

Лекция 16-17

Экология подземной гидросферы

Доцент кафедры
общего землеведения и
гидрометеорологии
Ю.А. Гледко
gledko74@mail.ru

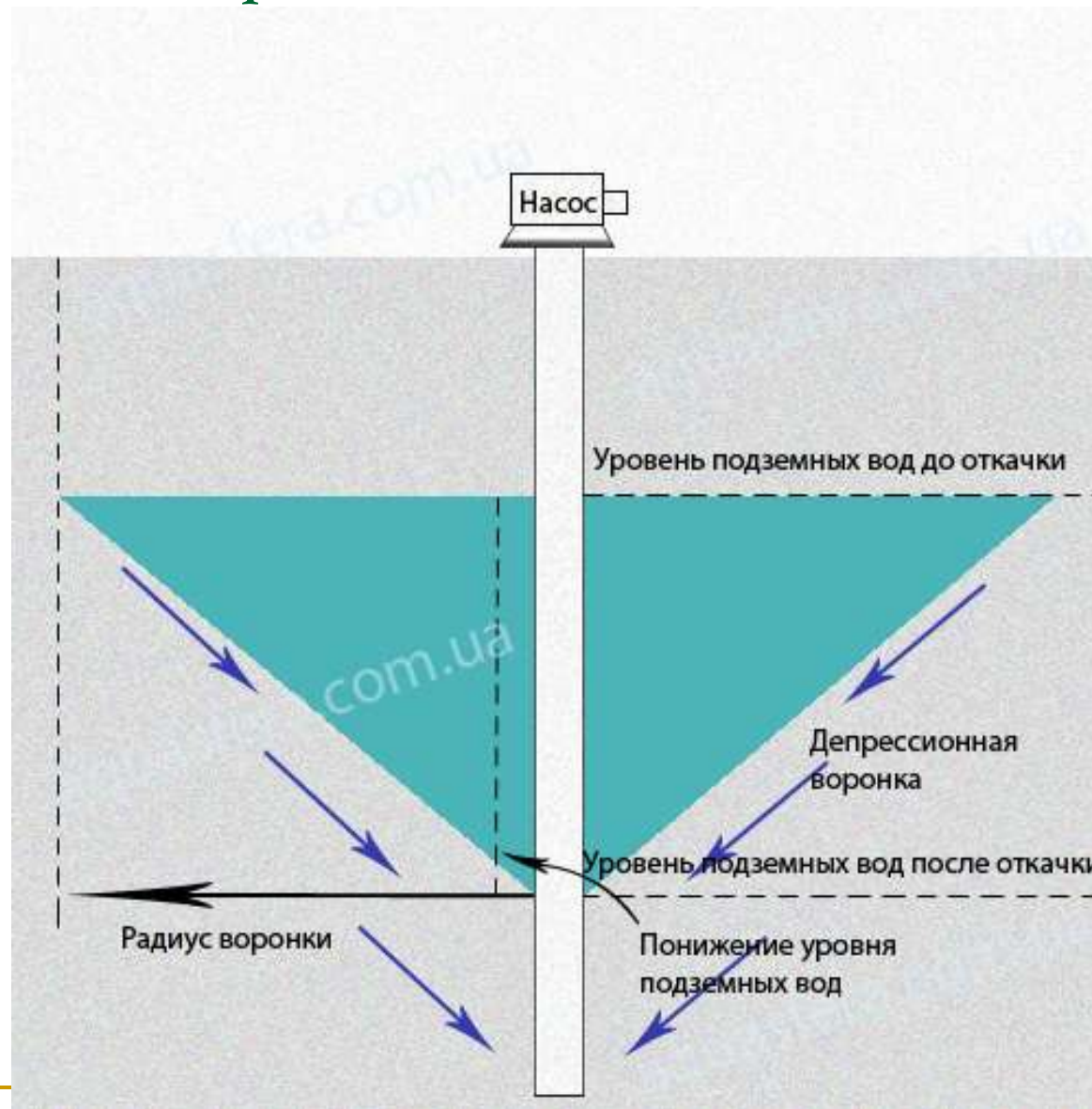
План лекции

- *Охрана запасов подземных вод от истощения.*
- *Виды и источники загрязнения подземных вод.*
- *Защита подземных вод от поверхностного загрязнения.*
- *Понятие о защищенности подземных вод. Зоны санитарной охраны водозаборов.*
- *Гидрогеоэкологическое районирование территории Беларуси.*
- *Гидрогеоэкологические области Беларуси.*
- *Концепция рационального и экологобезопасного использования подземной гидросферы Беларуси.*
- *Мониторинг подземной гидросферы.*

Охрана запасов подземных вод от истощения

- На территории Беларуси основными причинами истощения и недостатка водных ресурсов являются:
- - интенсивная эксплуатация водных ресурсов (чрезмерный водоотбор);
- - разработка месторождений полезных ископаемых;
- - потери воды при транспортировке;
- - мелиоративные мероприятия.
- Наиболее распространенными последствиями истощения ресурсов подземных вод являются осушение колодцев, прекращение работы скважин, исчезновение родников, а при наличии гидравлической связи подземных вод эксплуатируемого горизонта с поверхностными водами изменение гидродинамических характеристик последних.

Депрессионная воронка



Охрана запасов подземных вод от истощения

- В качестве основных мер, призванных решать вопросы охраны подземных вод от истощения, обычно рекомендуются:
 - - организация строгого контроля за использованием подземных вод;
 - - сокращение отбора воды на участках с перепонижением уровня относительно расчетных значений;
 - - переоценка запасов подземных вод с учетом опыта эксплуатации;
 - - использование специальных инженерных мероприятий по созданию источников дополнительного искусственного восполнения запасов подземных вод (искусственные ресурсы).

Виды и источники загрязнения подземных вод

- Под **загрязнением подземных вод** понимается, вызванные техногенной деятельностью изменения качества воды (физических, химических, биологических свойств) по сравнению с естественным состоянием и нормами качества воды по видам водопользования, которые делают эту воду частично или полностью непригодной для использования по целевому назначению (по В.М. Гольдбергу).

Виды и источники загрязнения подземных вод

- В общем виде источники загрязнения подземных вод классифицируются по происхождению и виду загрязняющих веществ, по условиям поступления загрязнений в водоносный горизонт, по масштабу загрязнения.
- По *происхождению* выделяют природные и техногенные источники загрязнения подземных вод, при преобладающей роли последних, особенно при формировании областей интенсивного загрязнения.
- К *природным источникам загрязнения* ПВ могут быть отнесены естественно некондиционные ПВ (водоносные горизонты, моря, океаны, соленые озера и реки), содержащие некоторые химические вещества в количествах, не соответствующих нормам, предъявляемым к качеству питьевых вод.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- Источники **антропогенного** происхождения, можно объединить в несколько групп:
- промышленные источники загрязнения – предприятия отраслей промышленности, деятельность которых не связана с недрами земли;
- промышленные источники загрязнения, деятельность которых связана с добычей полезных ископаемых;
- источники загрязнения в областях сельскохозяйственной деятельности;
- источники загрязнения от деятельности энергетического комплекса;
- источники загрязнения от деятельности транспорта;
- коммунально-бытовые источники загрязнения.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- По **масштабу** выделяют локальное (точечное) и региональное загрязнение подземных вод.
- **Локальное** загрязнение подземных вод вызывается **локальными, точечными (сосредоточенными) источниками загрязнения**. Источники такого типа многообразны. К точечным источникам загрязнения могут быть отнесены отдельные сооружения, занимаемые небольшую площадь на поверхности земли: земляные емкости, содержащие сточные воды, шламо- и хвостохранилища, гидрозолоотвалы, пруды накопители, отстойники, испарители, поля фильтрации промстоков, могильники хранения радиоактивных отходов, отдельные скважины и факелы на нефтяных и газовых месторождениях, нефтезаправочные станции, свалки, животноводческие фермы, поглощающие скважины, карьеры и др.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- **Региональное загрязнение ПВ** вызывается *региональными, диффузными (рассредоточенными) источниками загрязнения*, имеющими большую площадь распространения по поверхности земли. Источниками регионального загрязнения являются урбанизированные территории с большой концентрацией городов, промышленных предприятий; крупные мегаполисы; территории интенсивного сельскохозяйственного производства; объекты мелиорации; объекты энергетики и транспорта; нефтяные и газовые месторождения; горнорудные предприятия и др.
- Кроме этого, выделяются *линейные источники загрязнения ПВ*. К линейным источникам загрязнения относятся загрязненные реки, автомагистрали, нефтепроводы, коллекторы промышленной и коммунальной канализации. В зависимости от протяженности источников загрязнения определяется и масштаб их воздействия на ПВ: локальный и региональный.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- По **виду** выделяют химическое, бактериальное (микробное), тепловое и радиоактивное загрязнение подземных вод.
- **Химическое** загрязнение подземных вод является наиболее распространенным и трудноустраняемым. Оно проявляется в наличии (появлении) в подземных водах минеральных и органических веществ, отсутствующих в естественных условиях, или в увеличении концентрации ранее имевшихся компонентов химического состава до значений, резко превышающих их содержание в естественных условиях.
- Формирование химического загрязнения подземных вод связано в основном с газообразными, жидкими и твердыми отходами промышленного производства, сельскохозяйственной деятельностью, канализационно-бытовыми отходами городов и населенных пунктов. Наиболее распространенными являются нефтяное, хлоридное, нитратное и загрязнение тяжелыми металлами.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- Под **бактериальным или микробным** загрязнением подземных вод понимается увеличение содержания в них по сравнению с естественным состоянием патогенных (вызывающих инфекционные заболевания) и санитарно-показательных (бактерии группы кишечной палочки) микроорганизмов. Большинство болезнетворных (патогенных) бактерий, по имеющимся оценкам, в условиях водоносных пластов сохраняют свою жизнедеятельность относительно короткое время (максимально до 1000 суток), поэтому бактериальное загрязнение не распространяется на значительные расстояния и носит временный характер. Такой вид загрязнения связан с коммунально-бытовыми и сельскохозяйственными отходами и, как правило, наиболее интенсивно проявляется в первом от поверхности (грунтовом) водоносном горизонте. Очаги загрязнения чаще всего связаны с полями ассенизации и фильтрации, скотными дворами, выгребными ямами, неисправностями канализационных сетей, участками сброса канализационных стоков в поверхностные воды или закачки их в поглощающие колодцы и скважины и т.д.

Виды и источники загрязнения подземных вод

- **Тепловое (термальное) загрязнение** подземных вод проявляется обычно в повышении температуры подземных вод в сравнении с ее значениями в естественных условиях и формируется в результате сброса на поверхность земли перегретых промышленных (например, тепловые электростанции) и коммунальных сточных вод. В ряде случаев повышения температуры грунтовых вод могут быть связаны также с самовозгоранием или химическим разложением твердых промышленных и бытовых отходов в местах их складирования. В свою очередь тепловое загрязнение подземных вод определяет изменения их химического и газового состава, микробиологической деятельности, деградацию многолетнемерзлых пород и т.д.
- **Радиоактивное загрязнение** подземных вод происходит вследствие поступления в атмосферу и на поверхность земли радиоактивных элементов и зависит от скорости распада элемента, наличия почвенного слоя и покровных грунтов, задерживающих сорбирующиеся и короткоживущие элементы.

Понятие о защищенности подземных вод

- Под **защищенностью подземных вод** от загрязнения понимается перекрытость водоносного горизонта отложениями и, прежде всего слабопроницаемыми, препятствующими проникновению в него загрязняющих веществ с поверхности земли. Общая оценка степени защищенности подземных вод основывается на учёте так называемых факторов защищенности, под которыми понимаются природные барьеры, затрудняющие попадание в подземные воды поллютантов. Факторы защищенности разделяют на: природные, техногенные, физико-химические.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- В целях предотвращения загрязнения ПВ согласно СанПиН 10-113 РБ 99 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения» в окрестностях водозаборов подземных вод устанавливаются **зоны санитарной охраны (ЗСО)**, в составе которых обычно выделяют три пояса (зоны): I – строго режима и II и III – зоны ограниченного режима.
- Первый пояс **строгого санитарного режима** охватывает собственно водозаборный участок (само водозаборное сооружение, насосные станции, резервные емкости для воды и т.д.). Этот относительно ограниченный участок представляет собой территорию, на которую **запрещен** доступ посторонних лиц.
- Назначение первого пояса ЗСО – устранение возможности случайного загрязнения подземных вод непосредственно через водозаборные сооружения или нарушения нормальной работы водозаборного сооружения, водоподъемных устройств и сооружений для очистки и сбора воды. Границы I пояса располагаются не менее чем **на 50 м** от водозаборных сооружений при использовании безнапорных водоносных горизонтов и не менее чем **на 30 м** при использовании артезианских или межпластовых водоносных горизонтов. Территория первого пояса всегда ограждается, и на ее площади постоянно проводятся наблюдения за санитарным состоянием.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- Вторая зона – **санитарного контроля** охватывает территорию, из пределов которой **возможно** (при его наличии) поступление бактериального загрязнения к водозабору. Положение «внешней» границы второй зоны определяется исходя из скорости фильтрации подземных вод, поступающих к водозабору, и времени, в течение которого болезнетворные микроорганизмы сохраняются в жизнедеятельном состоянии в пластовых условиях. В зависимости от типа месторождения это время принимается равным 500—1000 сут, что и *определяет* размеры второй санитарной зоны. В качестве *защитных мер*, которые должны предохранить подземные воды от бактериального загрязнения, в пределах второй зоны предусматривается ликвидация и устранение потенциальных источников такого загрязнения (животноводческие комплексы, скотомогильники, жилые строения без стационарной канализации, свалки бытовых отходов и др.). *Охрана* подземных вод от возможного бактериального загрязнения предусматривает осуществление в пределах второй зоны **постоянного санитарного контроля** за всеми видами хозяйственной деятельности.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- **Третья зона санитарной охраны** включает всю территорию, из пределов которой (в течение расчетного срока эксплуатации) будет осуществляться приток подземных вод к водозаборному сооружению. В связи с этим она охватывает всю площадь месторождения до естественных границ или до расчетных границ, до которых будет распространяться влияние водоотбора. В пределах третьей зоны санитарной охраны (естественно также и во второй) опасность представляет наличие *химического* загрязнения подземных вод. Комплекс **защитных** мер в этом случае предусматривает ликвидацию очагов химического загрязнения, которые могут быть связаны с местами складирования производственных и коммунальных отходов, с фильтрацией из хранилищ жидких производственных отходов и шламонакопителей, с утечками из технологических сетей химических, металлургических, нефтеперерабатывающих и других предприятий, с площадями сельскохозяйственного производства с интенсивным использованием минеральных удобрений, пестицидов и ядохимикатов и др. **Охранные** мероприятия осуществляются путем проведения систематических режимных наблюдений за составом и качеством подземных вод на объектах хозяйственной деятельности, которые могут быть потенциальными источниками химического загрязнения подземных вод.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- В общем виде способы очистки сточных вод подразделяются на механические, физико-химические, химические, электрохимические и биохимические.
- **Методы механической очистки** сточных вод подразделяются в зависимости от размеров удаляемых частиц.
- Процеживание используется для извлечения крупных примесей, во избежание засорения труб и каналов. Для удаления более мелких взвешенных частиц применяют сита, отверстия, которых зависят от улавливаемых примесей (0,5–1 мм).
- Для очистки от грубодисперсных примесей используется отстаивание в песколовках, отстойниках, нефтеловушках, осветлителях и др.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- **К физико-химическим методам очистки относятся:**
- **Флотация** - для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые плохо отстаиваются. Степень очистки составляет 95–98%. Для увеличения степени очистки в воду добавляют коагулянты. Иногда во флотаторе одновременно проводится и окисление, тогда воду насыщают воздухом, обогащенным кислородом или озоном. В других случаях для устранения окисления флотацию осуществляют инертными газами.
- **Адсорбционная очистка** (очистка на твердых сорбентах) применяется для глубокой очистки сточных вод при незначительной концентрации загрязнителей, если они биологически не разлагаются или являются сильными ядами (фенолы, гербициды, пестициды, ароматические соединения, СПАВ, красители и др.).

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- **Ионообменная очистка** применяется для извлечения из сточных вод металлов (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cl, Va, Mn и др.), а так же соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ. Суть метода заключается в том, что существуют природные (глинистые минералы, цеолиты, полевые шпаты, различные слюды) и синтетические (силикагели, труднорастворимые окиси и гидроокиси некоторых металлов, например алюминия, хрома, циркония и др.) вещества, нерастворимые в воде, которые при смешивании с водой обменивают свои ионы на ионы, содержащиеся в воде.
- **Экстракция** применяется для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты, ионы металлов и др. Экстракция выгодна, если стоимость извлекаемых веществ компенсирует затраты на ее проведение. При концентрации 3–4 г/дм³ экстракция выгоднее адсорбции.
- **Ультрафильтрация** – процессы фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое. Мембраны пропускают молекулы растворителя, задерживая растворенные вещества, размером менее 0,5 мкм.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- **К химическим методам** очистки сточных вод относят нейтрализацию, коагулирование и флокулирование, окисление и восстановление. Химическая очистка проводится как доочистка вод перед биологической очисткой или после нее.
- **Нейтрализация.** Сточные воды, содержащие кислоты или щелочи, перед сбросом в водоемы или перед технологическим использованием подвергаются нейтрализации. Практически нейтральными считаются воды, имеющие рН 6,5–8,5. Для нейтрализации кислых стоков используют щелочи (NaOH, KOH, Na_2CO_3), карбонаты кальция и магния и др.), для нейтрализации щелочных – кислоты.
- **Коагуляция** – это процесс укрупнения дисперсных частиц при их взаимодействии и объединения в агрегаты. В очистке сточных вод ее применяют для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Коагулянты в воде образуют хлопья гидратов окисей металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести и улавливают коллоидные и взвешенные частицы.
- **Флокуляция** – это процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высоко молекулярных соединений, называемых флокулянтами. В отличие от коагуляции агрегатизация происходит не только в результате контакта, но и в результате взаимодействия флокулянта и извлекаемого вещества. Для очистки используют природные и синтетические (полиакриламид, крахмал, целлюлозы) флокулянты.

Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- **К электрохимическим методам** очистки вод от различных растворенных и диспергированных примесей относят: анодное окисление, катодное восстановление, электрокоагуляцию, электрофлотацию, электродиализ. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока.
- **Биохимические методы** очистки применяются для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от органических и некоторых неорганических соединений (сероводорода, сульфидов, аммиака, нитратов и др.). Процесс очистки основан на том, что некоторые микроорганизмы используют загрязняющие вещества в пищу.
- Существуют аэробные и анаэробные методы биохимической очистки. При аэробном методе используются микроорганизмы, для жизни которых необходим кислород и температура 20–40°C.
- Анаэробные методы протекают без кислорода, их используют в основном для обеззараживания осадков.
- Аэробная очистка может протекать в естественных и искусственных сооружениях. В естественных условиях очистка происходит на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах. Искусственным являются биофильтры, аэротенки и окситенки.

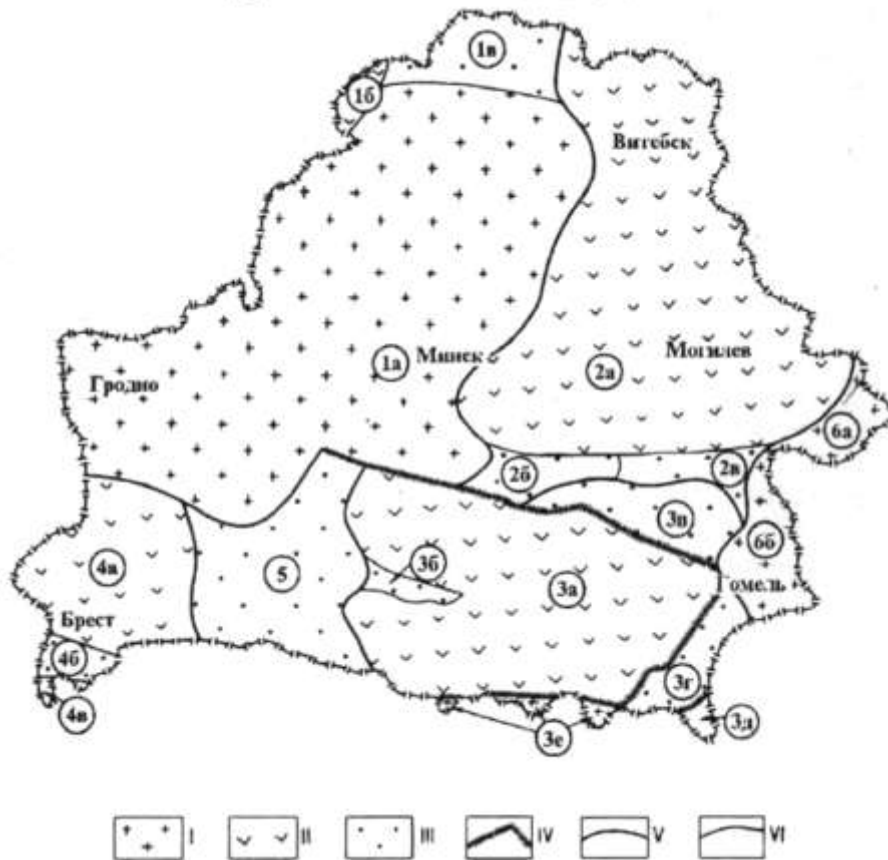
Охрана и защита подземных вод от загрязнения

- На **полях орошения** сточные воды используются для орошения сельскохозяйственных культур, посадок деревьев и кустарников.
- **Биологические пруды** представляют 3–5 ступенчатый каскад прудов, через которые с небольшой скоростью движется предварительно очищенная вода.
- **Биофильтры** – сооружения, в которых сточные воды фильтруются через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой, образованной колониями микроорганизмов. Микроорганизмы биопленки окисляют органические вещества, используя их в качестве питания и энергии. Омертвевшая пленка смывается отработанной водой и выносится из тела биофильтра.
- **Аэротенки** представляют собой резервуары, в которых очищаемая сточная вода и активный ил насыщаются воздухом и перемешиваются. Для обеспечения нормального хода непрерывно подается воздух. После очистки вода отстаивается. Иногда вместо воздуха для окисления используют технический кислород. Эти сооружения называются **окситенками**.

Гидрогеоэкологическое районирование территории Беларуси

- В основе районирования территории Беларуси **по условиям рационального и экологобезопасного использования подземной гидросферы** положена схема гидрогеологического районирования территории республики.
- В результате анализа условий рационального и экологобезопасного использования подземной гидросферы проведено гидрогеоэкологическое районирование территории Беларуси и выделено в ее границах **шесть гидрогеоэкологических областей**:
 - Северо-Западная (Гродненско-Браславская),
 - Витебско-Могилевская,
 - Припятская,
 - Брестская,
 - Пинская,
 - Гомельско-Костюковичская (рис.).

Гидрогеоэкологическое районирование территории Беларуси



- Карта-схема гидроэкологического районирования территории Беларуси. Гидрогеологические структуры: I – массивы, II – бассейны, III – районы; гидроэкологические области: 1 – Северо-Западная, 2 – Витебско-Могилевская, 3 – Припятская, 4 – Брестская, 5 – Пинская, 6 – Гомельско-Костюковичская; гидроэкологические районы: 1а – Белорусский, 1б – Браславский, 1в – Освейский, 2а – Оршанский, 2б – Бобруйский, 2в – Жлобинский, 3а – Припятский, 3б – Микашевичско-Житковичский, 3в – Буда-Кошелевский, 3г – Брагинско-Лоевский, 3д – Комаринский, 3е – Северо-Украинский, 4а – Брестский, 4б – Домачевский, 4в – Томашовский, 6а – Костюковичский, 6б – Гомельский; границы гидроэкологических областей: IV – тектонические, V – проведенные по комплексу признаков; VI – границы гидроэкологических районов.

Гидрогеоэкологическое районирование территории Беларуси

- Гидрогеоэкологическая область, как правило, состоит из крупной гидрогеологической структуры (ГГБ, ГГМ) и прилегающих к ней более мелких структур – гидрогеологических районов, которые характеризуются сходными гидроэкологическими условиями. Последние названы гидрогеоэкологическими районами (ГЭР), которые, в отличие от обособленных гидрогеологических районов, входят в состав гидроэкологических областей. Кроме того, участки крупных геолого-гидрогеологических структур соседних стран, находящиеся на территории республики и различающиеся гидроэкологическими характеристиками, также определяются в качестве гидрогеоэкологических районов.
-

Северо-Западная (Гродненско-Браславская) гидрогеоэкологическая область

Гидрогео-экологическая область	Геологическая структура	Гидрогеологическая структура	Состав гидрогеоэкологической области
Северо-Западная (Гродненско-Браславская)	Белорусско-Мазурская антеклиза	Белорусский гидрогеологический массив	Белорусский гидрогеоэкологический район
	Балтийская синеклиза	Балтийский гидрогеологический бассейн	Браславский гидрогеоэкологический район
	Латвийская седловина	Латвийский гидрогеологический район	Освейский гидрогеоэкологический район

Витебско-Могилевская гидрогеоэкологическая область

Витебско- Могилевская	Оршанская впадина	Оршанский гидрогеологический бассейн	Оршанский гидрогеоэкологический район
	Бобруйский выступ	Бобруйский гидрогеологический район	Бобруйский гидрогеоэкологический район
	Жлобинская седловина	Жлобинский гидрогеологический район	Жлобинский гидрогеоэкологический район

Припятская гидрогеоэкологическая область

Припятская	Припятский прогиб	Припятский гидрогеологический бассейн	Припятский гидрогеоэкологический район
	Микашевичско-Житковичский выступ	Микашевичско-Житко-вичский гидрогеологический район	Микашевичско-Житковичский гидрогеоэкологический район
	Северо-Припятское плечо	Городокско-Хатецкий гидрогеологический район	Буда-Кошелевский гидрогеоэкологический район
	Брагинско-Лоевская седловина	Брагинско-Лоевский гидрогеологический район	Брагинско-Лоевский гидрогеоэкологический район
	Днепровско-Донецкий прогиб	Днепровско-Донецкий гидрогеологический бассейн	Комаринский гидрогеоэкологический район
	Украинский щит	Украинский гидрогеологический массив	Северо-Украинский гидрогеоэкологический район

Брестская гидрогеоэкологическая область

Брестская	Подляско-Брестская впадина	Брестский гидрогеологический бассейн	Брестский гидрогеоэкологический район
	Луковско-Ратновский горст	Луковско-Ратновский гидрогеологический район	Домачевский гидрогеоэкологический район
	Волынская моноклираль	Волынский гидрогеологический бассейн	Томашовский гидрогеоэкологический район

Пинская и Гомельско-Костюковичская гидрогеоэкологические области

Пинская	Полесская седловина	Полесский гидрогеологический район	Гидрогеоэкологический район не обособлен
Гомельско-Костюковичская	Воронежская антеклиза	Воронежский гидрогеологический массив	Гомельский гидрогеоэкологический район
			Костюковичский гидрогеоэкологический район