



**ГАЕВ А.Я., КУДЕЛИНА И.В., ЛЕОНТЬЕВА Т.В.**  
Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация

**GAEV A.YA., KUDELINA I.V., LEONTYEVA T.V.**  
Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation  
[gaev@mail.ru](mailto:gaev@mail.ru), [inna@mail.ru](mailto:inna@mail.ru), [tvleon@mail.ru](mailto:tvleon@mail.ru)

## **ВАЖНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

## **THE MOST IMPORTANT AREAS OF MODERN WATER ENGINEERING AND THE NEED FOR ITS IMPROVEMENT**

*Суу чарба курулушу адамзат жаралгандан тартып баишталган. Байыркы адамдарда дагы сууну чыгарып салуу системасына муктаждык пайда болгон. Илимий-техникалык революция жана урбанизация доорунда бул маселе олуттуу проблемага айланды. Суу ресурстары улам барган сайын азайып, булганып жатат. Бул макалада иштеп жаткан суу сактагычтардын запасын толтуруу менен бирге эле барьердик технологиялардын жардамы менен булгануудан сактоо сунушталды.*

**Өзөк сөздөр** : суу чарба курулушу, суу ресурстары, булгануу жана азаюу процесстери, барьердик технологиялар.

*Водохозяйственное строительство началось с зарождения человечества. Но уже у древнего человека возникла потребность в системах водоотведения. В эпоху НТР и урбанизации населения она превратилась в серьезную проблему. Широко развиваются процессы загрязнения и истощения водных ресурсов. Предложено совмещать восполнение запасов действующих водозаборов с защитой их от загрязнения при помощи разработанной барьерной технологии.*

**Ключевые слова**: водохозяйственное строительство, водные ресурсы, процессы загрязнения и истощения, барьерные технологии.

*Water construction began with the birth of mankind. But early man did the need for Sewerage system. In the era of STD and urbanization, it has become a serious problem. The processes of pollution and depletion of water resources are developing widely. Proposed to combine supplementing existing water intakes protected them from contamination using a barrier technology.*

**Keywords**: water construction, water resources, pollution and depletion processes, barrier technologies

**Введение.** Развитие водохозяйственного строительства тесно связано с историей человечества и использованием природных вод. Вода является важнейшим веществом, необходимым для жизни людей и всей биосферы. Это осознали еще наши далекие предки: до н.э. строились водохранилища; в горных районах Кавказа и Центральной Азии создавались водохозяйственные объекты типа кяризов; на островах Эгейского моря древние греки во время войны получали пресную воду устройством типа колокола из субмаринных источников с глубины в 16 м; в Древней Греции и в Риме ванны с минеральной водой использовались для лечения и профилактики заболеваний; в Китае более 1 тыс. лет назад разрабатывались подземные воды скважинами глубиной более 500 м [1]. Несколько позднее начали строиться каналы и водные транспортные артерии, а так же гидротехнические сооружения и защитные сооружения берегов морей и водоемов.



Многообразие водохозяйственного строительства трудно перечислить. За несколько тысяч лет человечеством в этой области накоплен огромный опыт.

*Задачи методики водохозяйственного строительства в эпоху НТР.* С ускорением научно-технического прогресса и урбанизацией планеты возрастают масштабы и интенсивность воздействия хозяйственной деятельности людей на окружающую среду (ОС), включая гидросферу и атмосферу [2]. В связи с НТР выдвинуты задачи разработки мероприятий по предотвращению негативных процессов, вызванных деятельностью человека. Это – проблема промышленных и бытовых отходов и локализации источников загрязнения для защиты водных ресурсов и рационального их использования. Наиболее значимыми и затратными являются мероприятия по борьбе с истощением водных ресурсов, загрязнением окружающей среды (ОС) и подтоплением застраиваемых территорий. Эти негативные процессы требуют совершенствования существующих строительных технологий и разработки новых. В связи с небольшим объемом статьи, эту проблему можно охарактеризовать только фрагментарно.

Загрязнение и истощение водных ресурсов на урбанизированных территориях возрастает, и во многих случаях обстановка приближается к экологическому кризису [3]. Для предотвращения этой угрозы в ООН рекомендованы меры по переходу жизнедеятельности человечества на модель устойчивого развития с освоением безотходных и малоотходных технологий, внедрением систем мониторинга за состоянием ОС и здоровьем человека и пр. Система мониторинга рассматривается в качестве инструмента обустройства биосферы в ноосферу с наблюдением, контролем, анализом, прогнозом и управлением состоянием ОС, включая водные ресурсы. Мониторинг должен выявлять изменения ОС по показателям: технологическим, физико-химическим, гидрогеологическим, санитарно-токсикологическим, биосферным, социально-демографическим в масштабах от локального до глобального. Особое внимание уделяется эталонным участкам, экологическим полигонам и биосферным заповедникам. Мониторинг призван обеспечить охрану ОС и человека на всех этапах, от проектирования и строительства до эксплуатации сооружений. В системах мониторинга применяются аэрокосмические, наземные геодезические, геолого-геофизические, гидрогеологические и санитарно-гигиенические методы, сейсмологические наблюдения, системы реперов (глубинных, наземных), повторные топографические и гидрогеологические съемки, бурение скважин, проходка горных выработок, наблюдения за колодцами, источниками, данные лизиметрических и метеорологических станций. Наблюдения могут включать разнообразные съемки, разведочные, опытные работы, лабораторные исследования, оценку и прогноз ситуации и разработку мер по управлению ею [4].

Это говорит о том, что современное водохозяйственное строительство требует очень высокого уровня знаний о природных водах и биосфере, а так же о санитарной и гигиенической ситуации, особенно в пределах трансграничных бассейнов [5]. Поэтому для успешного решения задач водного хозяйства необходимо наладить подготовку высококвалифицированных кадров по водохозяйственному строительству.

В южных районах РФ и в регионах Центральной Азии главными источниками хозяйственного и питьевого водоснабжения являются воды аллювия крупных рек, незащищенные практически от загрязнения [6]. Источниками загрязнения вод служат объекты и коммуникации промышленных, перерабатывающих и агропромышленных предприятий с животноводческими фермами, складами удобрений и химикатов, пахотными и орошаемыми землями, с отстойниками сточных вод, свалками промышленных и бытовых отходов, жилыми массивами, садами, огородами и пр. В водные объекты они сбрасывают многочисленные вещества-загрязнители.

*Результаты исследований.* В районах недостаточного увлажнения загрязнение вод накладывается на их истощение, которое обусловлено не только нарушением водного баланса из-за дефицита влаги и чрезмерного ее использования, но и из-за потери качества вод. Объемы вод питьевого качества резко сокращаются, требуется разработка таких строительных водохозяйственных решений, которые могут обеспечить восполнение запасов вод и одновременно защитить их от загрязнения. Такие разработки выполнены авторами на примере месторождений аллювиальных подземных вод р. Урал [6].

Исследователями уже в XX веке установлена тесная взаимосвязь аллювиальных вод с речными водами [7]. Авторами предложено использовать эту взаимосвязь для восполнения запасов подземных вод за счет паводковых вод в реке.

В межень и в теплое время года расходуется воды значительно больше, что вызывает истощение водных ресурсов и подтягивание к водозаборным скважинам соленых и загрязненных вод от техногенных объектов и соляных куполов. Паводковые воды частично промывают и восполняют запасы водоносного горизонта. Уровень паводковых вод на Урале в Оренбурге поднимается ежегодно в среднем на 460 см, а в 1942 г. амплитуда составила 842 см. Разница статического и динамического уровня в эксплуатационных скважинах значительно больше, особенно в межень (рис. 1).

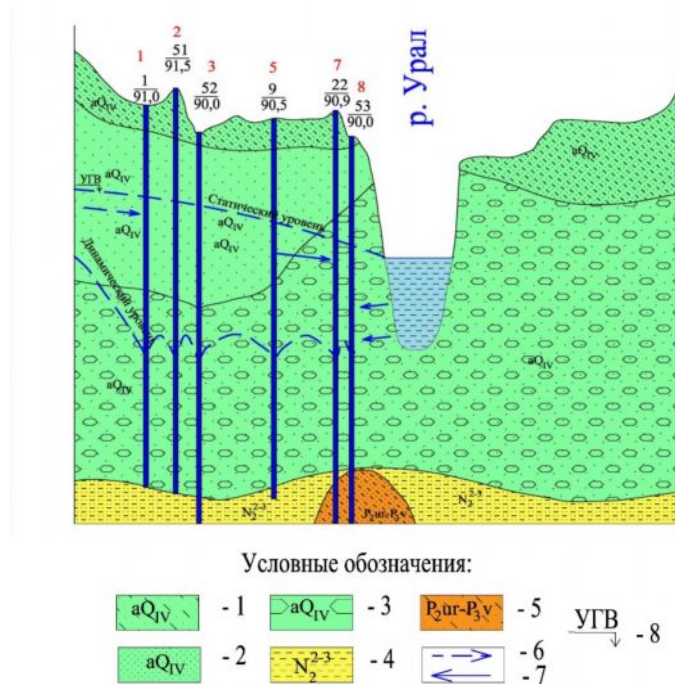


Рис. 1. Схема взаимосвязи речных и аллювиальных вод в межень. Состав пород: 1 – суглинок; 2 – песок; 3 – галечник; 4 – глина. Направление движения вод: при естественном (6) и нарушенном (7) режиме; 8 – уровень грунтовых вод.

В паводок за счет большой амплитуды поднятия уровня воды в реке происходит ее интенсивное просачивание через зону аэрации в водоносный горизонт. При этом осуществляется восполнение запасов подземных вод аллювиального водоносного горизонта. Одновременно при просачивании речных вод интенсифицируются процессы взаимодействия в системе вода – порода, и происходит самоочищение воды. То есть заводняемые породы зоны аэрации играют роль геохимического барьера (рис. 2)

Расчетами обосновано, что уровень воды в эксплуатационных скважинах можно стабилизировать при подпоре речных вод всего на 2-3 м, не затопливая высокую пойму реки. Строительство небольших плотин на р. Урал может полностью решить водохозяйственные проблемы агломерации.

Установлено, что загрязняющие вещества поступают в водозаборы не только с речными водами, но и со стороны водосборной площади.

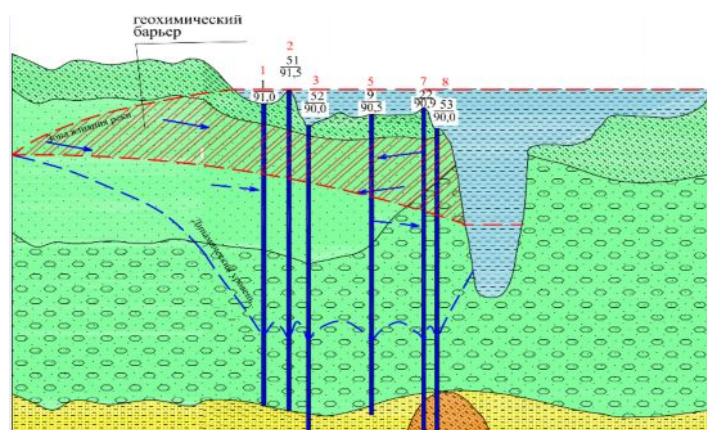


Рис. 2. Схематический разрез вокруг аллювиального водозабора в период паводка с формированием геохимического барьера в зоне аэрации

Для локализации загрязненных потоков в условиях аллювиальных инфильтрационных водозаборов с водами питьевого качества разработан вариант комплексного гидродинамического и геохимического барьера (рис.3). Уровень воды в аллювиальном горизонте поднимается одновременно с подъемом уровня в реке. Откачка вод из эксплуатационной скважины с чистыми водами и из дренажной скважины с загрязненными водами формирует раздел потоков со скоростью фильтрации на поверхности этого раздела, равной нулю. Благодаря нулевой скорости раздел превращается в гидродинамический барьер (по В.Д. Бабушкину) [4]. С подпором воды на реке возрастают водопритоки к эксплуатационным скважинам, и растет интенсивность самоочищения вод водозаборов на формирующемся геохимическом барьере [8]. Из вод удаляются загрязняющие компоненты путем хемосорбции. Роль геохимического барьера играют песчано-алевритовые породы аллювия с примесью глинистой фракции, обладающей повышенными сорбционными свойствами и слабощелочной или нейтральной средой, благоприятной для сорбции. Геохимический барьер усиливается биогеохимически корневой системой лесонасаждений и травянистой растительности. Эффективность барьера растет в залесенной местности. Поэтому работы по восполнению запасов подземных вод должны сопровождаться лесопосадками и рекультивацией нарушенных земель, неудобий, балок, оврагов, ложбин стока и приподнятых участков с конусами выноса. В обязательном порядке необходима организация санитарно-охранных зон водоемов и водозаборов с зонами ограничений II и III пояса [2].

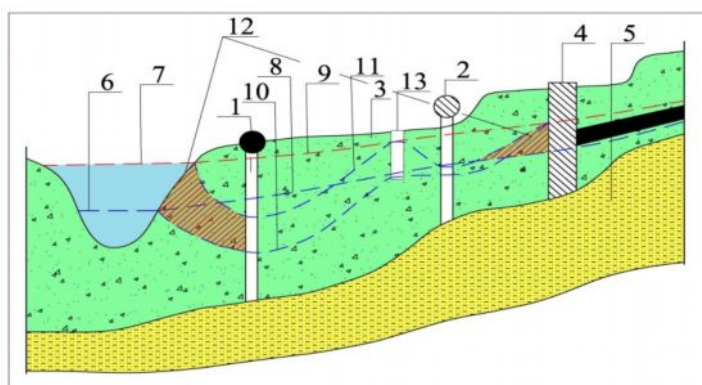


Рис.3. Схема комплексного гидродинамического и геохимического барьера: 1 – водозаборные скважины; 2 – труба с загрязненными водами; 3 – водоносный горизонт; 4 – стенка из адсорбционного материала; 5 – водоупорные породы. Уровень воды: 6 – в водоеме до восполнения запасов; 7 – тоже при восполнении запасов; 8 – статический УГВ до восполнения; 9 – тоже после восполнения; 10 – динамический УГВ до восполнения; 11 – тоже после восполнения. Барьеры: 12 – геохимический, в зоне подтопления аллювиальных отложений; 13 – гидродинамический





*Основные выводы по программе водохозяйственного строительства.* При все многообразии водохозяйственного строительства, основные проблемы в социально-экономическом развитии урбанизированных территорий заключаются в недостатке водных ресурсов питьевого качества и в непрерывном уменьшении их в связи с развитием процессов загрязнения, осолонения вод, а главное, с ростом нестабильности во времени параметров гидросферы, атмосферы и тектоносферы. Человечество, к сожалению, не осознало еще всю опасность такой нестабильности. Именно эта нестабильность является главной причиной аварий и катастроф. В XX и XXI веках участились крупные аварии и катастрофы на планете, пожары, наводнения, цунами. На огромных площадях суши горят леса, а океан, занимающий большую часть площади планеты, превращен людьми в глобальную свалку отходов, включая долго живущий в нем ядовитый для всего живого пластик.

Поэтому важнейшими направлениями в водохозяйственном строительстве служат:

1) Учитывая всю серьезность ситуации, и особенно на урбанизированных территориях, первостепенное место в программах работ по водохозяйственному строительству необходимо отвести проблемам образования, пропаганды, разработки и реализации современных технологий. Необходимо обратить особое внимание на разработку и развитие барьерных технологий для защиты водохозяйственных объектов, а также на защиту и восполнение лесов. Недостаточно только сохранять леса и водные ресурсы, необходимо перейти к их расширенному воспроизводству. Лесные экосистемы служат важнейшим компонентом в круговороте воды на Земле, а вода является антиподом пожаров и вредителей леса. Повышение лесистости на планете – путь улучшения элементов водного баланса и снижения рисков в жизнедеятельности человечества.

2) Одним из важнейших направлений в водохозяйственном строительстве является создание современных систем водоснабжения, обеспеченных долгосрочной защитой от загрязнения, заражения и истощения.

3) Не менее важным направлением служит строительство систем водоотведения и сооружений по локализации потоков и скоплений загрязняющих веществ, обеспечивающих защиту водоемов и водозаборов питьевого качества от загрязнения и истощения. Эти сооружения призваны обеспечить изоляцию объектов, представляющих угрозу для водоемов, водохозяйственной и лесохозяйственной инфраструктуры, а также для селитебных зон.

Работу по снижению дефицита водных ресурсов путем восполнения запасов подземных вод экономически наиболее целесообразно вести на эксплуатируемых водозаборах, дополняя эти работы лесомелиоративными мероприятиями на урбанизированных территориях. При этом возможно совместить восполнение запасов подземных вод с защитой барьерными технологиями не только вод от загрязнения, но и лесов от пожаров. Для этого требуется расширить применение методик и технологий дистанционных наблюдений с тематическим дешифрированием аэрокосмофотоматериалов с целью получения оперативной информации, что обеспечит быстрое реагирование на негативное развитие событий.

Программа мониторинга за состоянием урбанизированной территории и подземных вод городских агломераций должна стать методическим руководством для строителей-водо-хозяйственников, лесомелиораторов и специалистов по охране ОС и здоровья населения. Система мониторинга должна быть комплексной, предусматривая слежение за технологиями производственных объектов, здоровьем людей и экосистем, включая состояние микрофлоры, наблюдения за состоянием природных вод, атмосферы и геологической среды. Большое значение имеет выявление зависимости здоровья населения от качества питьевой воды и состояния ОС под влиянием технологий. Такая методика постановки мониторинга согласуется с методиками ВСЕГИНГЕО и МИНГ им. И.М. Губкина и др. [2-4, 6]. На здоровье населения влияние оказывают компоненты-загрязнители. Поэтому работы по водохозяйственному строительству включают методы



медицинской географии и вопросы оценки экологически обоснованного размещения предприятий. На каждом производстве следует:

- создать системы мониторинга за технологиями, ОС и здоровьем работающих;
- следить за динамикой и химическим составом природных вод дистанционно в разных диапазонах спектра, а так же наземными методами: геофизическими, геодезическими и физико-химическими методами;
- создавать на участках водохозяйственного строительства сеть наблюдений, полигоны и эталонные участки с определенной периодичностью в наблюдениях;
- картографировать изменение показателей с ухудшением качества питьевой воды, ростом заболеваемости населения, гибели животных и растений;
- выдать обоснование плана социально-экономического развития производства в форме территориальной комплексной схемы охраны природы (ТЕРКСОП) с блоком по водохозяйственному строительству.

### Список литературы

1. Вернадский В.И. История природных вод [Текст] / В.И. Вернадский. - М.: Наука, 2003. - 751 с.
2. Гаев А.Я. Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Часть 2. Экологические проблемы [Текст]: учеб. пос. / А.Я. Гаев, М.А. Тихоненко, Ю.А. Килин; // под общ. ред. А.Я. Гаева. – М.: Университетская книга, Редакционно-издательский дом Российского нового университета, 2018. – 200 с.
3. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия [Текст]: учебник / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2000. - 627с.
4. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения [Текст] // В.Д. Бабушкин, А.Я. Гаев, В.Г. Гацков и др. - Пермь: Перм. ун-т., 2003. – 264 с.
5. Маматканов Д.М. Пути оптимального решения проблем использования трансграничных водных ресурсов государств ЦАР. [Текст] / Д.М. Маматканов // Материалы МНПК «Вода для устойчивого развития Центральной Азии. – Душанбе: Изд. «ПРОМЭКС ПО». 2018. – С. 125-132.
6. Куделина И.В. Пути стабилизации режима аллювиальных водозаборов в условиях полуаридного климата. [Текст] / И.В. Куделина // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек: 2018. - № 2. – С. 68-72.
7. Плотников Н.И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод [Текст] / Н.И. Плотников, Н.А. Плотников К.И. Сычев. - М.: Недра, 1978. - 311 с.
8. Техногенные геохимические барьеры [Текст] / А.И. Перельман, Е.Н. Борисенко, Н.Ф. Мырлян и др. // В кн.: Геохимия техногенных процессов. - М.: Наука, 1990. - С. - 14-16.