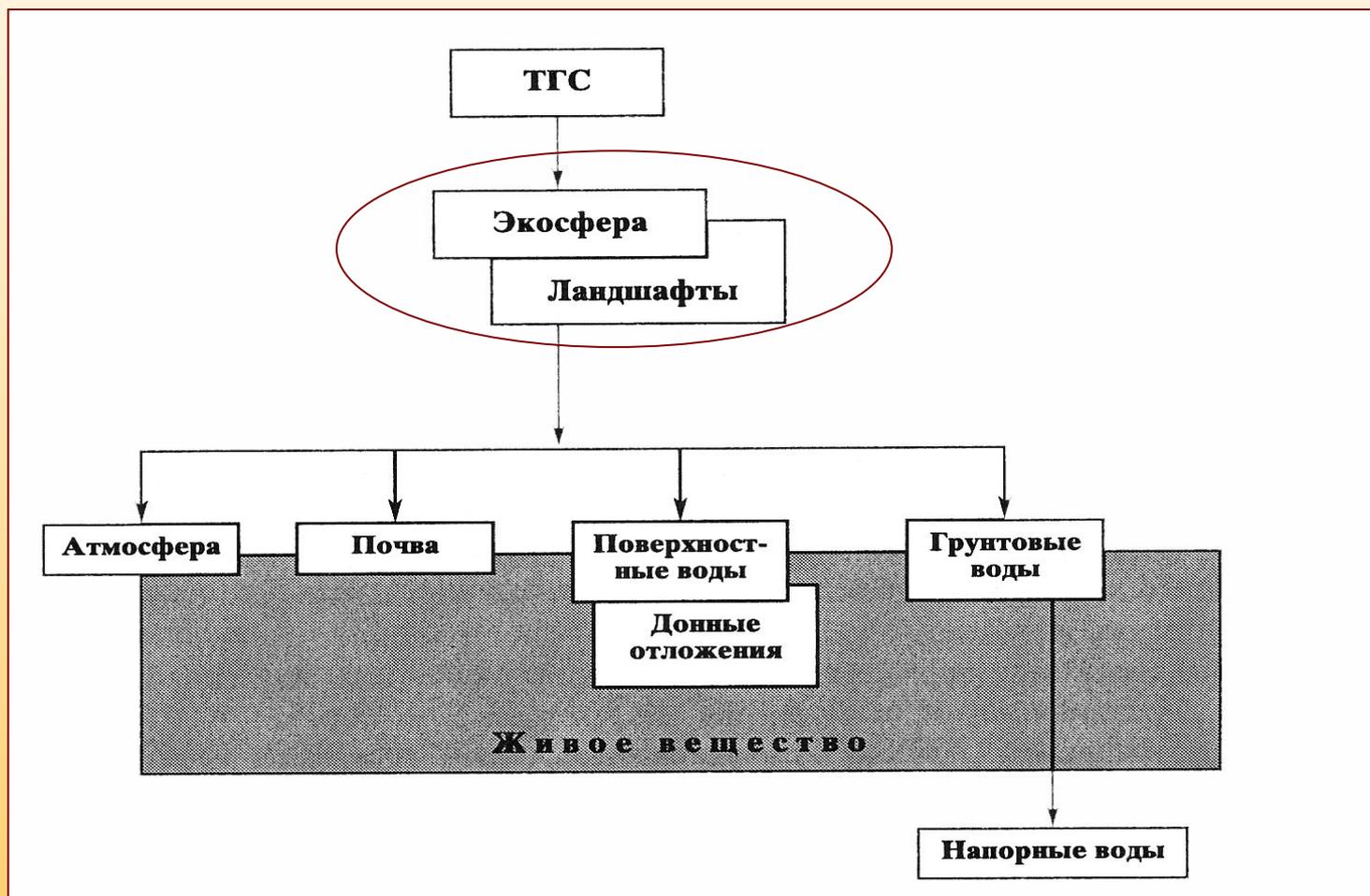
1. Понятие и структура ПТГГС.

ПТГГС – открытая динамическая система, включающая совокупность подсистем: ГГС (гидрогеологических систем), ЛКС (ландшафтно-климатических систем), ТГС (техногенных систем), которые объединены определенными связями и взаимоотношениями и находятся в состоянии взаимодействия на определенной стадии трансформации.

Три способа описания системы:

1. Морфологический (анализ внутреннего строения)
2. Функциональный (анализ деятельности: взаимодействие с окружающей средой и частями внутри системы)
3. Информационный (прогнозный)

Иерархическая структура ПТГГС



2. Терминологическая база описания ПТГГС.

- **Элемент системы** – простейшая неделимая часть системы
- **Подсистема** – формирует группу элементов системы, объединенных каким-либо видом взаимодействия
- **Структура системы** – соотношение элементов и подсистем в системе
- **Связи** – взаимообусловленность существования явлений, разделенных в пространстве и времени

Основные типы связей вне системы и внутри ее:

1. По форме движения материи: энергетические, функциональные, информационные
2. По силе: сильные, слабые
3. По направлению действия: прямые, обратные
4. По характеру влияния: связи подчинения, порождения (генетические), равноправные (безразличные), связи управления
5. По месту приложения: внутренние, внешние

- **Состояние ПТГГС:** ситуация системы в данный момент времени («фотография» системы)
- **Поведение ПТГГС:** способность системы переходить из одного состояния в другое
- **Равновесие ПТГГС:** способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго в отсутствие внешних управляющих воздействий
- **Гомеостаз ПТГГС:** устойчивое равновесное состояние ПТГГС в ее равновесии со средой (поддерживается за счет внутренних ресурсов системы - способности к адаптации и самоорганизации)

- **Цель ПТГГС:** некое конечное состояние, при котором объект вступает в определенную в пространстве или во времени связь с другим объектом или событием
- **Развитие ПТГГС :** характеризует поведение системы в условиях преориентации цели
- **Стагнация ПТГГС:** остановка в развитии («застой»)
- **Прогресс:** переход от низшего состояния к высшему
- **Регресс:** переход от высшего состояния к низшему

Система ПТГГС: основные подсистемы, элементы и их характеристики

ПТГГС

П О Д С И С Т Е М Ы

ТГС

ЛКС

ЭС

ГГС

Э Л Е М Е Н Т Ы

П О Д С И С Т Е М Ы

ТЕХНОГЕННЫЕ
ОБЪЕКТЫ

ЭЛЕМЕНТЫ
ЛАНДШАФТОВ

ЭКОСИСТЕМЫ

ГИДРО-
ДИНАМИЧЕСКИЕ
ПОДСИСТЕМЫ

ГИДРОГЕО-
ХИМИЧЕСКИЕ
ПОДСИСТЕМЫ

Х А Р А К Т Е Р Н Ы Е П О К А З А Т Е Л И

КОЛИЧЕСТВО
И СОСТАВ
ОТХОДОВ

Ландшафтные
ос-ти: геоморф.,
климатич., раст. и
живот. мир и т.д.

БИОТОПНЫЕ
БИОЦЕНОТИ-
ЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ

Гидро-
динамические
ос-ти и показатели

Гидро-
геохимические
ос-ти и показатели

- **Лимитирующий фактор** – минимальные изменения вызывают отклик системы
ЛФ использования ПВ

1. **Запасы** и пределы их восполнения

2. **Качество ПВ** (ПДК, превышение которых определяет токсичность подземных вод)

- **Предел толерантности** – за которым наступает гибель системы или подсистемы в целом

Нижняя и верхняя пороговая концентрация = лимитирующий фактор, предел толерантности

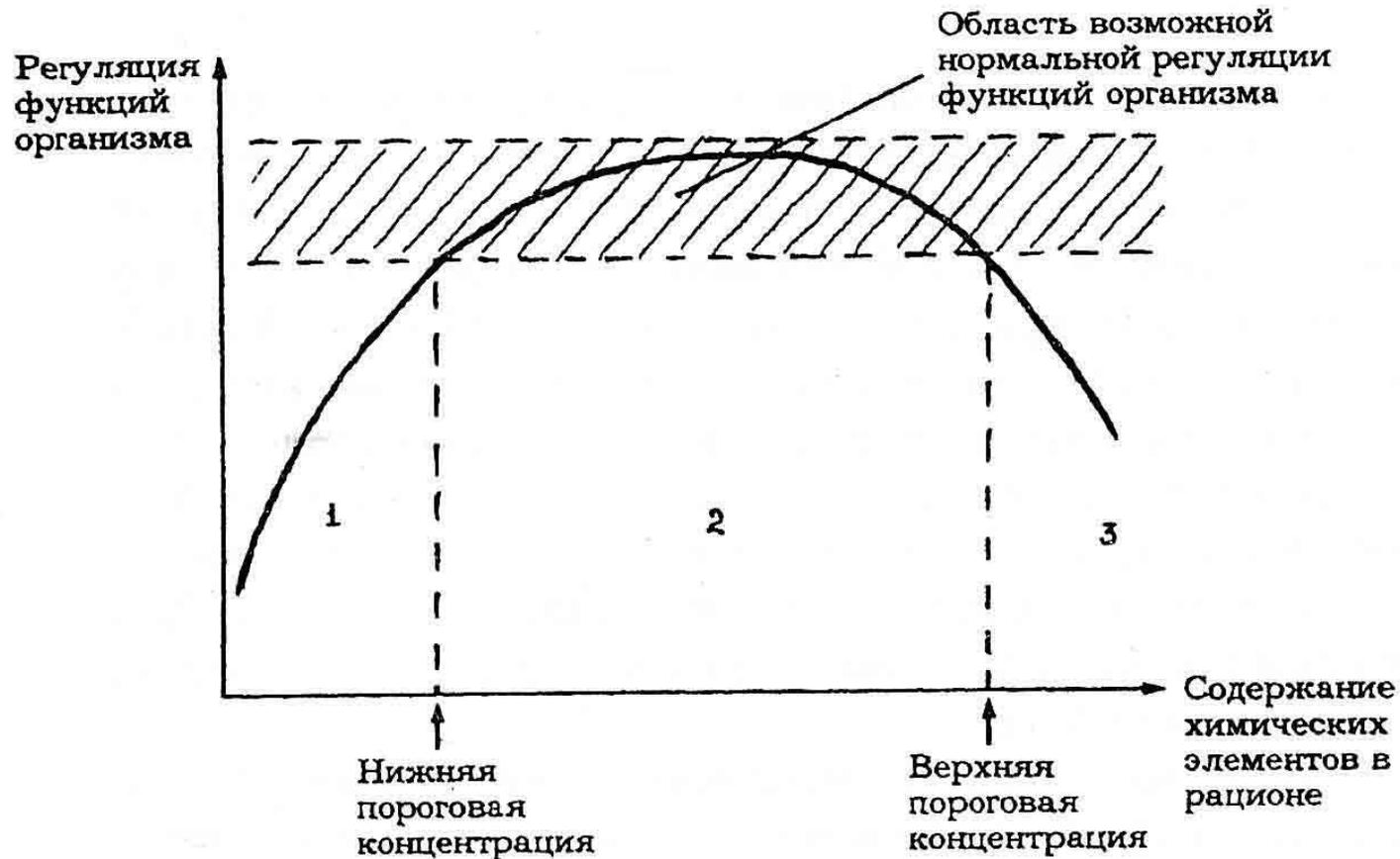


Рис. 7. Зависимость регуляторных процессов в организме от содержания химических элементов в рационе (по В.В. Ковальскому, 1976)

3. Районирование территорий по техногенной нагрузке: основные принципы и таксонометрические единицы.

3.1. Основные принципы районирования территории при техногенной нагрузке

1. ПТГГС высших порядков ограничиваются водоразделами крупных рек, впадающих в крупные озера или территориальные воды России
2. ПТГГС средних порядков выделяются в пределах водосбора рек – притоков крупных рек
3. ПТГГС низших порядков связаны с водосборами малых рек и их притоков

3.2. Районирование территорий по техногенной нагрузке: таксонометрические единицы.

Таксономические единицы для районирования	Показатели районирования		Картируемые территории и показатели ТН	Масштабы влияния ТН и изменения в пределах ПТГТС различного порядка	Масштабы районирования
	Наименование	Принципы обоснования таксономических единиц			
Зона	Характер ТН	Функциональное назначение территорий	Территории, занятые городскими агломерациями, мегаполисами, городами, с выделением предприятий федерального значения. Населенные пункты сельской местности, сельскохозяйственные угодья, незаселенные территории выделяются в соответствии с принятой в географии классификацией	Федеральный уровень влияния ТН, изменения и трансформация ПТГТС высшего порядка	1:500 000 и мельче
Подзона	Характер ТН	Функциональное назначение территории в пределах данной таксономической единицы	<p><i>Для города:</i> промышленные, селитебные, рекреационные, отчужденные территории, территории, занятые коммуникациями, с выделением предприятий федерального уровня</p> <p><i>Для сельскохозяйственных районов:</i> подзоны жилой застройки, сельскохозяйственные угодья, лесничества</p> <p><i>Для незаселенных территорий:</i> выделение территорий в соответствии с принятой природно-климатической зональностью (с выделением заповедников, заказников и природоохранных территорий)</p>	То же	1:500 000–1:200 000

Таксономические единицы для районирования	Показатели районирования		Картируемые территории и показатели ТН	Масштабы влияния ТН и изменения в пределах ПТГГС различного порядка	Масштабы районирования
	Наименование	Принципы обоснования таксономических единиц			
Область	Вид ТН	Отраслевой принцип, характеризующий общие условия влияния ТН на ПТГГС в пределах выделенных функциональных зон	В пределах выделенных зон или подзон выделяются области, занимаемые промышленными или сельскохозяйственными предприятиями, объединенными по отраслевому принципу, с использованием показателей, определяющих принадлежность объектов, с выделением предприятий и отраслей республиканского и регионального подчинения	Региональный (республиканский, краевой) уровень влияния ТН, определяющий трансформацию ПТГГС высшего и средних порядков	1:200 000–1:50 000
Район	Тип ТН	Характер и степень воздействия ТН на отдельные элементы ПТГГС	Показатели, характеризующие приоритетную сферу влияния групп объектов ТН: 1) экосистемы в целом или ее отдельные компоненты; 2) ландшафты или их компоненты; 3) подземные воды Выделяется 6 типов ТН по группам объектов: 1) гидротехнические сооружения и гидромелиоративные объекты; 2) крупные водозаборы, водопонижительные системы, горнодобывающие предприятия (эксплуатация с осушением);	Территориальный (областной) уровень влияния ТН на ПТГГС средних порядков	1:100 000–1:25 000

3.2. Районирование территорий по техногенной нагрузке: таксонометрические единицы (Продолжение)

			3) объекты теплоэнергетики; 4) объекты агропромышленного комплекса; 5) объекты промышленности; 6) мегаполисы, городские агломерации, крупные города		
Участок	Объекты ТН	Общность химического состава отходов промышленного или сельскохозяйственного производства, определяющая приоритетное загрязнение подземных вод	Показатели химического состава, бактериальные и органические загрязнители отходов, позволяющие объединить в группы объекты ТН в пределах отраслей (или различных отраслей) промышленности и сельского хозяйства территориального или муниципального уровня	Муниципальный уровень влияния ТН на ПТГТС низших порядков	1:25 000–1:5 000

Основные этапы трансформации ПТГГС

- **1 этап:** появление ТГС в приделах ПС. Завершается с расширением сферы влияния ТГС на 25-30% территории ПТГГС.
- **2 этап:** расширение сферы влияния ТГС с 30 до 50 % территории ПТГГС.
- **3 этап:** завершается с расширением сферы влияния ТГС на всю область ПТГГС.

Первый (начальный) этап трансформации ПТГГС: характеристика

- Преобладание естественного режима подземных вод
- Сохранение естественной фильтрационной структуры потока
- Минимальные изменения условий массопереноса и сохранение в связи с этим естественной гидрогеологической зональности

В итоге: поведение ПТГГС лимитируется природными процессами

Второй этап трансформации ПТГГС (этап стагнации) : характеристика

- Существенно увеличивается доля ТГС в общей структуре ПТГГС. ГГ условия в пределах ПТГГС претерпевают существенные изменения: расширение **до 50 %** территории с техногенным режимом ПВ и изменением условий латерального и вертикального массопереноса
- Возникают обратные связи в пределах системы и горизонтальные связи ее отдельных уровней, которые переводят систему в неустойчивое состояние **бифуркации**.
- Два выхода из этого состояния :
 - 1) возвращение под **естественное управляющее начало** с разрывом обратных и горизонтальных связей
 - 2) **полная деградация** природного управляющего начала системы

Особенности трансформации ПТГГС на втором этапе

1. Появление гидродинамических ловушек загрязненного стока,
2. Появление и расширение участков с прямой гидравлической связью поверхностных и подземных вод
3. Формирование локальных очагов загрязнения ПВ и локальных гидродинамических потоков
 - Характер и интенсивность загрязнения прогрессируют

В итоге: поведение ПТГГС определяется конкурирующими природным и техногенным факторами

Третий этап трансформации ПТГГС

- ГГ условия в пределах ПТГГС претерпевают дальнейшую трансформацию в направлении нарастания экологической опасности
 1. Область с нарушенным режимом ПВ охватывает **всю** территорию ПТГГС
 2. Расширяются и **возможности аккумуляции и концентрации ЗВ** как на локальных участках, так и во всем регионе в целом
 3. Расширяются **по площади** участки непосредственного загрязнения ПВ
 4. Окончательно формируются **локальные гидродинамические потоки**, транспортирующие загрязнение по латерали

Третий этап трансформации ПТГГС (продолжение)

- Техногенная компонента приобретает ведущую роль вследствие:
 1. Распространения на всю территорию ПТГГС
 2. Дальнейшего увеличения интенсивности техногенной нагрузки
 3. Резкого возрастания разнообразия ТН
- Устойчивость системы обеспечивается обратными связями, которые регулируются извне, поэтому на третьем этапе важно выделить факторы, определяющие поведение системы и воздействовать через них на поведение системы

5. Выводы: ПТГГС, как объект мониторинга

1. ПТТГС – открытая система, которая объединяет ГГС, ЛКС, ТГС, являющиеся ее подсистемами
2. Элементарная ПТГГС – **совокупность** перечисленных подсистем в пределах речного гидrolитосферного бассейна
3. Реакция ПТГГС на техногенное воздействие – ее **трехэтапная** трансформация с изменением структуры системы и характера и направления ее внутренних связей в направлении замещения системообразующего природного фактора техногенным
4. Следствие такого развития – **доминирование в пределах ПТГГС техногенной подсистемы (ТС)**. Возникает обратная связь, которая является каналом информации для принятия управляющих решений, обеспечивающих устойчивость ПТГГС

Источником информации и принятия управленческих решений для формирования устойчивого состояния ПТГГС является система мониторинга.

**Государственная система
экологического мониторинга**

Мониторинг геологической среды

Мониторинг водных объектов

**Мониторинг
подземной гидросферы**