

А.Б. Дягилева



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



Часть 2

Проблемы водных ресурсов

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

А.Б. Дягилева

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Часть 2

ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2016**

УДК 502.7(075)
ББК 26.23

ДЯГИЛЕВА А.Б. Современные проблемы окружающей среды. Часть 2.
Проблемы водных ресурсов: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.,
2016. -125 с.

В учебном пособии часть 2 рассмотрены современные проблемы окружающей среды, в частности водных ресурсов, которые подвержены негативному воздействию при интенсивном несбалансированном природопользовании.

Приведены данные по качеству и проблемам водных ресурсов, включая проблемы урбанизации и деградации водных экосистем. Рассмотрены основы организации водоохраных зон, проблемы малых рек с учетом их взаимосвязи с подземными водами. Приведены основы расчета распространения особо опасных загрязняющих веществ при аварийных ситуациях по водотокам. Рассмотрены вопросы международного сотрудничества и особенности обеспечения питьевой водой.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.04.02. « Энерго - и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии », профиль подготовки « Охрана окружающей среды в химической технологии » и 20.04.01. « Техносферная безопасность», профиль подготовки « Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов ».

Рецензенты: доцент кафедры промышленной экологии ГБОУ «Санкт-Петербургской государственной фармацевтической академии», кандидат химических наук, доцент Тагиева Л. В.;
ведущий специалист АО «Ленинградские областные коммунальные системы» Бернайтатите М.В.

Утверждено Редакционно-издательским советом в качестве учебного пособия.

© Высшая школа технологии и энергетики
СПб ГУПТД, 2016.

© Дягилева А.Б., 2016

Введение

Учебное пособие «Современные проблемы окружающей среды» состоит из двух частей, часть1 «Основные положения», издано в 2012 г. и написано в соответствии с программой дисциплины, которая относится к общенаучной части учебного цикла подготовки магистров, обучающихся по направлению 18.04.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль подготовки «Охрана окружающей среды в химической технологии». Материал может быть использован при подготовке магистров по направлению 20.04.01. «Техносферная безопасность», профиль подготовки «Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов», а также аспирантов по направлению подготовки 19.06.01. «Промышленная экология и биотехнологии», направленность программы аспирантуры «Экология» (химия).

Дисциплина преподается на основе ранее изученных дисциплин: «Экология», «Химия окружающей среды», «Промышленная экология», «Природоохранная деятельность предприятий», «Экологическое право» и обеспечивает изучение последующих дисциплин: «Моделирование в экологии и природно-технических системах»; «Управление рисками, системный анализ и моделирование»; «Экспертиза безопасности»; «Экологическое управление территориально-производственными комплексами».

Проблемы водных ресурсов в области охраны окружающей среды занимают значительное место и связаны с важнейшими социально-экологическими проблемами общества, испытывающего дефицит в чистой воде для различных целей ее использования. Рассматриваются причинно-следственные связи деградации водных ресурсов и отмечаются тенденции развития рационального использования водных ресурсов и управление их качеством.

Целью преподавания этого раздела дисциплины является формирование у студентов экологического мировоззрения, создание базовых правовых навыков при организации водопользования в современных условиях. Вторая часть пособия обобщает теоретические представления и научно-технический опыт сопровождения экологической деятельности предприятий, экспертной работы при проведении государственной экологической экспертизы ряда хозяйственных объектов, которые оказывают значительное влияние на формирование экологической ситуации природно-технических комплексов различного уровня и водных объектов многоцелевого назначения. В пособии отмечаются также организационные, экономические и правовые аспекты водного законодательства и перспективы их развития в реформировании водного хозяйства.

Автор благодарит магистров, которые активно обсуждали поставленные проблемы в интерактивной форме с привлечением демонстрационного материала по ряду актуальных проблем.

1. Водные ресурсы и их проблемы

Водные ресурсы – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы*. Под **водными объектами** принято понимать природные или искусственные водоемы, водотоки, либо иные объекты постоянного и или временного сосредоточения вод, которые имеют характерные формы и признаки водного режима. Вода занимает около 70 % поверхности земного шара. Несмотря на такое значительное ее количество в биосфере, процесс загрязнения водоемов со временем протекает все более быстрыми темпами и при этом угроза уничтожения биоценозов водных объектов существенно возрастает с освоением водного пространства человеком.

Характеристика водных ресурсов и их распространение на Земле представлены в ранее читаемых курсах в системе подготовки бакалавров по направлению «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Основные термины и понятия относительно водных ресурсов и водных отношений на территории Российской Федерации определены Водным кодексом РФ.

Дальнейшее развитие общества и его взаимоотношений с водными экосистемами невозможно без знания нормативно-правовой базы в этой области. В общем случае наши взаимоотношения между человеком и природой в настоящее время направлены на регламентацию этих взаимоотношений, с тем, чтобы с одной стороны, обеспечить удовлетворение материальных и духовных потребностей, а с другой – не допустить серьезных экологических нарушений в природных экосистемах и обеспечить условия нормального их функционирования в течение длительного времени. Особое значение в этом случае имеет установление предельно возможных нагрузок антропогенного характера как на отдельные элементы водных экосистем, так и их комплексы. Процессы реализации регламентации воздействия на водные объекты сопряжены с разработкой и внедрением в систему управления водного хозяйства **комплекса мероприятий экологического нормирования нагрузки на водные экосистемы, которые тесно взаимосвязаны с проблемами технологического, социального и экономического характера при эксплуатации природно-технических систем.**

*Водный кодекс РФ <http://voda.mnr.gov.ru/upload/iblock/34f/8866>

Принято считать, что социальные и экологические мероприятия предусматривают довольно сложные и дорогостоящие меры, которые не дают быстрой и значительной прибыли в промышленном и банковском секторах экономики. В условиях рыночных отношений в ближайшем будущем следует рассматривать компенсационные механизмы по снижению риска здоровью при использовании водных объектов как элемент стимулирования природоохранной деятельности хозяйствующих субъектов. Для обоснования и разработки технологических решений с учетом экологического стимулирования хозяйственной деятельности необходимо иметь интеллектуальный потенциал в виде специалистов экологического профиля, способных обеспечить техносферную безопасность водных объектов. Социально-экологические мероприятия включают в себя решение вопросов международной и внутренней политики, экономических, юридических и правовых аспектов, в основе которых лежат технологические инновационные решения в хозяйственной деятельности и, конечно, в системе воспитания и образования населения. Исследования и разработка мероприятий в этих областях приводит к тесной связи специалистов, умеющих работать в творческих коллективах при обосновании и реализации современных проектных решений.

В настоящее время имеются существенные нарушения как экологического законодательства, так и технологических регламентов строительства, эксплуатации систем водообеспечения и функционирования водного режима природно-технических комплексов (ПТК) различного уровня.

В общем случае можно выделить общие причины снижения качества воды в водных объектах:

- отсутствие комплексного подхода к управлению ПТК по основным компонентам окружающей среды, влияющих на качество водных источников и устойчивое развитие территорий в целом;
- деградация водосборов в зонах промышленных объектов и изменение режима водосборных территорий;
- изменение функций и организации водоохранных зон на урбанизированных территориях;
- дефицит подготовленных управленческих кадров для реализации принципов экосистемного водопользования в бассейнах малых рек и крупных водных объектов.

Наиболее частыми нарушениями водного законодательства со стороны эксплуатирующих организаций являются:

- Отсутствие права пользования водным объектом (ВО) (ст.11 «Предоставление водного объекта в пользование на основании договора водопользования и решения о предоставлении водного объекта в пользование).
- Нарушение условий водопользования (ст.13 «Содержание договора водопользования», ст.22 «Содержание решения о предоставлении ВО в пользование».
- Отсутствие узлов учета объемов забора водных ресурсов из водного объекта и объемов сточных вод или отсутствие согласованных в установленном порядке косвенных методов учета (ст. 39 «Права и обязанности собственников ВО, водопользователей при использовании ВО»).
- Сброс в ВО сточных вод, содержащих ЗВ, с превышением нормативов допустимого воздействия на ОВ (ст.56 «Охрана ВО от загрязнения и засорения».
- Нарушение режима (отклонение от проектных параметров) эксплуатации водозаборных и очистных сооружений (ст.60 «Охрана ВО при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации водохозяйственной системы»).
- Нарушение режима использования водоохранных зон (ст.65 «Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы»).

Самое неприятное обстоятельство для РФ состоит в том, что типовые решения по очистке воды промышленных объектов, которые функционируют в настоящее время, находятся на техническом *уровне 80-90-х годов прошлого века*, когда были введены их основные мощности с учетом амортизации основного оборудования. В связи с этим, в лучшем случае они без целевых мероприятий могут отвечать требованиям на сброс, которые были заложены при их проектировании с учетом необходимой степени очистки прошлого века. Величины требуемой степени очистки для них определялись исходя из условий разбавления в водном объекте, которые в настоящий момент оцениваются как неполная очистка сточных вод и не отвечает современным экологическим и технологическим требованиям. Структура стоков приведена на рис. 1.

Следует отметить, что в настоящее время 70 % населенных пунктов не имеет систем коммунального водоснабжения. На значительной территории выпуск стоков осуществляется, мягко говоря, без должной очистки, что осложняет обстановку на территориях водосбора. Жилищно-коммунальное хозяйство основной загрязнитель водных объектов

При перераспределении и приватизации земельных угодий изменились системы мелиорации. Уход за этими системами снизился и в ряде районов изменился водный баланс, который сказывается на качестве водных экосистем.

Сброс неочищенных сточных вод, в том числе по отраслям:

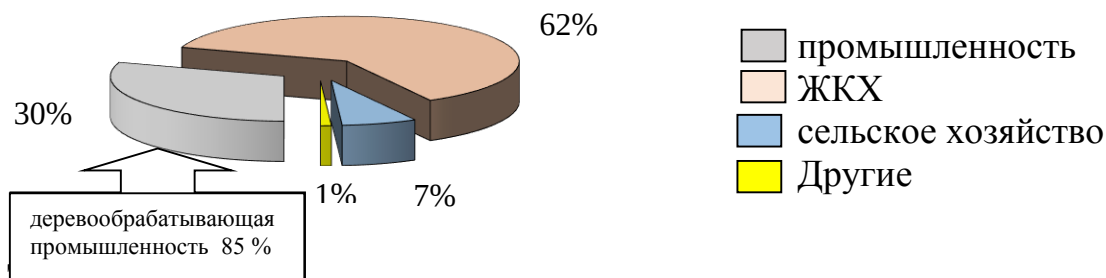


Рис.1. Структура неочищенных сточных вод на территории России

В последнее время наметилась тенденция развития малоэтажной застройки и активное использования подземных вод для обеспечения их водой, что существенно изменяет водный баланс природно-территориальных комплексов. Увеличение плотности застройки, искусственные покрытия, изменение режима водосбора и уборка снега уменьшают инфильтрацию, а также способствуют увеличению поверхностного стока. С другой стороны, откачка подземных вод и снижение пьезометрического уровня подземных вод на десятки и даже сотни метров приводят к уменьшению и даже практическому прекращению питания рек через нижние горизонты. В формировании локального «городского» водного режима существенное значение имеет подпор грунтовых вод, который создается подземными сооружениями, уплотнением грунтов, что приводит к затоплению подвалов и конденсации влаги под сооружениями с изменением качества подвижной воды.

Безлицензионное пользование недрами или нарушение природопользователями условий лицензионных соглашений являются наиболее «типичными» экологическими правонарушениями при использовании подземных вод.

По таким фактам возбуждаются административные дела, предъявляются штрафные санкции по добыче **подземных вод**, бурении артезианских скважин. Подземные воды являются полезными ископаемыми, по сути, такими же, как, к примеру, нефть или газ, а владелец скважины, используемой с целью добычи подземных вод, является недропользователем. Согласно действующему законодательству, «предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии» (ст.11 ФЗ «О недрах»). В то же время, согласно ст.19 этого закона собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков имеют право, по своему усмотрению, в их границах осуществлять без применения взрывных работ добычу общераспространенных полезных ископаемых, не

числящихся на государственном балансе, и строительство подземных сооружений для *своих нужд на глубину до 5 м*, а также устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин на первый водоносный горизонт, который не является источником централизованного водоснабжения, в порядке, устанавливаемом соответствующими органами исполнительной власти субъектов РФ. В соответствии с ним, не требуется оформление лицензии на пользование недрами для добычи подземных вод из первого от поверхности водоносного горизонта на тех участках, где он не является и не может являться источником централизованного водоснабжения, а используется или может быть использован только для удовлетворения нужд землепользователей в воде хозяйственно-питьевого или технического назначения, и если отбор вод из него осуществляется с помощью *простейших водозаборных сооружений* (копанные и забивные колодцы, *малодобитные скважины*, каптажи небольших родников).

Это относится и к использованию недр для водоснабжения индивидуальных приусадебных участков, садовых участков и других мелких объектов.

Во всех остальных случаях лицензия абсолютно необходима для легального использования подземных вод, так как является обязательной с точки зрения закона и при ее отсутствии накладываются существенные суммы штрафов. Данный документ регламентирует соблюдение установленных законом требований по охране недр и окружающей среды, способствует рациональному использованию природных ресурсов. Предприятия или граждане, получившие лицензии на пользование недрами, обязуются выполнять необходимые мероприятия по защите разрабатываемых подземных пресных источников от загрязнений. Права и обязанности недропользователя прописаны в специальном документе "Условия пользования", сопровождающем лицензию для добычи воды.

Необходимо получить лицензию для следующих целей:

- добыча питьевых подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и поселков городского типа и сельских населенных пунктов;
- добыча питьевых и технических подземных вод для технологического обеспечения водой промышленных объектов;
- добыча питьевых и технических подземных вод для технологического обеспечения водой сельскохозяйственных объектов, в том числе орошение земель и обводнение пастбищ;
- добыча питьевых подземных вод для производства пищевой продукции;
- добыча питьевых подземных вод для розлива;

- добыча технических подземных вод для разработки месторождений полезных ископаемых;
- добыча технических подземных вод для иных целей.

Как показывает практика, нарушения в этой области связаны часто с незнанием о необходимости оформления лицензии на добычу подземных вод для целевого использования. Следует отметить, что с апреля 2010 года в редакции Кодекса РФ об административных правонарушениях, в числе прочих ужесточено наказание за нарушение *условий лицензии на пользование недрами* или за ее отсутствие при эксплуатации недр, в том числе, добычи воды из артезианских скважин. Не следует забывать, что собственник скважины, не оформивший надлежащим образом разрешительные документы и нанесящий ущерб незаконным использованием недр, будет вынужден этот ущерб компенсировать, - а это уже существенно намного большие суммы, чем суммы административных штрафов.

Постановлением Правительства от 19.12.2015 № 1398 уточнена компетенция Роснедр и его территориальных органов по согласованию технических проектов разработки месторождений подземных вод, строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых. В настоящее время необходимо включение в проектную документацию на строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, обоснованных вариантов проектных решений в отношении состава и объемов размещаемых в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче углеводородного сырья, что не требовалось ранее.

Хозяйственная деятельность человека существенно ускоряет процесс загрязнения водных ресурсов. Для ненарушенных и в достаточной степени устойчивых геосистем характерны колебания концентраций в различные периоды: суточные, сезонные, многолетние и т.д. Например, суточные и сезонные колебания мутности и цветности рек. Различают верхние и нижние пороговые концентрации веществ и соединений в геосистемах, за пределами которых будет наблюдаться их нормальный режим. Подобная амплитуда колебаний содержания различных веществ и соединений определяет естественную емкость каждой конкретной геосистемы, ее устойчивость при антропогенном воздействии. Устойчивость геосистем или экосистемы зависит от свойств, которые способствуют самоочищению, самовоспроизводству или самосохранению. Таким образом, загрязнение можно оценивать по совокупности параметров процессов в геосистеме, по изменению в них природного фона концентрации веществ и соединений.

При хозяйственной деятельности человека создаются определенные типы геохимических аномалий: **относительно полезные, вредные и нейтральные**. «Относительно полезные аномалии» улучшают на первый взгляд окружающую среду для ее использования, например, при известковании кислых почв, при организации дренажа с удалением «вредных солей». При этом изменяется функция ценозов, происходит их замещение с изменением качественного и количественного состава как твердой, так и жидкой подвижной фазы почвенных горизонтов.

Техногенные геохимические аномалии с повышенным содержанием неспецифических чужеродных веществ для определенного вида почв (вредные аномалии) образуются при следующих условиях: при единовременном аварийном сбросе (разлив нефти) или выбросе (взрывные работы); при закачке сточных вод в нижние горизонты; при интенсивном в технологическом плане воздействии в ограниченном промежутке времени (намыв территории, доноуглубительные работы, разработка карьера); в результате действия стационарных и передвижных источников.

Опасность этих аномалий заключается в том, что в результате воздействия проявляется кумулятивный эффект, при котором возникают техногенные биохимические эндемии, которые приводят к нарушению жизненных функций ряда поколений организмов. В связи с этим наблюдается деградация территории и переход ее на более высокую ступень преобразованности в системе оценки качества окружающей среды при региональном ранжировании, что более подробно обсуждалось в первой части учебного пособия по данному курсу [1].

2. Урбанизация и водные ресурсы.

Урбанизация (англ. *urbanization*, лат. *urbanus* – городской, *urbs* – город), глобально-исторический процесс повышения роли городов в развитии природно-территориальных комплексов, который охватывает изменения в размещении производительных сил, прежде всего в размещении населения, его социально-профессиональной, демографической структуре, образе жизни, культуре и т.д. Процесс урбанизации вносит демографические, социально-экономические, географические и геополитические изменения, происходящие на основе исторически сложившихся форм общества и территориального разделения труда.

Урбосистема – неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов с резко нарушенными естественными

ландшафтами и экосистемами. Она представляет собой совокупность взаимосвязанных социально-экономических характеристик города, обычно с усиливающейся системностью в ходе развития общества.*

Развитие процесса урбанизации тесно связано с особенностями формирования городского населения и роста городов: естественным приростом самого городского населения, включением в городскую черту или отнесением в административное подчинение пригородных территорий (включая города, поселки и села); преобразованием сельских населенных пунктов в поселения городского типа. В большинстве развивающихся стран основными причинами урбанизации являются аграрное перенаселение, деградация сельскохозяйственных угодий при интенсивном ведении хозяйственной деятельности, что ведет к перемещению в города в поисках работы преимущественно молодых людей. Современные города не могут обеспечить значительную массу населения рабочими местами, что создает социально-экономические проблемы как для людей, так и для развития самого города, его инфраструктуры, где организация территории «не успевает» за ростом населения. Фактически рост городов происходит за счет формирования более или менее широких пригородных зон и уже урбанизированных местностей. Условия жизни населения в этих районах все более сближаются с условиями жизни в больших городах – центрах тяготения этих зон (так называемые городские агломерации) с нарушенным режимом формирования подземных вод и системы водосбора, со специфическим регулированием режима водных объектов.

Сравнительный анализ демографических аспектов развития процесса урбанизации в различных странах мира принято основывать на данных о росте урбанизированности населения - доли городского или так называемого урбанизированного населения. Поскольку критерий выделения городских поселений значительно различается по отдельным странам, для получения сопоставимых данных к городскому населению часто причисляют население всех поселений, достигших определенного уровня людности.

Говорить о качестве окружающей среды становится все труднее в условиях системной деградации ландшафтов и естественных экосистем, развивающихся в условиях экологического риска, который не обнуляется при разработке даже комплексных мероприятий. В связи с этим рассматриваются варианты

*Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. -М.: Мысль, 1990, –С 531.

приемлемого риска и качество проживания в этих территориях уже не связывается с качеством окружающей среды, а оценивается по методике оценки качества городской среды проживания. Данная методика* разработана в целях проведения оценки качества городской среды проживания, которая ориентирована на обеспечение принятия эффективных решений в сфере градостроительной и жилищной политики. Территориальная дифференциация с учетом социально-экономических и демографических перспектив развития регионов ориентирована на создание комфортной среды жизнедеятельности, которая позволяет гражданам удовлетворять жилищные потребности и обеспечивать высокое качество жизни в целом.

При использовании национальных критериев отдельных регионов динамика урбанизации населения выглядит следующим образом. В начале 19 века доля городского населения во всем населении земного шара составляла около 3 %, к середине 19 века – 6,4 %, в начале 2000 – 19,6 %. С 1800 по 2000 год она увеличилась почти в 18 раз (до 51,2 %). Сейчас эти соотношения изменились в связи с обострением ситуации на ближнем Востоке и массовой миграцией населения из малоразвитых стран в «благополучную» Европу. В России за период с 1913 по 2002 год доля городского населения выросла более чем в 3,7 раза, при этом урбанизированность населения в России существенно колеблется по регионам.

20 век справедливо может быть назван веком урбанизации. В 1900 г. в городах мира проживало 14 % всего населения, насчитывалось 12 городов - "миллионеров". В канун 21 века городским стало 45% мирового населения, имеется примерно 2,4 тыс. больших городов (свыше 100 тыс. жителей каждый) и свыше 200 городов - миллионеров.

Общие черты урбанизации, характерные для большинства стран:

1. Быстрые темпы роста населения, в том числе стихийные и в результате политических амбиций.
2. Концентрация населения и развитие городской инфраструктуры, особенно в непроизводственной сфере, что способствует удовлетворению запросов людей и обеспечивают доступ к хранилищам информации. Половина населения мира живёт в городах. Более 30 городов имеют население более 5 млн человек.
3. "Расползание" городов, расширение их территорий, формирование пояса городов – спутников, что принято называть городскими агломерациями. Их не всегда управляемый рост беспокоит учёных, занимающихся этой проблемой.

Однако урбанизация рассматривается учеными и общественным мнением

* Минрегионразвития РФ, Приказ № 371 « Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания»

как, в общем, **позитивная тенденция развития мира**, как некий объективный процесс, связанный с обеспечением большего числа населения условий для более удобной и **комфортабельной жизни**, для более полного развития способностей, для более защищенной и здоровой жизни, с точки зрения оказания медицинских услуг. Однако, урбанизации сопутствуют не только позитивные перемены в жизни людей, но и **отрицательные**. Можно долго перечислять те негативные факторы, которые сегодня связывают с неконтролируемой урбанизацией. Это **перенаселенность** и возникающие в связи с ней "кварталы бедных" в городах - мегаполисах, повышенная преступность, а самое главное, загрязнение окружающей среды и многие другие нежелательные явления, в том числе снижение иммунитета населения и необходимость жесткого регулирования водопотребления и водоотведения.

Современная трактовка урбанизации не может абстрагироваться от природной и экологической ситуации. Урбанизация создает ограниченные площади со "специфическим пространством" и интенсивным взаимодействием населения, хозяйства и природы. Города и их природная среда образуют определенную целостность, которая требует особого подхода к системе экологического регулирования качества окружающей среды.

Темпы урбанизации зависят от уровня экономического развития природно-территориального комплекса. В большинстве экономически развитых странах, где урбанизация достигла достаточно высокого уровня, процесс пытаются взять под контроль, и долю городского населения пытаются стабилизировать. Намечается тенденция уменьшения, она продолжает расти вглубь, приобретая новые формы. Резкое увеличение населения городов получило название городского взрыва и является неконтролируемым процессом. Следует отметить, что в этом случае рост населения намного опережает реальное развитие территории и ее потенциальную продуктивность.

В ряде международных документов (в частности, в резолюции Международного банка Реконструкции и Развития) говорится о кризисе урбанизации в развивающихся странах, который в общем случае остается в стихийным и неупорядоченным.

В атмосфере над урбанизированными территориями в 10 - 25 раз больше аэрозолей и газов, причем 60-70 % от выбросов принадлежат автотранспорту. Активная конденсация влаги приводит к увеличению на 5-10% загрязненных осадков. Самоочищению атмосферы препятствует снижение солнечной радиации на 10 – 20 % и изменение скорости ветра. При малой подвижности воздуха тепловые аномалии над городом охватывают слои атмосферы в 250-400 м, а

контрасты температуры могут достигать 5-6 °С. С ними связаны температурные инверсии, приводящие к интенсивному загрязнению, туманам и смогу.

Потребление воды в условиях урбанизации возрастает в 10 и более раз на человека, чем в правильно организованном сельском районе, а загрязнение водоемов достигает катастрофических размеров с учетом организации отвода воды с этих территорий. Суммарный объем сточных вод достигает 1 м³ в сутки на человека. В связи с этим практически все крупные города испытывают дефицит воды и многие вынуждены получать её из удаленных источников. Водоносные горизонты истощены и деградируют в результате непрерывных откачек из скважин, колодцев, и при условии их гидравлической связи с поверхностными источниками загрязнены на значительных расстояниях.

Коренному преобразованию подвергается и почвенный покров городских территорий. На больших площадях кварталов, магистралей он физически уничтожается, а в зонах рекреаций – парки, скверы, дворы - почвенный слой преобразован и не выполняет свои естественные функции при специфическом обслуживании (уборка листьев, стрижка растений, выгул животных и т.д.), в результате загрязняется вредными веществами из атмосферы, обогащается тяжелыми металлами. Обнаженность почв ведет к водной и ветровой эрозии. Растительный покров городов обычно практически полностью представлен “культурными насаждениями”. ***Структура антропогенных фитоценозов не соответствует зональным и региональным типам естественной растительности.*** Поэтому развитие зеленых насаждений городов протекает в ***искусственных условиях***, регулируется человеком. Многолетние растения в городах развиваются в условиях сильного угнетения, без достаточного органического слоя почвы с повышенной миграцией тяжелых металлов в дренажных и ливневых водах урбанизированных природно-технических систем (ПТС).

Если в качестве примера ПТС рассматривать Санкт-Петербург, то экологическая ситуация в этой системе определяется выбросами более 1000 предприятий, крупного железнодорожного и авиа узлов, гидротехнических сооружений морского порта, мощного автотранспортного парка. Среди промышленных предприятий города остаются ресурсо- и энергоемкие, производства с оборудованием, технологиями и водным хозяйством, которые требуют модернизации согласно современному водному законодательству. Как показывает практика, на многих предприятиях отсутствует правильная организация отвода ливневых и дренажных сточных вод, не достаточно эффективно работают локальные и централизованные системы очистки воды.

Общее количество сточных вод, попадающих в водную акваторию Невы, по многолетним наблюдениям находится в пределах 1400 -1600 млн м³ в год.

Следует заметить, что ливневая канализация была организована с момента основания города в виде деревянных дренажных труб. Промышленные предприятия сбрасывали стоки в Неву и ее притоки, каналы; хозяйственно-бытовые воды накапливались в 40 тыс. выгребных колодцев, из которых вывозились из города специальным ассенизационным обозом, число повозок в котором достигало несколько тысяч единиц. В последующем выгребные колодцы пришлось присоединить к ливневой канализации, которая, как и промышленная, выходила непосредственно в *водную систему Невы*. В результате качество воды в Неве и ее притоках резко ухудшилось. Ливневые и дренажные воды также несут в водную систему Невы опасное количество химических веществ часто без очистки. Уровень загрязненности поверхностных вод в настоящее время оценивается в соответствии с Методическими указаниями «Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (РД 52.24.64302002). В основу метода положен принцип сочетания дифференцированного и комплексного способов оценки качества воды. Вклад отдельных загрязняющих веществ в общую загрязненность воды водных объектов определяется либо высокими концентрациями в течение короткого промежутка времени, либо низкими концентрациями в течение длительного периода, либо другими возможными комбинациями факторов.

В настоящее время за динамикой изменения качества воды в водных объектах можно проследить по результатам мониторинга на Экологическом портале Санкт-Петербурга и по материалам ежегодных отчетов по состоянию окружающей среды в регионе.* Подобные сайты имеются в структуре каждого субъекта РФ.

Экологическое состояние Санкт-Петербурга как территории прогрессирующей урбанизации нельзя признать благоприятной. Антропогенное воздействие на компоненты окружающей среды остается мощным фактором, определяющим негативные эффекты и затрагивают здоровье городского населения**.

«Шлейф» водных загрязнений распространяется по естественным водотокам и отрицательно воздействует на источники питьевого

* http://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2015/06/19/doklad_2014_SWipmNU.pdf

** Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге. / под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2011. – 108 с.

водопотребления. Органические примеси поступают из бытовых, сельскохозяйственных или промышленных стоков. Их трансформация происходит под действием микроорганизмов и сопровождается потреблением растворенного в воде кислорода. Схема мониторинга водной системы Санкт-Петербурга приведена на рис. 2.

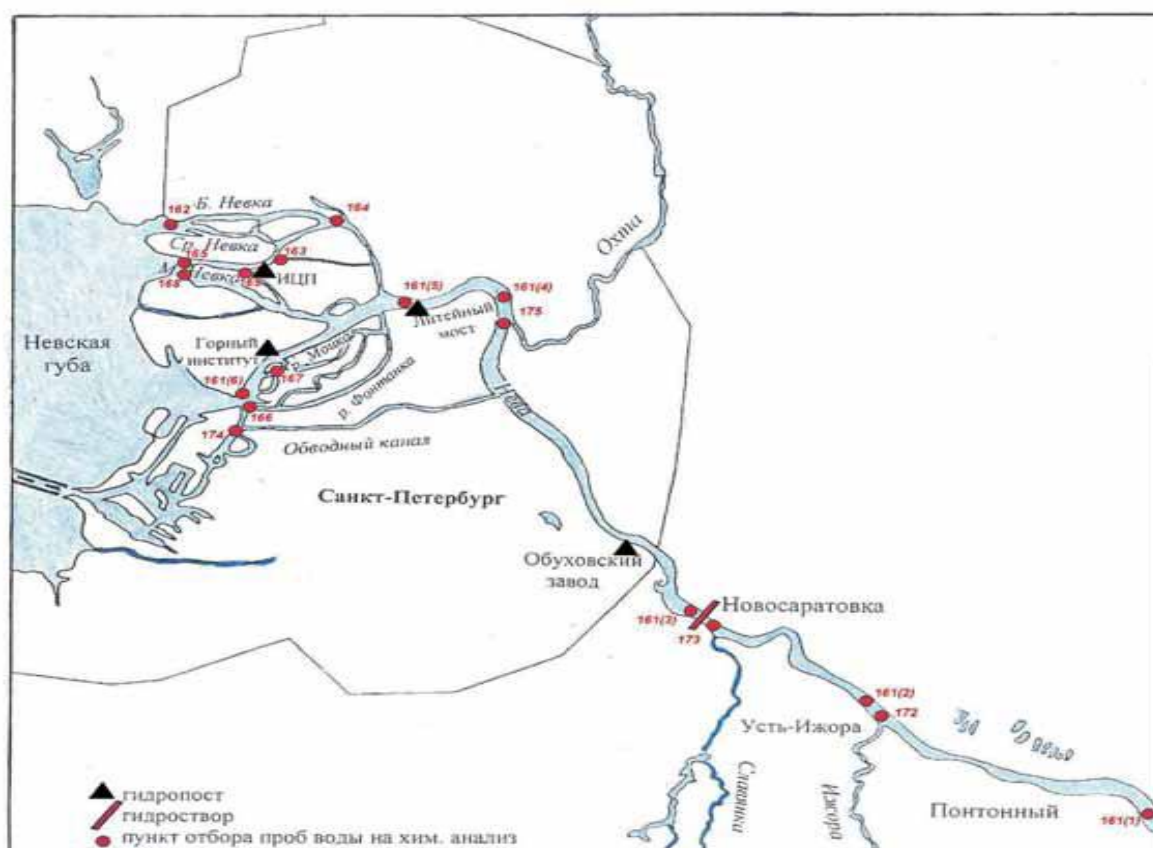


Рис. 2. Схема расположения створов наблюдений за загрязненностью вод рек на территории Санкт-Петербурга.

При достаточном количестве кислорода происходит биоокисление и в результате самоочищения низкомолекулярная органика превращается в сравнительно безвредные остатки. При наличии значительных загрязнений содержание кислорода резко падает, развиваются процессы гниения. При содержании кислорода в воде ниже 5 мг/дм^3 , а в районах нереста - ниже 7 мг/дм^3 многие виды рыб погибают.

Болезнетворные микроорганизмы и вирусы содержатся в канализационных стоках населенных пунктов и животноводческих ферм. Попадая в питьевую воду, патогенная микрофлора вызывает различные эпидемии, такие, как вспышки сальмонеллеза, гастроэнтерита, гепатита и др. В развитых странах в настоящее время распространение эпидемий через общественное водоснабжение происходит редко. Нева остается достаточно опасным водным объектом для

использования, о чем свидетельствуют материалы доклада об экологической ситуации в Санкт-Петербурге (табл.1), а также запрет на использование городских водоемов для купания в летний период.

Таблица 1.

Характеристика загрязненности воды водотоков Санкт-Петербурга

№ пункта (створа)	Водный объект	Характеристика загрязненности воды	
		2013	2014
142	р. Каменка	Грязная	Грязная
161(1)	р. Нева	Загрязненная	Загрязненная
161 (4)	р. Нева	Загрязненная	очень загрязненная
161 (5)	р.Нева	Загрязненная	Слабо загрязненная
161 (6)	Большая Нева	Загрязненная	Загрязненная
162	Большая Невка	Слабо загрязненная	Загрязненная
163	р. Карповка	Загрязненная	Загрязненная
164	Черная речка	Очень загрязненная	Загрязненная
165	Мала Невка	Загрязненная	Загрязненная
166	р. Фонтанка	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная
167	р. Мойка	Слабо загрязненная	Загрязненная
168	Малая Нева	Слабо загрязненная	Загрязненная
169	р. Ждановка	Слабо загрязненная	Загрязненная
172	р. Ижора	Очень загрязненная	Грязная
173	р. Славянка	Очень загрязненная	Очень загрязненная
174	Обводный канал	Загрязненная	Загрязненная
175(2)	р. Охта	Очень грязная	Грязная

Увеличение донных осадков относится к одному из гидрологических последствий урбанизации. Их количество в реках и водоемах постоянно возрастает из-за эрозии почв в результате неправильного ведения сельского хозяйства, сведения лесов, а также зарегулированности речного стока. Это явление приводит к нарушению экологического равновесия в водных системах, пагубно действует на донные организмы.

Все больше загрязняются моря промышленными отходами и сточными водами, содержащими значительное количество органических отходов. Нередко реки играют роль продолжения канализации и выносят большую часть стоков в моря. Следует отметить, что прибрежные государства Северного моря ежегодно сбрасывают около 20 000 тонн жидких и твердых отходов. Настоящий бич любой акватории и водоохраных зон - это места неорганизованных свалок отходов. В последнее время объявлена настоящая война этому явлению, однако не все

свалки попадают в поле зрения контролирующих органов. Многое зависит от грамотности населения и умения организовать работу на региональном уровне.

Отходы, попавшие в воды морей, частично оседают на дно, иногда образуют плавучие острова. В любом случае происходит деградация загрязнений с выделением токсичных компонентов, которые губят большое количество живых организмов, особенно страдает планктон. На него обрушиваются все поверхностные загрязнители – поверхностно-активные вещества, масла, пленки нефтепродуктов и т.д. Проблемы, связанные с загрязнением морей и океанов, остаются достаточно острыми и требуют решения.

3. Загрязнения водных объектов

Под *загрязнением водных ресурсов* понимают любые изменения физических, биологических и химических свойств воды в водных объектах под природным и техносферным воздействием, приводящих к формированию неблагоприятных условий среды обитания и наносящих ущерб экосистеме и природопользователям при целевом использовании водных объектов.

Согласно Водному кодексу РФ сохраняется приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное воздействие и поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество вод в водных объектах, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и водоохранных зон.

Под *негативным воздействием вод* понимают затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на определенные территории и объекты.

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно разделить на несколько типов: *механическое* - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений; *химическое* - наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия, не свойственных для конкретной водной экосистемы; *бактериальное и биологическое* - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов, мелких водорослей и инвазионного вида в экосистеме; *радиоактивное* - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах; *тепловое* - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных станций. Эти вопросы частично обсуждались в курсе «Химия окружающей среды».

Химическое загрязнение - это поступление в окружающую среду загрязнителей в виде химических веществ, образующихся в результате техносферного воздействия и природно-антропогенных и процессов (первичное загрязнение), либо в результате трансформации вредных и опасных загрязнителей в ходе физико-химических, биохимических процессов в среде (вторичное загрязнение). Сегодня известно более 4 млн химических соединений, число которых ежегодно возрастает приблизительно на 10 %. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, человек в быту или производственной деятельности контактирует с 60–70 тыс. химических соединений, число которых ежегодно увеличивается на 200–1000 новых веществ, однако система нормирования стремится перейти к суммарным показателям и унифицировать систему контроля над ними. Существуют принципы обоснования приоритетных показателей загрязняющих веществ по различным видам хозяйственной деятельности.

Основные характеристики приоритетных загрязняющих веществ:

- ***широкое распространение вещества*** в окружающих человека микросредах и уровни его воздействия, способные вызвать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья населения;
- ***устойчивость токсического вещества*** к воздействию факторов окружающей среды, его накопление в организме, включение в пищевые цепи или в природные процессы циркуляции веществ;
- ***частота и тяжесть неблагоприятных эффектов***, наблюдаемых в состоянии здоровья населения при воздействии токсического агента, при этом особенно важны необратимые или длительно протекающие изменения в организме, приводящие к генетическим изменениям, или другие нарушения развития у потомства;
- ***постоянный характер действия***;
- ***изменение (трансформация) химического вещества*** в окружающей среде или организме человека, приводящее к образованию продуктов, имеющих ***большую, чем исходное вещество, токсичность для человека***;
- ***значительная величина популяции***, подверженного действию химического вещества (вся популяция, профессиональные группы или подгруппы, имеющие повышенную чувствительность к воздействию данного токсиканта).

Эколого - токсикологический мониторинг и экоаналитический контроль направлены на оценку концентрации загрязняющих веществ и сравнение их с ПДК. Продолжением мониторинга является проведение биоиндикации, в том числе определение биологически значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ водной экосистемы.

Наиболее распространенными для оценки токсичности являются следующие категории загрязняющих веществ:

тяжелые металлы (плотность более 5 г/см^3) с относительной атомной массой более 40. Из приоритетных металлов наибольшее внимание уделяется четырем, так называемым «большой четверкой», это — **свинец, ртуть, кадмий и мышьяк**;

полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) (нафталин, антрацен, пирен, хризен, фенантрен, бенз(а)антрацен и другие);

хлорорганические пестициды гексахлорцикло-гексан (линдан, у-ГХЦГ), ДДТ и его метаболиты ДДЕ и ДДД, гекса-хлорбензол и некоторые другие;

полихлорированные бифенилы (ПХБ) являются производными бифенила, атомы водорода, которого частично или полностью замещены на атомы хлора;

диоксин и диоксиноподобные соединения полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДЦ) и многочисленная группа диоксиноподобных соединений;

фенолы; синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ); **нефть и нефтепродукты; нитраты и нитриты.**

На большинстве водных объектов субъектов Федерации ведется мониторинг за их состоянием, в том числе по токсичным соединениям. Для водных объектов Северо-Западного региона характерны сезонные изменения качества воды. Марганец и железо относятся к тем веществам, для которых эти колебания проявляются наиболее ярко и представляют существенные трудности с нормированием этих показателей при сбросе в водные объекты. На рис. 3 и 4 представлены данные по ряду показателей в контрольных точках акватории Невской губы, полученные Государственным научно-исследовательским институтом озерного и речного рыбного хозяйства.

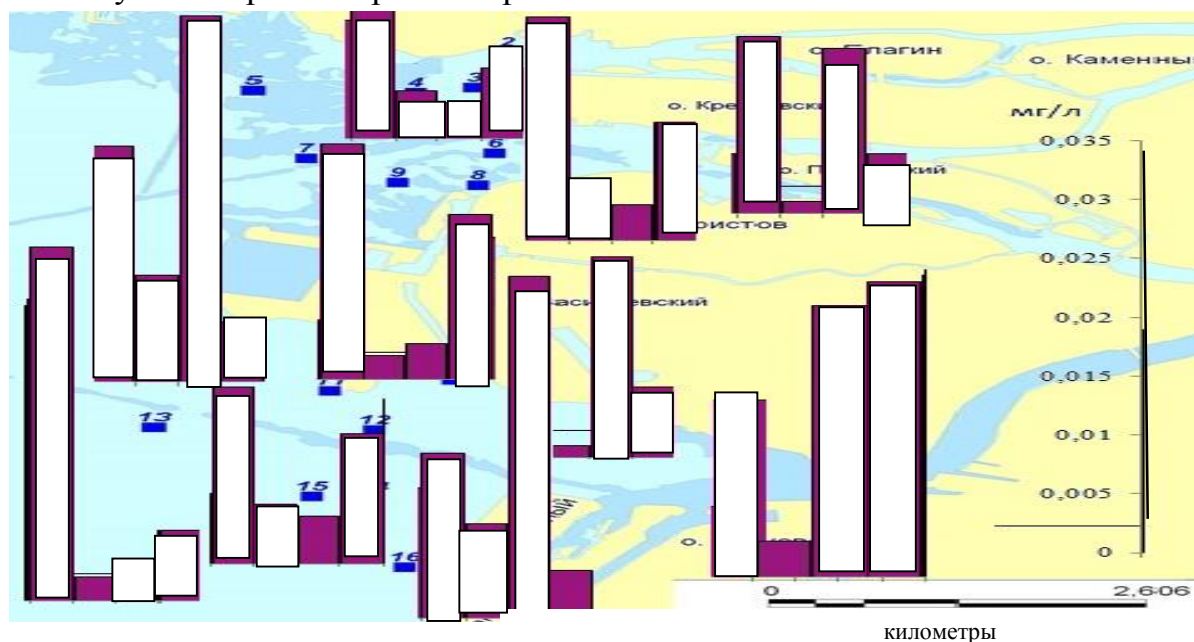


Рис. 3. Сезонные изменения концентрации марганца в воде в июне - октябре 2013года.

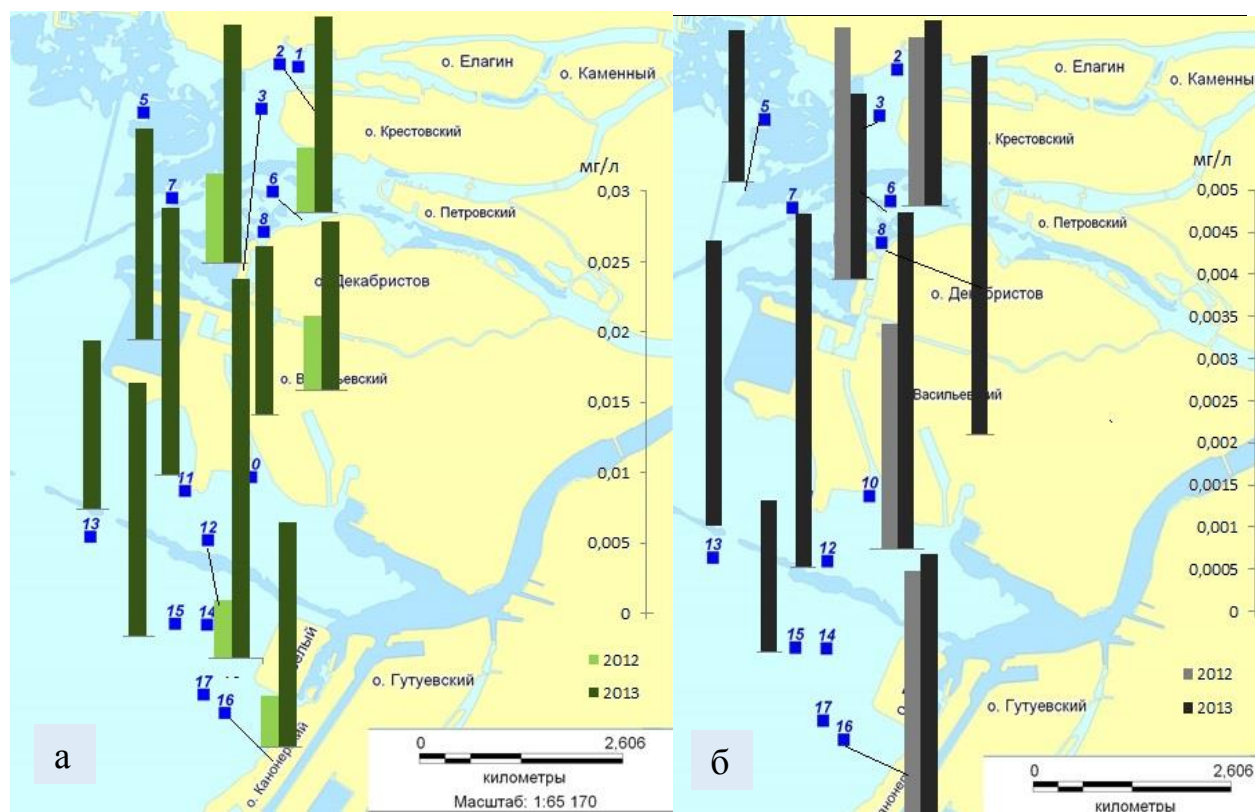


Рис. 4. Средние концентрации цинка (а) и свинца (б) в воде Невской губы в 2012

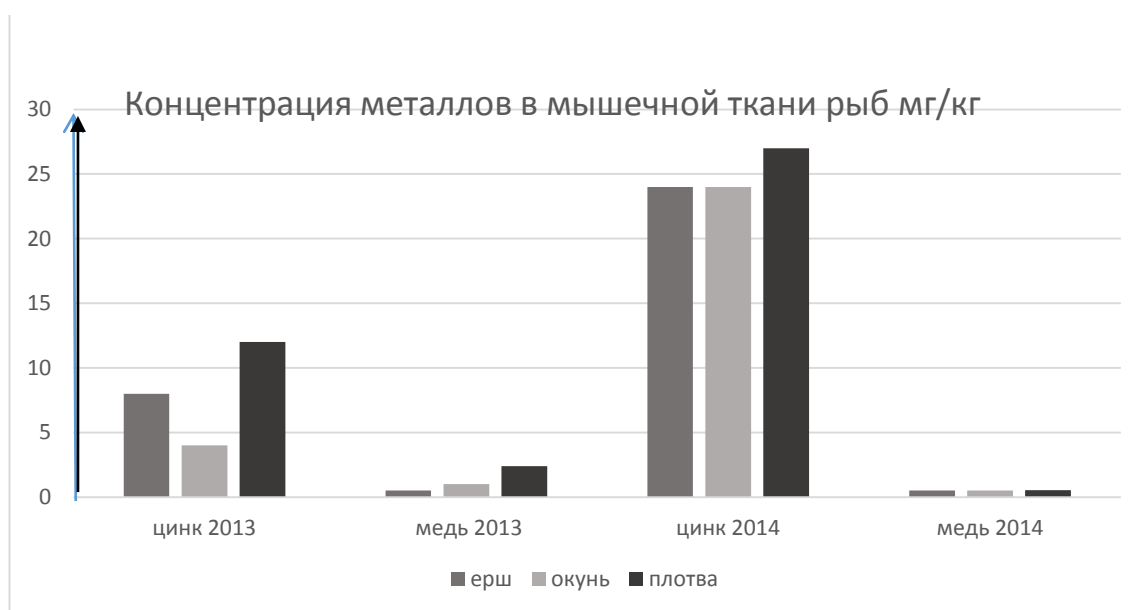


Рис. 5. Средние концентрации цинка и меди в мышечной ткани рыб в этой акватории в 2013 и 2014 годах

По результатам исследований ФГБНУ «ГосНИОРХ», представленных на семинарах и международных конференциях по проблемам водных ресурсов, и материалам отчетов по состоянию качества воды на акватории Невской губы

получены среднестатистические концентрации тяжелых металлов (табл. 2), которые оказывают существенно влияние на функционирование водной экосистемы в регионе. Представленные результаты могут быть использованы студентами для выполнения индивидуального домашнего задания по оценке экологического риска при использовании водного объекта по целевому назначению.

Таблица 2

Среднестатистическая концентрация тяжелых металлов в воде Невской губы и доля проб с концентрациями, превышающими ПДК

Ингредиент	Zn	Cd	Pb	Cu	Mn
Концентрация, мг/дм ³	0,025±0,003	0,0002±1·10 ⁻⁴	0,003±1·10 ⁻⁴	0,003	0,015±0,004
Число проб, шт	98	98	100	100	70
Доля проб >ПДК, %	60	10	32	85	45

Одной из важных проблем водных ресурсов является существенное **изменение качественного и количественного биологического разнообразия в акваториях**, где имеется интенсивное развитие судоходства. Система регулярных наблюдений во времени и пространстве, направленная на получение информации о состоянии биологического разнообразия (особенно в части **ксеноразнообразия**) на наиболее важных участках квазиестественных и искусственных экосистем, в настоящее время фиксирует расширение биоразнообразия, не характерное для северных широт. В качестве примера можно привести результаты исследования на основе методики ведения мониторинга чужеродных видов в Невской губе и восточной части Финского залива, разработанной Санкт-Петербургским научным центром РАН (Приказ Комитета от 21.11.2007 N 218-ос).

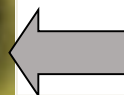
Факторами, способствующими новым вселениям и изменениям в водных экосистемах, являются как прямая хозяйственная деятельность, так и глобальные природные явления. Наиболее значимыми являются: интенсификация судоходства и расширение спектра приписки судов; глобальные климатические циклы и рост восприимчивости экосистемы к новым инвазиям за счет проходящих в ней изменений.

Ключевые чужеродные виды на акватории Финского залива, которые внесены в методику п 36-р "Об утверждении Методики ведения мониторинга чужеродных видов в Невской губе и восточной части Финского залива" утвержденную распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга от 28.03.2008 года, представлены на рис. 6-7.



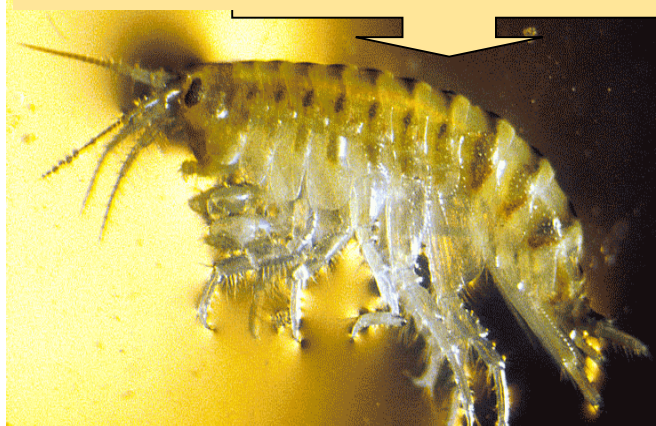
Рис.6 Ключевые чужеродные виды акватории Финского залива:

Dreissena polymorpha
(понто-каспийский двустворчатый моллюск-обрастатель),

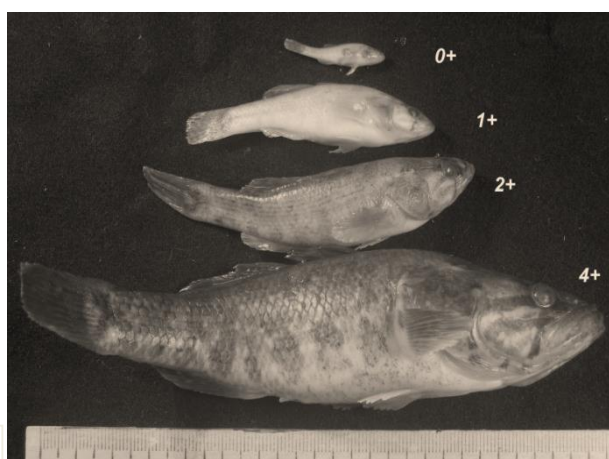


Cercopagis pengoi (понто-каспийский хищный)

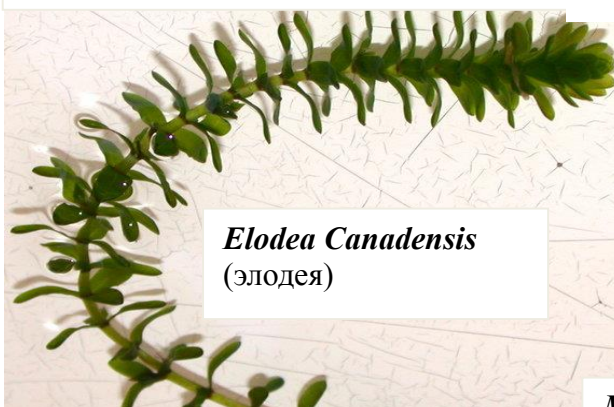
Gmelinoides fasciatus (байкальский бокоплав)



Pontogammarus robustoides
(понто-каспийский бокоплав)



Perccottus glennii (амурский ротан-головешка)



Elodea Canadensis
(элодея)



Marenzeilleria arctica многощетинковый червь

Рис.7. Ключевые чужеродные виды (продолжение) акватории Финского залива

Marenzeilleria arctica, активно замещает на акватории северо-запада ранее вселившийся близкородственный вид *Marenzeilleria neglecta*).

Система долговременных регулярных наблюдений во времени и пространстве, направлена на получение информации о состоянии биологического разнообразия (особенно в части ксеноразнообразия) на наиболее важных участках квазиестественных и искусственных экосистем. **Распространение и роль чужеродных видов в сообществах реципиентах:** распространены практически во всех, отвечающих экологическим требованиям, биотопах Финского залива. Их роль существенная, в их числе имеются ассоциации (рис.8), состоящие на 99 % по численности и биомассе из вселенцев и эти процессы необратимы.

Происходит активное **формирование зон популяций вселенцев** за пределами участков, где они регистрировались ранее. *Marenzeilleria arctica* (многощетинковый червь) заместил на акватории, прилежащей к Санкт-Петербургу, ранее вселившийся близкородственный ему вид *Marenzeilleria neglecta*).

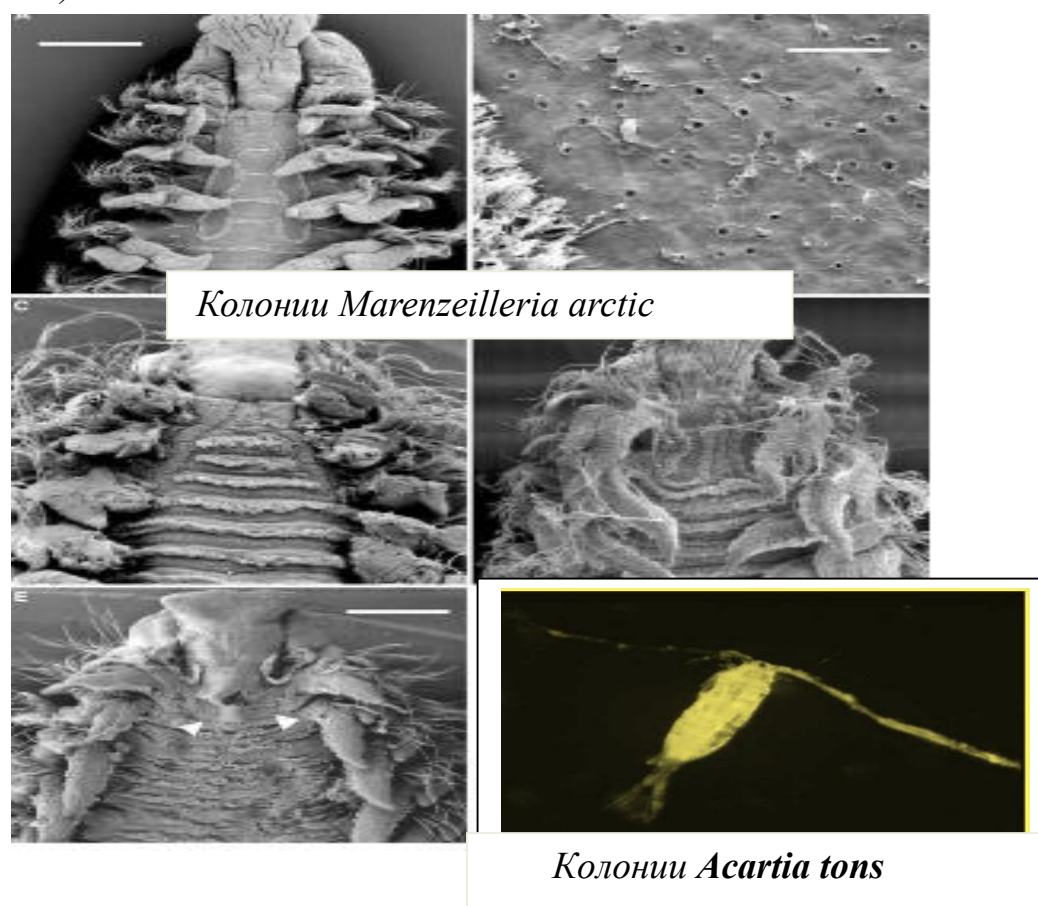


Рис. 8. Пример зоны **популяций вселенцев** *Marenzeilleria arctic* на акватории Невской Губы и колонии *Acartia tons* (веслоногий североамериканский рачок – фильтратор).

Продвижение массовых поселений *Potamopyrgus antipodarum*, *Tubificoides pseudogaster* отмечено в Курортном районе, заселение искусственных островов

современных природно-технических систем в Невской Губе и на основной акватории Финского залива сообществом *Arianta arbustorum*.

Периодичность размножения и пополнения популяций молодью приобретает регулярный характер с существенным пополнением биомассы популяции. ***Общая динамика регистраций*** чужеродных видов свидетельствует о завоевании в том числе и за счет городской акватории. По данным комитета по обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга в 2014 году обнаружено 25 новых чужеродных вида. Следует отметить высокую способность популяций чужеродных видов к *восстановлению* после катастрофических воздействий. Происходит вытеснение естественных биовидов новыми чужеродными конкурентами, причем некоторые из них представляют угрозу пищевой цепочке видам, что является ***потенциально опасным для хозяйственной деятельности и формированию биоресурсов водных видов.***

Новые ***наземные чужеродные*** виды активно продвигаются в береговой части природно-технических систем. В качестве примера на рис. 9 представлены некоторые разновидности брюхоногих. В 2014 году национальной карантинной службой США нашествию наземных чужеродных видов присвоено значение угрозы первой степени. В Ленинградской области от экспансии этих улиток особенно страдают садоводы и дачники. Улитки могут питаться различными культурными (в том числе ядовитыми) и дикими растениями, перегнивающими частями растительного и животного происхождения.



Рис. 9. Несколько нежелательных инвазионных видов распространённых в Европе и северной Америке: *Arianta arbustorum* (Mollusca/ Gastropoda/ Pulmonata/Helicidae) семейства Helicidae.

Важное направление современной водной экологии - это изучение «биологического загрязнения» ***биологических инвазий.*** Необходимость этих знаний о чужеродных видах водных экосистем позволяет моделировать и понимать особенности сокращения видового разнообразия сообществ и изменение структуры трофических сетей, приводящих к эвтрофированию водоема. Кроме этого биологическое загрязнение такого рода является сегодня источником биопомех (*биопомехи - организмы, причиняющие вред навигации,*

водоснабжению, санитарному состоянию водоемов, ирригационным системам, гидро-, тепло- и атомным электростанциям и др. техническим сооружениям). Анализ причинно-следственных связей формирования биопомех свидетельствует о том, что соподчиненность этих процессов имеет обратные эффекты, так как природа этого явления есть реакция водной экосистемы на техногенное воздействие при эксплуатации этих систем. Однако в настоящий момент обратимость процесса биологических инвазий маловероятно.

Следует выделить наиболее вероятные зоны влияния биологического загрязнения водных ресурсов:

- участки акватории под техногенным воздействием (гидротехнических работ), искусственные участки (биотопы искусственных островов), техногенно трансформированные участки с умеренным уровнем беспокойства (например, заброшенные фарватеры и гидротехнические сооружения);
- участки, находящиеся в зонах между значениями солености 1,8 ‰ - 0,11 ‰, где возможны плацдармы для инвазий эврибионтных видов как в опресненную, так и в осолоненную части акватории;
- участки береговой зоны с нестабильными гидрооптическими условиями, где прозрачность не достигает критических значений (соотношение глубины и прозрачности 0,15);
- участки береговой зоны, примыкающие к небольшим водоемам, которые служат *рефугиумами* (убежищем) водным организмам, могут быть плацдармами для реколонизации городских акваторий мобильными водными организмами после катастрофических воздействий;
- участки с высокой степенью гетерогенности донного рельефа.

К *антропогенным новым экотоксикантам* можно отнести компоненты лекарственных веществ и их метоболиты, а также средства бытовой гигиены **PPCP** (pharmaceuticals and people care products). Обнаружение этих экотоксикантов стало возможным по мере развития аналитической техники. Влияние PPCP на водные экосистемы признано серьезной экологической проблемой во всем мире.

Наличие PPCP в воде вызывает серьезные нарушения физиологических процессов и репродуктивной функции живых организмов, в том числе повышение уровня онкологических заболеваний, появление антибиотико-устойчивых штаммов бактерий, возникновение потенциально опасных химических смесей.

Основными источниками загрязнения являются муниципальные сточные воды, стоки сельскохозяйственных, фармацевтических предприятий и медицинских учреждений. Большинство лекарственных препаратов в своем

составе имеет как инертную часть, так и активную химическую составляющую, которая не полностью усваивается и выводится из организма в неизменной или трансформированной форме. В табл. 3 проведены сведения и перечень препаратов, наиболее распространенных и часто применяемых населением Российской Федерации, причем многие из них отпускаются без рецепта, а продукты их метаболизма не учитываются при сбросе бытовых сточных вод. Лекарственные соединения, которые обнаружены в акватории Северо-Западного региона*, свидетельствуют о том, что эти загрязнения имеют широкий ореол распространения и накапливаются как в водных экосистемах, так и в донных отложениях.

Таблица 3

Список лекарственных соединений, входящих в состав препаратов, наиболее распространенных на территории России* (справочник <http://www.rlsnet.ru>)

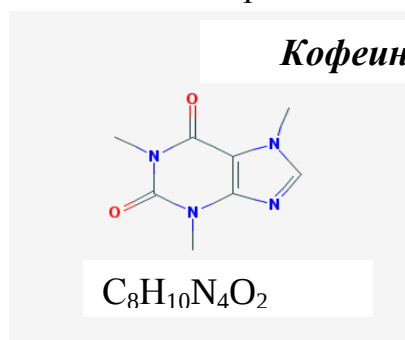
№ п/п	Действующее вещество	Фармакологическая группа	Название препарата
1	Кофеин	Психостимулятор и аналептик	Ринза, Пенталгин, Нурофен, Солпадеин
2	Диклофенак	Противовоспалительные	Вольтарен эмульгель, Диклак гель, Диклофенак ретард; Фастум гель, Кетонал крем, Быструм гель, Артрозилен, Артрум
3	Кетопрофен		
4	Цитрофлоксин	Синтетические антибактериальные средства	Цифран, Ципромед, Ципролет; Экобол, Амоксиклав, Флемоксин соллютаб, Хиконцил, Амоксициллин, Тетрациклин
5	Амиксициллин		
6	Тетрациклин		
7	Норфлоксацин	Противомикробное	Нолицин, Бактиор, Негафлокс, Норбактин, Норилет, Нормакс, Нороксин, Софазин
8	Парацетамол	Жаропонижающие	Парацетамол, Антигриппин, ТераФлю, Пенталгин, Фервекс, Ринза, Колдакт Флю, Колдрекс, Цитрамон, Аспирин, Солпадеин; Кардиомагнил и др.
9	Аспирин		
10	Ибупрофен	Болеутоляющие	Нурофен, МИГ
11	Безифибрат	Сердечнососудистые и анти-склеротические средства	Безалин, Безамидин, Безифал, Дифатерол, Оралипин, Цедур
12	Эналаприл	АПФ-блокаторы	Энап, Эналаприл, Коринетек, Ренитек
13	Этинилэстрадиол	Гормональные средства	Противозачаточные средства
14	Триклозан	Противомикробное средство	Моющие и гигиенические средства

В связи с этим обстоятельством должны быть пересмотрены технологические решения по подготовке воды для питьевого назначения и особенности использования водных объектов для рекреационных целей. Следует отметить, что практически все широко используемые лекарственные препараты, сегодня

*Журнал «Региональная Экология» № 1-2 (31) 2011. С.82-86 [Электронный ресурс]

Режим доступа http://www.ecosafety-spb.ru/index.php?Itemid=17&id=30&option=com_content&view=article

реализуемые через розничную продажу, в том или ином виде попадают в водные экосистемы. Представленные результаты исследований, проводимые отделом натуральных эколого-химических исследований НИЦЭБ РАН, при отборе и анализе проб из водоемов Северо-Западного региона свидетельствуют о наличии основных лекарственных соединений в этих водоемах, причем в количествах, соизмеримых с данными подобных зарубежных исследований. Таким образом установлен факт новых загрязнителей окружающей среды лекарственными соединениями в местах, где не имеется фармацевтических производств и мест утилизации медицинских препаратов. В качестве примера приведены наиболее известные лекарственные формы, присутствующие в водоемах.



Кофеин обнаружен практически во всех пробах.

Уровень загрязнения – до 450 нг/дм³

Диапазон регистрируемых концентраций в других странах: 8-6000 нг/дм³

Достаточно в широком диапазоне концентраций обнаружен диклофенак во всей акватории Невско-Ладожского бассейна

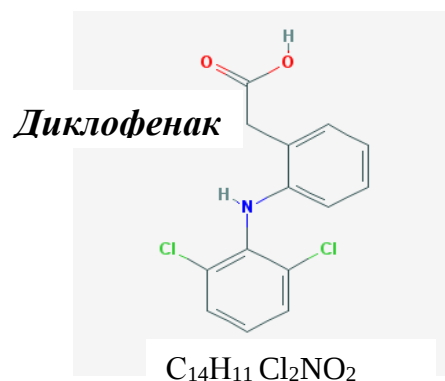
от 3 до 270 нг/дм³

Район Приморска, Финский залив 12,1 нг/дм³

Лахтинский разлив 3,9 нг/дм³

Выход из реки Невы 2 70 нг/дм³

Максимум регистрируемых концентраций в других странах: 5500 нг/дм³.



4. Оценка загрязнений при нештатных ситуациях с аварийным сбросом

Экологическая безопасность - состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. *

Под **угрозой экологической безопасности** принято понимать прямую или косвенную возможность нанесения ущерба окружающей среде и жизненно важным интересам человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, устойчивому развитию Российской Федерации.

* Проект "Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года" (по состоянию на 19.05.2015) Режим доступа [Консультант Плюс](#) Дата сохранения: 08.09.2015

Система обеспечения экологической безопасности представляет собой совокупность средств, направленных на обеспечение этой безопасности.

К **средствам обеспечения экологической безопасности** относят технологии, а также технические, программные, нормативно-правовые, организационные инструменты, которые направлены на обеспечение защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и их последствий*.

Для крупных промышленных центров в целях обеспечения защищенности от опасного аварийного загрязнения в водотоках и водоемах имеются методические рекомендации *, которые позволяют производить оперативные расчеты по определению основных характеристик водотоков и водоемов соответствующих природно - технических систем, которые потенциально могут иметь аварийные сбросы в них опасных химических веществ. Методические рекомендации могут использоваться для обоснования планов природоохранных мероприятий, в которые входит прогнозирование и предотвращения чрезвычайных гидроэкологических ситуаций, связанных с попаданием в водные объекты города вредных и опасных веществ.

Следует отметить, что такие методические рекомендации, как правило, имеют ограничения применимости и касаются аварийных сбросов, которые могут привести к высокому (≥ 10 ПДК_в) и экстремально высокому (≥ 100 ПДК_в) загрязнению водных объектов.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) - опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти загрязнение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (**токсодозах**).

Опасное химическое вещество - химическое вещество, прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызывать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования (ПДК_в) - концентрация вещества, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течении всей его жизни и на здоровье последующих поколений.

Под **аварийным сбросом** загрязняющих веществ в водный объект понимается крупномасштабное поступление в него опасных химических веществ в результате разрушения блокировок очистных сооружений на промышленных

* Методика прогнозной оценки загрязнения открытых водоисточников аварийно химически опасными веществами в чрезвычайных ситуациях. -М.: ВНИИ ГОЧС, 1996. -37 с.

** Методические рекомендации «Оценка последствий аварийных сбросов неочищенных сточных вод в водотоки Санкт-Петербурга» ООО «МП ЭКРОС», 2008, - 94с.

объектах, разрывов нефте- и продуктопроводов, транспортных аварий и стихийных бедствий.

В расчет принимаются только те аварийные сбросы, которые могут привести к высокому (≥ 10 ПДК_в) и экстремально высокому (≥ 100 ПДК_в) загрязнению водных объектов, в результате чего в створе водопользования при расчете по прогнозу или зафиксированной при непосредственном наблюдении концентрации хотя бы по одному из загрязняющих веществ может исключаться или ограничиваться возможность водопользования.

Уровень опасных загрязнений водоисточников опасными химическими веществами устанавливается органами санэпиднадзора Российской Федерации. При отсутствии данных санэпиднадзора рекомендуется пользоваться значениями высокого и экстремально высокого загрязнения водных объектов.

К расчетным параметрам зон аварийного загрязнения водных объектов, относятся следующие характеристики водного объекта:

- *время*, через которое центр зоны загрязнения достигнет заданного створа водного объекта ($t_{\max}$, ч);
- *максимальное значение концентрации* загрязняющего вещества в заданном створе ($C_{\max}$, мг/дм³);
- *продолжительность* прохождения высоких и экстремально высоких концентраций загрязняющего вещества ($C_{вз}$, мг/дм³) через заданный створ (Δt_3 , ч).

4.1. Расчет основных характеристик зоны аварийного загрязнения в водотоках

4.1.1. Определение времени подхода зоны загрязнения

Прогноз времени подхода зоны загрязнения с максимальной концентрацией АХОВ к заданному створу водотока определяется по формуле:

$$t_{\max} = t_d + t_0 / 2, \quad (4.1)$$

где t_d - время добегания речной воды от места аварии до заданного створа, ч;

t_0 - продолжительность сброса АХОВ в реку, ч.

Расчет t_d выполняется по формуле:

$$t_d = L / 3.6 V, \quad (4.2)$$

где L - длина расчетного участка реки, км; V - средняя скорость течения реки на участке, м/с.

Если вместо значения средней скорости течения реки на участке задан расход воды (Q , м³/с), то ориентировочное значение средней скорости течения воды определяется из соотношения:

$$V = Q / B H, \quad (4.3)$$

где B - средняя ширина расчетного участка реки, м; H - средняя глубина расчетного участка реки, м.

Аналогичным образом определяется значение расхода воды по заданной средней скорости течения:

$$Q = V B H \quad (4.4)$$

4.1.2. Расчет максимального значения концентрации аварийно химически опасного вещества в зоне загрязнения водотока

Ориентировочные максимальные концентрации АХОВ в заданном створе водотока ($C_{\max}$, мг/л) рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$C_{\max} = C_a \Psi \Theta \varepsilon, \quad (4.5)$$

где C_a - концентрация АХОВ в аварийном сбросе, мг/л; Ψ - безразмерный коэффициент, учитывающий поперечную дисперсию загрязняющего вещества в водотоке; Θ - безразмерный коэффициент, учитывающий продольную дисперсию загрязняющего вещества в водотоке; ε - безразмерный коэффициент, учитывающий неконсервативность загрязняющего вещества.

Если концентрация АХОВ в аварийном сбросе не задана, например в случае поступления в реку чистого (неразбавленного) вещества, расчет C_a выполняется по соотношению:

$$C_a = 1000 \rho, \quad (4.6)$$

где ρ - плотность загрязняющего вещества, кг/м³.

Расчет коэффициента Ψ производится по формуле:

$$\Psi = q/(j \times Q + q), \quad (4.7)$$

где Q - расход воды в водотоке выше места сброса АХОВ на расчетном участке» м³/с; q -расход АХОВ, м³/с; j - коэффициент, учитывающий смешение АХОВ в массе водного потока. Значения коэффициента j в зависимости от удаления и размера водотока приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Ориентировочные значения коэффициента j для водотоков

Расстояние от места аварийного сброса до заданного створа, км		j при расходе воды (Q), м ³ /с		
		<10	10 – 100	>100
10	20	0,8	0,5	0,2
21	30	1,0	0,7	0,3
31	40	1,0	0,9	0,4
41	50	1,0	1,0	0,5
51	60	1,0	1,0	0,6
61	70	1,0	1,0	0,7
71	80	1,0	1,0	0,8
81	90	1,0	1,0	0,9
>90		1,0	1,0	1,0

Расход поступающего в реку загрязняющего вещества определяется по формуле:

$$q = WY/3600 t_0, \quad (4.8)$$

где W - объем АХОВ, поступившего в реку, m^3 ; t_0 - продолжительность поступления АХОВ в реку, час; Y - безразмерный коэффициент, учитывающий испарение АХОВ в начальный период развития аварии (используется только для АХОВ, кипящих ниже $0^\circ C$. в остальных случаях принимается равным единице. Ориентировочные значения коэффициента приведены в табл. Приложения П2.2.

Расчет безразмерного коэффициента Θ , учитывающего продольную дисперсию загрязняющего вещества в водоток, производится по формулам:

$$\Theta = 3.14159/(1+Z) \text{ при } z > 3 \text{ или } t_{\max} > t_0, \quad (4.9)$$

$$\Theta = 1 \text{ при } z \leq 3 \text{ или } t_{\max} \leq t_0, \quad (4.10)$$

где Z - безразмерный параметр, определяемый по соотношению:

$$Z = \sqrt{(Dt_{\max})} / 6 V t_0, \quad (4.11)$$

где D – коэффициент продольной дисперсии, m^2/c .

Коэффициент продольной дисперсии D , зависящий от морфометрических и гидравлических параметров расчетного участка, определяется следующим образом:

а) рассчитывают коэффициент продольной дисперсии, приведенный к средней скорости течения реки, равной 1 м/с:

- для открытого водотока (свободного ото льда) по табл. Приложения П2.4 определяется численное значение коэффициента шероховатости расчетного участка ($n_{ш}$), затем, исходя из заданного значения средней глубины (H) расчётного участка, по табл. Приложения П2.5 находится численное значение коэффициента продольной дисперсии, приведенное к средней скорости течения $V = 1$ м/с;
- для водотока в условиях ледостава по табл. Приложения П2.6 определяется значение коэффициента шероховатости нижней поверхности льда ($n_{л}$) и по табл. П2.7 находится приведенное значение коэффициента для скорости течения реки, равной 1 м/с;

б) рассчитывается коэффициент продольной дисперсии для заданной скорости течения реки, для чего найденное из табл. приложения П2.5 или табл. П2.7 приведенное значение коэффициента продольной дисперсии умножается на численное значение фактической средней скорости течения на расчетном участке.

Коэффициент неконсервативности загрязняющего вещества (ε) определяется по формуле:

$$\varepsilon = \exp(-Kt_d/24), \quad (4.12)$$

где K - суммарный коэффициент скорости самоочищения загрязняющего вещества (1/сут). Численные значения коэффициента K для некоторых аварийно химически опасных веществ приведены в табл. Приложения П2.3: t_d - время добегания речной воды от места аварии до заданного створа, ч.

Для консервативных, а при отсутствии данных о скорости самоочищения и для неконсервативных веществ, значение коэффициента $\varepsilon = 1$.

4.2. Прогноз продолжительности прохождения высоких экстремально высоких концентраций АХОВ в заданном створе водотока

Продолжительность прохождения высоких и экстремально высоких концентраций АХОВ в заданном створе реки (Δt_3 , ч) определяется по соотношению:

$$\Delta t_3 = t_0(1+Z)(1-C_{вз}/C_{\max}), \quad (4.13)$$

где t_0 - продолжительность поступления АХОВ в водоток, ч; Z - параметр, определяемый по формуле (4.11); $C_{вз}$ - установленный уровень высокого (≥ 10 ПДК) или экстремально высокого (≥ 100 ПДК) загрязнения, мг/л; $C_{\max}$ - максимальное значение концентрации АХОВ в заданном створе, мг/л.

Момент прохождения фронта (t_ϕ) зоны загрязнения через заданный створ определяется по формуле:

$$t_\phi = t_{\max} - \Delta t_3/2, \quad (4.14)$$

Момент прохождения хвостовой части (t_x) зоны высокого или экстремально высокого загрязнения определяется по формуле:

$$t_x = t_{\max} + \Delta t_3/2. \quad (4.15)$$

4.3. Особенности прогнозной оценки загрязнения водотока на участках с различающимися морфометрическими гидравлическими характеристиками

К участкам водотоков с резко отличающимися морфометрическими и гидравлическими характеристиками следует относить створы в местах впадения крупных притоков, расход воды которых составляет более 20 % от расхода главной реки.

В этих случаях используются средневзвешенные значения средней скорости реки ($V_{ср}^B$, м/с), средней ширины ($B_{ср}^B$, м), средней глубины ($H_{ср}^B$, м) и коэффициента шероховатости ($n_{ш}^*$ или $n_{л}^*$). Средневзвешенные значения указанных характеристик рассчитываются по формулам:

$$V_{ср} = L / (L_1/V_1 + L_2/V_2 + \dots + L_n/V_n); \quad (4.16)$$

$$B_{ср} = (B_1L_1 + B_2L_2 + \dots + B_nL_n) / L; \quad (4.17)$$

$$H_{cp}=(H_1L_1+H_2L_2+ \dots +H_nL_n)/L; \quad (4.18)$$

$$n^*=(n_1L_1+n_2L_2+ \dots +n_nL_n)/L. \quad (4.19)$$

Далее расчеты производятся по выше указанным требованиям по формулам 4.1-4.15.

4.4. Определение основных характеристик загрязнения водотока

Для упрощения и повышения оперативности прогнозирования обстановки при возникновении чрезвычайной ситуации рекомендуется заблаговременно, исходя из имеющихся данных, заполнить типовые формы подготовки исходных данных и проведения расчетов по методике, образцы которых, приведены в Приложении 1 табл П1.1 и табл П1.2 для водотоков и табл П1.3 и П1.4 для водоемов.

В экстремальных условиях типовая форма (таблицы Приложения П1.1 и П1.3) заполняется недостающей информацией и производятся необходимые расчеты в последовательности, указанной в табл. П1.2 и П1.4.

4.5. Расчет основных характеристик зоны аварийного загрязнения в водоемах

4.5.1. Расчет общих и средневзвешенных значений характеристик водоема

Общая длина расчетной траектории перемещения зоны аварийного загрязнения (L_x) определяется по формуле:

$$L_x=L_1+L_2+\dots+L_i+\dots+L_n, \quad (4.20)$$

где L_i - длины отдельных расчетных участков водоема вдоль расчетной траектории, км.

Средняя скорость течения воды вдоль расчетной траектории (V_x) определяется исходя из имеющихся гидрологических характеристик водоема. В случае, когда такие данные отсутствуют, а имеются значения скоростей течения на отдельных участках, средняя скорость течения воды вдоль расчетной траектории определяется по формуле:

$$V_x=L_x/(L_1/V_1+L_2/V_2+\dots+L_i/V_i+\dots+L_n/V_n), \quad (4.21)$$

где V_i - скорость течения воды на участке L_i , м/с.

Средневзвешенное значение глубины водоема вдоль расчетной траектории рассчитывается по соотношению:

$$H_{cp}^B= \frac{(H_1+H_2)l_1+(H_2+H_3)l_2+\dots+(H_i+H_{i+1})l_i+\dots+(H_n+H_{n+1})l_n}{2L_x}, \quad (4.22)$$

где l_i - длины участков водоема между изобатами, измеренные по карте-схеме в направлении перемещения зоны загрязнения, км; H_i - значения глубины

водоема, определяемые по карте-схеме водоема в точках пересечения расчетной траектории с изобатами, м.

Средневзвешенное значение коэффициента дисперсии (D_{cp}) вдоль расчетной траектории определяется по соотношению:

$$D_{cp}^B = (D_1 L_1 + D_2 L_2 + \dots + D_i L_i + \dots + D_n L_n) / L_x, \quad (4.23)$$

при этом коэффициенты дисперсии D_i определяются для каждого из выделенных расчетных участков водоема по следующим формулам:

- для глубоководных ($H_{cp} \geq 20$ м) частей водоема

$$D_i \approx 32 V_{cp}^2 \sqrt{H_{cp}}; \quad (4.24)$$

- для мелководных ($H_{cp} < 20$ м) частей водоема

$$D_i = 9,81 H_{cp} V_{cp} / (0,7C + 6)C, \quad (4.25)$$

где H_{cp} - средняя глубина участка водоема, м; V_{cp} - средняя по вертикали скорость течения на выделенном участке, м/с; C - коэффициент Шези ($m^{0,5}/c$), определяемый по формуле:

$$C = 33(H_{cp}/d_3)^{1/6}, \quad (4.26)$$

где d_3 - эффективный диаметр донных отложений на выделенном участке водоема, мм (табл. 5).

Таблица 5.

Ориентировочные значения эффективного диаметра донных отложений (d_3)

<i>Преобладающий тип донных отложений</i>	<i>d_3, мм</i>
Илы тонкие	0,01
Илы	0,05-0,07
Илы с примесью песка	0,10-0,15
Мелкие пески заиленные	0,10-0,20
Среднезернистые пески заиленные	0,20-0,50
Крупнозернистые пески	0,50-1,00
Пески с гравием	5,00-10,0

4.5.2. Прогноз времени наступления максимальной концентрации аварийно химически опасного вещества в заданном створе водоема

Время наступления максимальной концентрации аварийно химически опасного вещества в заданном створе водоема определяется по формуле:

$$t_{max} = t_x + t_0 / 2$$

где t_x - время перемещения загрязненных масс воды от места аварии до заданного створа, ч; t_0 - время поступления загрязнителя в водоем, ч.

Расчет t_x выполняется по формуле:

$$t_x = L_x / 3.6 V_x, \quad (4.27)$$

где L_x - общая длина расчетной траектории перемещения загрязненных масс воды, км; V_x - средняя скорость течения воды вдоль расчетной траектории, м/с.

Ориентировочные максимальные концентрации загрязнителя в заданном створе водоема ($C_{\max}$, мг/л) рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$C_{\max} = C_a \Psi \Theta \varepsilon, \quad (4.28)$$

где C_a - концентрация загрязнителя в аварийном сбросе, мг/л; Θ - безразмерный коэффициент, учитывающий дисперсию загрязняющего вещества в водоеме; ε - безразмерный коэффициент, учитывающий неконсервативность загрязняющего вещества.

Расчет безразмерного коэффициента Θ , учитывающего дисперсию загрязняющего вещества в водоеме, производится по формулам:

$$\Theta = 2/(1+Z) \text{ при } Z > 1; \quad (4.29)$$

$$\Theta = 1 \text{ при } Z \leq 1,$$

где Z - безразмерный параметр, определяемый по соотношению:

$$Z = 4,5 \times 10^4 D_* H_* t_{\max} / WY, \quad (4.30)$$

где D_* - средневзвешенное значение коэффициента дисперсии вдоль расчетной траектории, м²/с; H_* - средневзвешенное значение глубины водоема вдоль расчетной траектории, м; W - объем загрязнителя, поступившего в водоем, м³; Y – безразмерный, аналогично величине в формуле (4.8).

Коэффициент неконсервативности загрязняющего вещества определяется по формуле:

$$\varepsilon = \exp(-Kt_x/24), \quad (4.31)$$

где K - суммарный коэффициент скорости самоочищения загрязняющего вещества, 1/сут. Численные значения коэффициента приведены в табл. П2.3; t_x - время перемещения загрязненных масс воды от места аварии до заданного створа, ч.

Для консервативных, а при отсутствии данных о скорости самоочищения и для неконсервативных веществ, также как и для водотоков, значение коэффициента принимается равным единице.

Продолжительность прохождения высоких и экстремально высоких концентраций АХОВ в заданном створе водоема (Δt_3 , ч) определяется по соотношениям:

$$\Delta t_3 = t_0 + t_0 Z(1-2C_{вз}/C_{\max}) \text{ при } t_{\max} \leq S \quad (4.32)$$

$$\text{здесь } S = 2,2 \times 10^{-5} WY / D_* H_*;$$

$$\Delta t_3 = t_0(1+ Z)(1 - C_{вз}/C_{\max}) \text{ при } t_{\max} > S \quad (4.33)$$

где t_0 - время поступления АХОВ в водоем, ч; Z - параметр, рассчитанный по формуле (4.30); $C_{вз}$ - установленный уровень высокого (≥ 10 ПДК_в) или экстремально высокого (≥ 100 ПДК_в) загрязнения, мг/л; C_{max} - максимальное значение концентрации АХОВ в заданном створе, мг/л.

Значения предельно допустимой концентрации в водоемах для некоторых видов АХОВ приведены в табл. П2.1.

Момент прохождения фронта (t_{ϕ}) зоны загрязнения через заданный створ определяется по формуле:

$$t_{\phi} = t_{max} - \Delta t_3/2, \quad (4.34)$$

а момент прохождения хвостовой части (t_x) зоны высокого или экстремально высокого загрязнения по формуле:

$$t_x = t_{max} + \Delta t_3/2, \quad (4.35)$$

Координаты места в заданном створе, где пройдет центр зоны аварийного загрязнения, определяются как точка пересечения расчетной траектории с заданным створом.

Ориентировочный радиус зоны высокозагрязненных масс воды при прохождении их через заданный створ (r_x , м) определяется по формуле:

$$r_x = 1800 \Delta t_3 V_{x,3}, \quad (4.36)$$

где $V_{x,3}$ - средняя скорость течения воды в заданном створе, м/с; Δt_3 - временная характеристика, расчет которой приведен выше.

Для определения координаты мест аварии можно воспользоваться GPS-навигатором с наложением на географические координаты на карте для определения основных параметров водного объекта, где произошла авария. В случае отсутствия координат места аварии, необходимая информация может быть получена из следующих источников:

- Запрос в систему информационно-аналитического комплекса «Экологический паспорт территории», например, Санкт-Петербурга, экологический портал мегаполиса.
- Запрос в соответствующее водное бассейновое управление МПР России, например, Невско-Ладужское бассейновое управление.
- Непосредственный замер расстояния от места аварии до контрольного створа в любой компьютерной геоинформационной системе, включающей в себя электронную карту мегаполиса, например, Санкт-Петербурга.

Для каждого водосбора имеются гидрологические и морфометрические характеристики водотоков и основных водоемов, которые могут быть использованы для расчета распространения аварийного сбора.

5. Водоохранные зоны. Режим контроля и эксплуатации

Ухудшение состояния поверхностных водных объектов, как источников водообеспечения населения, сегодня уже ни у кого не вызывает сомнения. Однако процессы снижения качества воды в водных объектах напрямую связаны с активной техносферной деятельностью человека. Антропогенное воздействие на природу нарушает приобретенную в процессе технического прогресса способность экосистем к устойчивости и саморегулированию. Видимые искусственные изменения в природной среде приводят к коренным изменениям связей в экосистемах и прогрессирующему разрушению биосферы.

Согласно основам водного законодательства, *водоохранной зоной (ВЗ) является территория, примыкающая к акваториям рек, озер, водохранилищ и других поверхностных водных объектов, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной и иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира.*

Создание особых режимов эксплуатации и охраны ВЗ направлено на ограничение антропогенного воздействия и сохранение процессов саморегуляции прибрежных и водных экосистем.

Установление ВЗ, прибрежных полос и укрепления береговой зоны биоинженерным методом весьма актуально, поскольку эти зоны обладают важными природоохранными функциями, включая функции сохранения биологического разнообразия и поддержания качества воды как в подземных, так и в поверхностных источниках. Зеленые насаждения и высшие водные растения можно рассматривать в качестве надежного способа берегоукрепления, защищающего берег от эрозии и формирующего экосистему прибрежной зоны вокруг водоема. Биоинженерный метод укрепления берега позволяет восстановить ВЗ, образуя зеленую подстилку и тем самым, предотвращая прямое попадание в водоем загрязненных поверхностных стоков.

Общие положения геоэкологических принципов проектирования, в том числе основы экологического проектирования в ВЗ, были намечены в 80-х годах прошлого века в Институте географии РАН В. С. Преображенским, Т.Д.Александровой, а охраны природы – В. А. Красиловым.

В настоящее время проектирование водоохранных зон осуществляется на основе Водного кодекса РФ и Положением о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полос (ПЗП). Однако продолжают

пользоваться при проектировании утратившими и не имеющими юридической силы приказом МПР №198 от 21.08.1998 «Об утверждении методических указаний по проектированию водоохранных зон водных объектов и их прибрежных полос», которые прочно закрепились в учебной литературе. В современных условиях проектирование ВЗ и ПЗП необходимо проводить с использованием геоинформационных технологий.

В рамках существующего законодательства по проектированию ВЗ, несмотря на его определенную степень проработки, существует ряд технических сложностей, препятствующих выполнению проектных работ.

1. В российском законодательстве не урегулированы вопросы собственности на водные объекты и земельные участки в пределах прибрежных территорий. Согласно земельному и лесному законодательствам, участки земель и леса, непосредственно прилегающие к водным объектам, могут находиться в различных формах собственности, включая частную. Это создаёт значительные сложности при проектировании и последующем обременении природопользователей в связи с природоохранными ограничениями.

2. Действующим законодательством определены минимальные нормативы ширины ВЗ, однако часто приходится сокращать их размеры, в частности, при наличии крупных дорожных магистралей и насыпей, перехватывающих сток.

3. Отсутствие планов отвода земельных участков в садоводческих товариществах, что приводит к самозахвату земель, нередко до уреза воды. Существующие на имеющихся планах улицы также застроены, что препятствует проведению по ним границ ВЗ.

4. Проектирование ВЗ затрудняет отсутствие четкого разграничения по природопользователям в картографических материалах.

5. Большие сложности возникают при согласовании и утверждении проектов.

Заказчиками по проектированию ВЗ и прибрежных защитных полос выступают бассейновые и другие территориальные органы управления использованием и охраной водного фонда Министерства природных ресурсов (МПР) РФ, а в отношении водохранилищ, предоставленных в обособленное пользование - водопользователи.

Проекты ВЗ утверждаются органами исполнительной власти субъектов РФ по представлению бассейновых и других территориальных органов управления использованием и охраной водного фонда МПР РФ. Однако процедура согласования проектов ВЗ четко не прописана, что вызывает разночтение в ВЗ федерального и муниципального значения.

Первоначальная редакция ст. 102 ЗК РФ дает следующее определение земель водного фонда: «К землям водного фонда относятся земли, занятые водными объектами, земли ВЗ водных объектов, а также земли, выделяемые для

установления полос отвода и зон охраны водозаборов, гидротехнических сооружений и иных водохозяйственных сооружений, объектов».

Как видно из этого определения, ЗК РФ вносит еще одно существенное дополнение, а именно: **называет ВЗ и зоны охраны водозаборов**. Эти дополнения Кодекса были вызваны потребностями охраны экосистемы, желанием яснее выразить природоохранную функцию земель водного фонда, ибо они служат, помимо всего прочего, охранительным барьером сопряженных с ними водных объектов.

Это также продиктовано тесной гидравлической связью между зоной водосбора, поверхностными водами и подземными горизонтами. Для практических целей и определения ВЗ важно установить характер связи между грунтовыми и поверхностными водами.

Для выявления характера взаимосвязи и особенностях поверхности (зеркала) грунтовых вод составляют карты гидроизогипс (рис. 10).

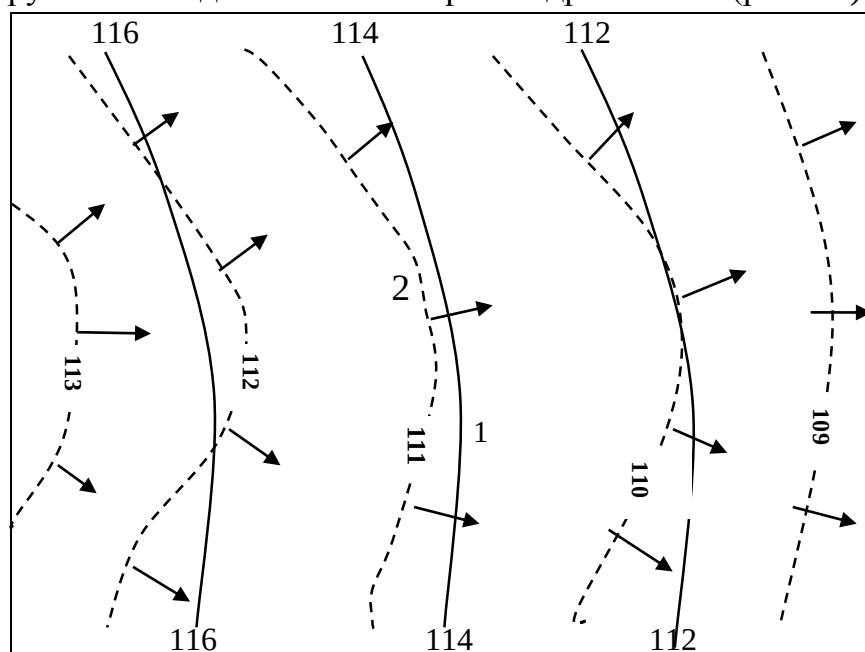


Рис 10. Карта гидроизогипс: 1 – горизонталы; 2 – гидроизогипсы

Гидроизогипсами называют линии, соединяющие точки с одинаковыми абсолютными или относительными отметками уровней грунтовых вод. Эти линии аналогичны горизонталям рельефа местности и подобно им отражают рельеф зеркала вод. Форма поверхности грунтовых вод сложная и зависит от многих факторов: состава водовмещающих пород и их водопроницаемости, рельефа, условий залегания и дренирования. Карты гидроизогипс необходимы при решении многих инженерно-экологических задач, связанных с проведением изысканий для проектирования дренажных, организации водозаборов подземных вод, борьбой с подтоплением территории и

организации защитных мероприятий в зонах с интенсивной хозяйственной деятельностью, в том числе при организации и рекультивации полигонов ТБО.

Для построения карты гидроизогипс замеряют уровни грунтовых вод в скважинах, расположенных обычно по сетке. Замеры уровня воды должны быть единовременными. Абсолютные отметки уровня подземных вод h_v в скважинах определяют по формуле:

$$h_v = h_{п.з} - h, \quad (5.1)$$

где $h_{п.з}$ - абсолютная отметка поверхности земли; h - глубина залегания подземных вод от поверхности земли, м.

Полученные абсолютные отметки надписывают над каждой скважиной и затем методом интерполяции строят гидроизогипсы. Сечение гидроизогипс (частоту их заложения) выбирают в зависимости от масштаба карты и густоты расположения точек замера от 0,5 - 10,0 м.

С помощью карты (совмещенной с топографической основой) можно определить направление и скорость движения грунтового потока в любой точке. Для определения направления проводят перпендикуляры к гидроизогипсе в данной точке. Грунтовый поток движется по нормали в сторону меньших отметок. Для определения уклона потока грунтовых вод разность отметок двух смежных гидроизогипс делят на расстояние между ними по нормали в соответствии с масштабом карты. При планировании и организации площадки под любой вид деятельности желательно иметь представление о специфике движения подземных вод, что позволит исключить загрязнение первого водоносного горизонта.

Грунтовые воды тесно связаны с поверхностными водами (реками, каналами, водохранилищами) и определяют режим подтопления водоохранных зон. Изменение уровня воды в поверхностных водоемах вызывает соответствующие изменения уровней грунтовых вод и их подпор. В период паводков на реках уровень грунтовых вод в береговой зоне повышается и грунтовые воды питаются водой рек. Для наглядности взаимосвязи на рис. 11 представлена схема подпора грунтовых вод в речной долине.

В период межени поток грунтовых вод, как показывает практика, наиболее часто направлен в сторону реки и является одним из источников питания ее. Но встречается иная взаимосвязь поверхностных водотоков и водоемов с грунтовыми водами. Возможны случаи, когда с одного берега река получает питание грунтовых вод, а с другой его расходует на питание подземного потока воды. Наиболее наглядно можно проследить взаимосвязь грунтовых и поверхностных вод при использовании карт гидроизогипс (рис.12).

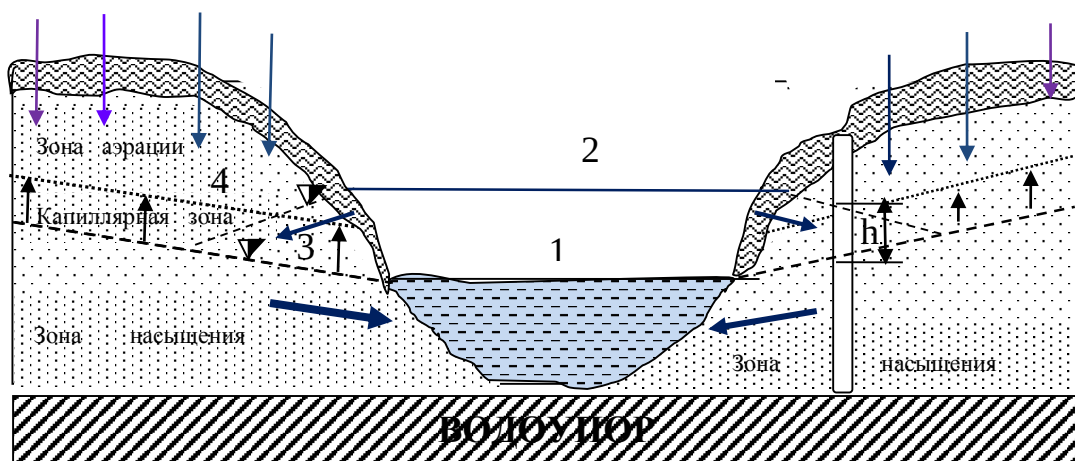
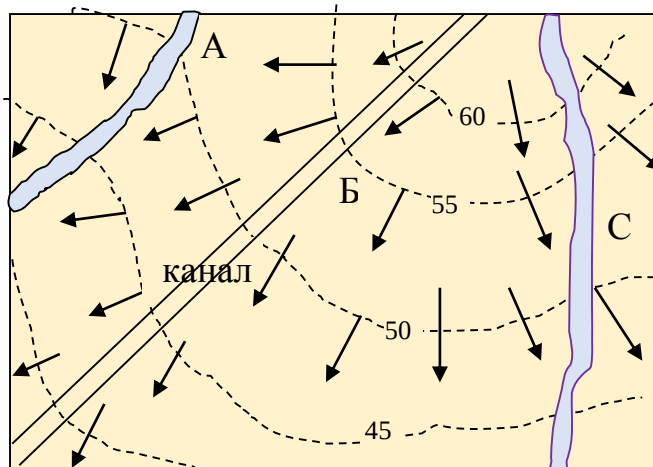


Рис. 11. Подпор грунтовых вод в речной долине: 1 – уровень реки в межень; 2 – уровень реки в период паводка; 3 – уровень грунтовых вод; 4 – поверхность капиллярной зоны; h – повышение уровня грунтовых вод; ∇ – зеркало грунтовых вод

Следует отметить, что если водоупорное ложе грунтового потока расположено выше уровня воды в реке, то гидравлическая связь между ними может отсутствовать.

Рис. 12. Взаимосвязь грунтовых и поверхностных вод:

А – грунтовые воды питают реку;
Б – канал питает грунтовые воды;
С – грунтовые воды питают реку и выходят из нее



Установление характера и взаимосвязи поверхностных и грунтовых вод необходимо при определении водопритоков к водозаборам, расположенным вблизи поверхностных водоемов, при оценке возможности загрязнения подземных вод со стороны реки, содержащей вредные примеси, при оценке возможности загрязнения поверхностных вод через неорганизованные свалки и при организации водоохраных зон.

Согласно водному законодательству на территории ВЗ устанавливается специальный режим хозяйственной или иных видов деятельности. В пределах ее выделяется прибрежная защитная полоса с более строгим охранительным режимом, на которой вводятся дополнительные ограничения природопользования.

Размеры и границы ВЗ на территории городов и других поселений устанавливаются исходя из конкретных условий планировки и застройки в

соответствии с утвержденными генеральными планами. Для участков рек, заключенных в закрытые коллекторы, ВЗ не устанавливаются.

Положением в пределах ВЗ запрещено: проведение авиационно-химических работ; применение химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками; использование навозных стоков для удобрения почв; размещение складов ядохимикатов, минеральных удобрений и горюче - смазочных материалов; площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами; животноводческих комплексов и ферм; мест складирования и захоронения промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, кладбищ и скотомогильников, накопителей сточных вод; складирование навоза и мусора; заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и других машин и механизмов; размещение дачных и садово-огородных участков при ширине водоохранной зоны менее 100 м и крутизне склонов прилегающих территорий более 3 градусов; размещение стоянок транспортных средств, в том числе на территориях дачных участков; проведение рубок главного пользования; проведение без согласования с бассейновыми и другими территориальными органами управления МПР строительства и реконструкции зданий, сооружений, коммуникаций и других объектов, а также работ по добыче полезных ископаемых, землеройных и других работ. К сожалению, данные требования выполняются не всегда и часто местные власти не выполняют свои функции в части обеспечения защиты и организации водоохранных зон. Учитывая привлекательность этих территорий для отдыхающих, они сдают их в аренду для бизнеса на летний период, без соблюдения этих требований.

В пределах прибрежных защитных полос дополнительно к указанным ограничениям запрещаются: распашка земель; применение удобрений; складирование отвалов размываемых грунтов; выпас и организация летних лагерей скота (кроме использования традиционных мест водопоя), устройство ванн для купания; установка сезонных стационарных палаточных городков, размещение дачных, садово-огородных участков и выделение участков под индивидуальное строительство; движение автомобилей и тракторов, кроме автомобилей специального назначения.

Особенности предоставления земельных участков в ВЗ и контроль за их использованием определяются ст. 112 ВК РФ.

Земельные участки в ВЗ водных объектов предоставляются гражданам и юридическим лицам в порядке, установленном земельным законодательством РФ, по согласованию со специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда. Нарушение этих требований местными органами власти может быть квалифицировано как коррупционная составляющая при управлении природно-территориального комплекса и повышение нагрузки на комитет по природопользованию и другие

органы исполнительной власти в части проверок по обращениям природопользователей, чьи права ущемлены.

Использование и охрана лесов ВЗ водных объектов определяется ст. ВК РФ 113. Использование и охрана лесов в этих зонах направлены на предотвращение загрязнения, засорения и истощения водных объектов. В лесах ВЗ и прибрежных защитных полос запрещено осуществление рубок главного пользования, однако проведение рубок промежуточного пользования и других лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих охрану водных объектов, предусмотрено.

Предоставление в пользование лесов ВЗ осуществляется по согласованию со специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда в соответствии с лесным и водным законодательством РФ. Специально уполномоченный государственный орган управления использованием и охраной водного фонда осуществляет контроль за использованием лесов ВЗ и вправе приостановить либо запретить работы, оказывающие вредное влияние на состояние водных объектов.

Однако значительное количество водных объектов, так называемых малых рек, попадает в черту урбанизированных территорий, где все эти требования соблюдать достаточно сложно, так как они имеют свою историю накопленного антропогенного воздействия и только в рамках экологической амнистии решить задачу по их восстановлению будет невозможно.

6. Эколого-гидрологические проблемы подземных вод

Питьевое водоснабжение большинства населенных пунктов традиционно на территории Российской Федерации основано на подземных водах. Исключение составляют крупные города, такие как Москва и Санкт-Петербург, где водоснабжение обеспечено почти полностью из поверхностных водоисточников.

Согласно требованиям Государственного стандарта «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита системы хозяйственно-питьевого водоснабжения», установлено, что водоснабжение средних и крупных городов должно быть основано на не менее, чем двух независимых источниках водоснабжения. Одним из таких источников должны быть подземные воды, минимальная доля которых должна быть достаточной, чтобы иметь бесперебойную подачу питьевой воды при отключении поверхностных источников в период аварийного загрязнения. В связи с этим для крупных городов и стратегических объектов разрабатываются генеральные схемы водообеспечения, которые предусматривают комплексное решение двух важных задач: водообеспечение подземной водой питьевого качества населенных пунктов и создание автономного источника резервного водоснабжения на случай непредвиденных природно-техногенных катастроф.

При разработке таких схем значительное внимание уделяется прогнозу экологических последствий от интенсификации использования подземных вод. В первую очередь следует ожидать снижения уровня в верхнем водоносном горизонте, что существенно сказывается на состоянии растительности, ландшафтов и изменении режима речного стока, особенно малых рек, которые находятся в тесной гидравлической связи с водоносным слоем, о чем говорилось выше. Особую опасность представляет загрязнение эксплуатируемых водоносных горизонтов за счет миграции загрязняющих компонентов при изменении ряда гидродинамических условий взаимодействия поверхностных и подземных вод, а также отдельных водоносных горизонтов между собой, учитывая их возможный выход на поверхность. С характеристикой подземных вод по условиям залегания, особенностями формирования химического состава и основы динамики подземных вод можно ознакомиться в учебном пособии*.

Естественное вскрытие подземных вод на земную поверхность называется *источником* или *родником*.

Количество воды, которое дает источник в единицу времени, называется *дебитом или расходом источника*.

Практический интерес представляет собой классификация источников по характеру их выхода на поверхность, т.е. по гидродинамическому признаку.

Различают *нисходящие источники*, которые образуются при естественном выходе на дневную поверхность безнапорных вод (грунтовых, трещинно-грунтовых).

Вода к источнику движется сверху вниз, т.е. от области питания к области дренирования.

Различают среди нисходящих источников *сосредоточенные* (выходящие в одном месте) и *рассредоточенные*, когда вода выходит в виде источников вдоль склона. Среди этих источников для водоснабжения чаще всего используются источники карстовых и грунтовых вод.

Восходящие источники образуются при выходе на поверхность напорных вод. Движение воды к источнику направлено снизу вверх. Восходящие источники являются очагами разгрузки артезианских вод. Воды восходящих источников часто имеют лечебное значение, называются бальнеологическими или минеральными.

Пригодность источников для практического использования оценивают по результатам продолжительных (не менее одного года) наблюдений за изменением их дебита и качества.

Для водоснабжения важно знать минимальный и максимальный дебит источника, продолжительность времени с минимальным дебитом, коэффициент

*Дягилева А.Б. Науки о земле. Часть 2. Гидрогеология. Почвоведение: учеб. пособие/СПбГТУ РП., СПб., 2004 -131с.

неравномерности дебита (K_n), который представляет собой отношение максимального за один год дебита к минимальному

$$K_n = Q_{\max}/Q_{\min}. \quad (6.1)$$

Таблица 6

Классификация источников по изменчивости дебита

№ п/п	<i>Вид источника</i>	K_n
1	Весьма постоянные	1
2	Постоянные	1-2
3	Переменные	2-10
4	Весьма переменные	10-30
5	Исключительно непостоянные	более 30

Забор воды из источников осуществляется с помощью каптажных сооружений (водоносных камер или неглубоких колодцев). Прием воды из восходящих источников производится через дно каптажной камеры, а нисходящих - через стенки. При выходе источника из рыхлых пород в стенке или дне камеры устанавливают обратный фильтр из песчано-гравийного материала. Дебит каптажных сооружений определяется по формулам для шахтных колодцев или горизонтальных водозаборов.

*Изменение во времени уровня, химического состава, температуры и расхода называется **режимом подземных вод**.*

В естественных условиях для подземных вод характерен **ненарушенный (естественный) режим**, который формируется в основном под влиянием метеорологических, гидрологических и геологических факторов.

Метеорологические факторы (осадки, испарения, температура воздуха, атмосферное давление) - основные в формировании режима подземных вод. Они вызывают сезонные и годовые (многолетние) колебания уровня, а также изменение химизма и расхода грунтовых вод.

Разность между наивысшим и наименьшим горизонтом подземных вод называют **максимальной амплитудой колебания уровня**.

Гидрологический режим рек влияет на положение уровней подземных вод и их химизм в полосе от 0,2 - 0,5 км (в песчано-глинистых отложениях) до 2 - 6 км в хорошо проницаемых породах. Исходя из этих особенностей, должны быть организованы водоохранные зоны рек.

Геологические факторы действуют в любом участке земной коры. С глубиной их значение увеличивается. Среди геологических факторов выделяют медленно действующие (тектонические движения, внутренняя теплота Земли).

Техносферная деятельность человека изменяет естественные режимобразующие факторы и способствует возникновению новых, в частности, так формируется **искусственный (или нарушенный) режим** подземных вод. Эта деятельность может проявляться и в понижении и в повышении уровня

подземных вод, в изменении их химического состава и температуры. Она охватывает все типы подземных вод.

Повышению уровня вод способствует строительство водохранилищ и других искусственных водоемов, орошение, утечка воды из подземных сетей водонесущих коммуникаций, очистные сооружения, организация полей фильтрации. Под влиянием антропогенных факторов уровни подземных вод могут подниматься на 10-15 м и более.

Понижение уровня подземных вод вызывается длительными откачками воды для водоснабжения, осушением заболоченных земель, строительством дренажных систем, поэтому их организация должна быть строго обоснована с учетом балансовых расчетов по водному балансу территории.

Техносферные факторы существенно влияют на качество подземных вод. Они могут менять степень минерализации, химический и бактериологический состав подземных вод. Это все влияет на оценку подземных вод для питьевого водоснабжения

Под балансом подземных вод понимают соотношение между приходом и расходом подземных вод на данном участке за определенное время.

Режим и баланс взаимосвязаны, и если первый отражает изменение количества и качества подземных вод во времени, то второй – результат этого изменения. Баланс может составляться для крупных территорий и для отдельных участков (поля фильтрации, орошения, грунтовые водозаборы, дренажные системы). При отводе территории под свалки целесообразно производить балансовые расчеты с учетом сложения и строения грунтов, так как они являются территориями с особым режимом и водообменом, несут значительную антропогенную нагрузку.

Участки территории, где производят измерения прихода и расхода, называют **балансовыми** (рис. 13). С помощью баланса характеризуют водообеспеченность

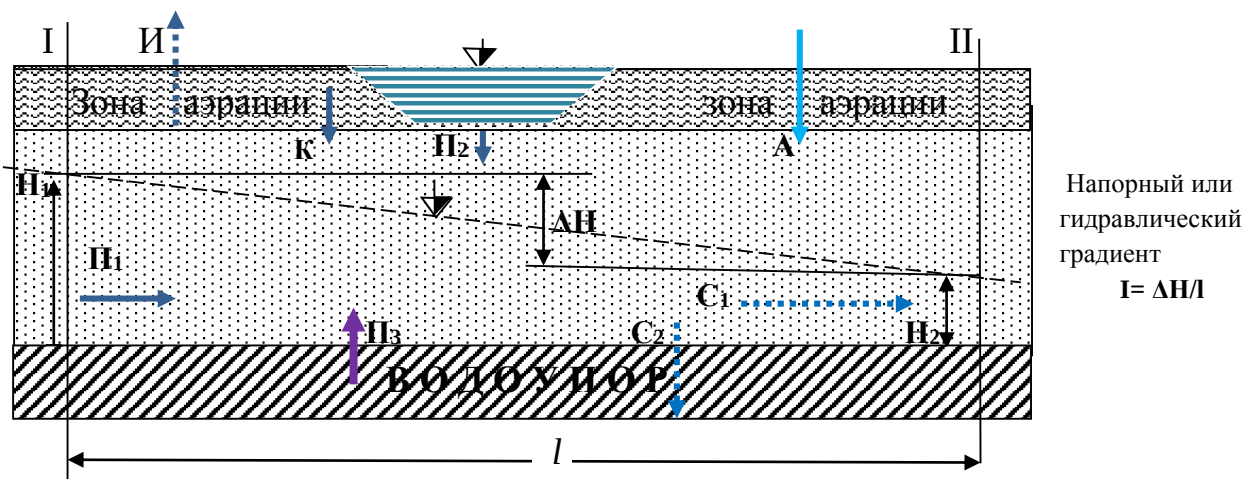


Рис. 13. Схема баланса грунтовых вод:  - водопроницаемые породы

районов и возможности пополнения запасов подземных вод, изучают причины подтопления территорий, прогнозируют изменение уровня и качества подземных вод. Для решения практических задач необходимы данные о составляющих баланса: приходных и расходных.

Приходная часть баланса грунтовых вод под влиянием естественных режимообразующих факторов складывается из следующих составляющих: инфильтрации атмосферных осадков A ; конденсации водяных паров K ; подземного притока Π .

Подземный приток в свою очередь включает боковой приток Π_1 , фильтрационные поступления из поверхностных источников (реки, озера, поля фильтрации) Π_2 и переток из нижележащего водоносного горизонта Π_3 .

Расходная часть баланса складывается из испарения I и подземного стока C .

Испарение включает в себя расход воды за счет испарения с поверхности грунтовых вод и транспирации воды растительностью. Подземный сток C может быть представлен боковым оттоком C_1 и перетоком в нижележащий водоносный горизонт C_2 .

Балансовое уравнение для выбранного участка за время t может быть представлено в следующем виде:

$$\Delta W = A + K + \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 - I - C_1 - C_2, \quad (6.2)$$

где ΔW – изменение запасов грунтовых вод за время t .

Если на территории участка производились режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод, баланс грунтовых вод может быть выражен уравнением:

$$\mu \Delta h = A + K + \Pi - I - C, \quad (6.3)$$

где Δh – среднее изменение уровня за время t ; μ – коэффициент водоотдачи (при Δh с минусом) и недостаток насыщения (при Δh с плюсом).

Величина $\mu \Delta h$ изменяется по сезонам и в многолетнем цикле. Она может быть положительной при подъеме грунтовых вод и отрицательной при его опускании.

При организации хозяйственной деятельности необходимо проведение **эколого-гидрогеологических исследований**, которые следует выполнять в комплексе с гидрогеологическими исследованиями при инженерно-геологических изысканиях. Свод правил "Инженерно-экологические изыскания для строительства" (СП 11-102-97) обеспечивает выполнение обязательных требований по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности в предпроектной и проектной документации в соответствии с действующим российским природоохранным законодательством, отечественной и зарубежной практикой.

При изучении гидрогеологических условий в соответствии с конкретными задачами устанавливают наличие водоносных горизонтов, которые могут испытывать негативное влияние при строительстве и эксплуатации объекта.

Кроме того, выполняются работы по комплексной оценке риска от вредного воздействия подтопления на подземную гидросферу природно - технических комплексов с учетом специфики развития процессов подтопления и восприимчивости объектов. Данные работы выполняются на основе государственного стандарта*, который позволяет определить количественные показатели степени опасности подтопления территорий, их уязвимость, дозы вредного воздействия, а также риск от подтопления. Полученные результаты расчетов уровней безопасности, риска и ущерба от подтопления, проведенных в соответствии со стандартом, должны служить основой для принятия решений о необходимости проведения защитных мероприятий, сроках и очередности их строительства, а также для определения эффективности инвестиций, направленных на финансирование работ по защите территорий от негативных воздействий, связанных с подтоплением. Кроме того, они могут быть использованы для оценки последствий чрезвычайных ситуаций, прогнозирования последствий аварий, связанных с подтоплением природно-технических территорий различного функционального назначения, а также при страховании объектов и оценке стоимости земель.

Степень и полнота сведений по гидрогеологической и гидрохимической обстановке должна отвечать принятому масштабу инженерно-геологической карты. Глубина изучения разреза регламентируется положением выдержанного регионального водоупора.

Значения фильтрационных параметров грунтов допускается принимать по имеющимся фондовым и литературным материалам и данным лабораторных определений. При необходимости следует производить опытно-фильтрационные работы для определения проницаемости пород зоны аэрации, водоносных и перекрывающих их слабопроницаемых пород, защищающих грунтовые воды от загрязнения. Результаты эколого-гидрогеологических исследований на предпроектных стадиях обеспечивают: общую оценку гидрохимической обстановки и степени влияния техногенных факторов на формирование качества подземных вод; районирование территории по степени защищенности подземных вод от загрязнения; получение расчетных параметров, необходимых для моделирования и прогноза возможных изменений уровня, химического состава, температуры и режима подземных вод.

Подземные воды, пригодные для использования, относятся к ценным полезным ископаемым. В отличие от твердых ископаемых, они могут **двигаться и возобновляться**. Оценка запасов подземных вод имеет важное значение для водоснабжения.

*ГОСТ Р 22.8.09-2014 Безопасность в чрезвычайных ситуациях, требования к расчету уровня безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий

Запасы подземных вод – это количество (объем) гравитационной воды, содержащейся в водоносных пластах.

Без предварительного подсчета запасов подземных вод не должен быть пущен в эксплуатацию ни один водозабор.

Тип водозаборных сооружений, варианты их размещения, оптимальные режимы работы и другие эксплуатационные вопросы решаются на основе подсчитанных запасов подземных вод.

Классифицируются запасы подземных вод по гидрогеологическим условиям. В большинстве случаев запасы подземных вод подразделяют на естественные и эксплуатационные.

Естественные запасы подземных вод – это объем гравитационной воды, который содержится в водоносных пластах в естественных условиях (в статическом состоянии или в движении). Естественные запасы складываются из статических, упругих и динамических запасов.

$$Q_{\text{ест}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{упр}} + Q_{\text{дин}} \quad (6.4)$$

Статистические и упругие запасы характеризуют объем гравитационной воды в порах и трещинах водоносных пород.

Упругие запасы - это количество воды, которое может быть извлечено из водоносного пласта без его осушения за счет упругих свойств воды и горных пород при понижении уровня.

Под **динамическими запасами** (или естественными ресурсами) понимают расход подземных вод ($\text{м}^3/\text{сут}$), протекающих через водоносный пласт. Эти запасы в процессе кругооборота возобновляются. Роль динамических запасов при решении вопросов водоснабжения наиболее значительная.

Динамические запасы могут быть определены на основе закона Дарси:

$$Q_{\text{дин}} = k_{\text{ф}} h_{\text{ср}} B I, \quad (6.5)$$

где $k_{\text{ф}}$ - коэффициент фильтрации, $h_{\text{ср}}$ - средняя мощность пласта, B - ширина и I - уклон потока подземных вод или градиент напора.

Для вычисления динамических запасов используют формулу с учетом величины модуля подземного стока:

$$Q_{\text{дин}} = \gamma F_{\text{п}}, \quad (6.6)$$

где γ - модуль подземного стока, л/с, $F_{\text{п}}$ - площадь области питания подземных вод, км^2 .

Модуль подземного стока характеризует количество воды, которое стекает в реку в единицу времени с единицы площади водоносного горизонта. Его величина различна в зависимости от районов до 15 л/с с 1 км^2 площади водоносного горизонта.

При эксплуатации водозаборов естественные условия подземных вод нарушаются и, таким образом, формируется новый тип запасов – эксплуатационные запасы.

Под эксплуатационными запасами подземных вод следует понимать количество подземных вод, которое может быть получено в единицу времени из водоносного горизонта рациональными в технико-экономическом отношении водозаборами без прогрессирующего снижения дебита и динамических уровней и ухудшения качества воды в течение всего расчетного срока водопотребления.

В районах действующих водозаборов уровни воды снижаются, образуются депрессионные воронки. При благоприятных гидрогеологических условиях это может вызвать привлечение в эксплуатируемый водоносный горизонт дополнительных источников питания. В этом случае эксплуатационные запасы по своей величине превосходят естественные запасы за счет дополнительных или привлекаемых запасов подземных вод.

Дополнительное питание водоносного пласта может происходить за счет:

- поступления воды из соседних областей питания в результате смещения подземного водораздела грунтовых вод;
- фильтрации из поверхностных источников (в том числе с полей фильтрации);
- увеличения инфильтрационного питания, понижения уровня грунтовых вод и уменьшения интенсивности испарения;
- перетекания воды из соседних горизонтов.

Роль дополнительных (привлекаемых) запасов в общем запасе подземных вод водозаборов возрастает по мере увеличения радиуса влияния депрессионной воронки.

В формировании эксплуатационных запасов существенную роль играют **искусственные запасы**. Они создаются путем инфильтрации воды с поверхности земли при устройстве искусственных сооружений (*инфильтрационные бассейны, оросительные системы, поглощающие скважины и т.п.*).

Условия формирования эксплуатационных запасов подземных вод в районах водозаборов выражается следующим уравнением:

$$Q = Q_{\text{дин}} + Q_{\text{ст}} / T + Q_{\text{упр}} / T + Q_{\text{доп}} + Q_{\text{иск}}, \quad (6.7)$$

где $Q_{\text{дин}}$, $Q_{\text{ст}}$, $Q_{\text{упр}}$ – используемые естественные запасы, $Q_{\text{доп}}$ – дополнительные или привлекаемые; $Q_{\text{иск}}$ – искусственные запасы; T – расчетный срок водопотребления.

Оценить эксплуатационные запасы – это значит: *определить дебит и понижение уровня подземных вод в период эксплуатации; рассчитать взаимодействие водозаборов; дать прогноз изменения качества подземных вод; обосновать рациональные в технологическом отношении способы отбора воды.*

Для оценки эксплуатационных запасов подземных вод используют *гидродинамический, гидравлический и балансовый* методы.

Гидродинамический метод – основан на применении основных дифференциальных уравнений фильтрации. При этом методе учитываются граничные условия потока подземных вод, возможный подток

минерализованных вод или загрязненных, взаимодействие водозаборов и т.д. Точность метода зависит от точности исходных фильтрационных параметров пласта. С помощью этого метода можно прогнозировать положение динамических уровней (величину понижения уровня воды - S) в период эксплуатации водозабора, а следовательно, и его обеспеченность эксплуатационными запасами в течение всего срока работы.

В производственной практике ограничиваются определением расчетного понижения уровня воды S_p на конечный период эксплуатации водозаборного сооружения при заданном дебите и сравнивают с максимально допустимым понижением уровня воды $S_{доп}$. При $S_p \leq S_{доп}$ водозабор считается обеспеченным эксплуатационными запасами.

Гидравлический метод – основан на использовании опытных данных откачек воды из скважин. Основные расчетные характеристики: дебит, понижение уровня воды, определенное в процессе опыта. Эти данные обобщенно отражают фильтрационные свойства водоносных пластов.

По данным откачек воды непосредственно определяют эксплуатационные запасы (дебиты) и прогнозируют положение динамических уровней при заданных эксплуатационных дебитах.

Балансовые методы применяются для оценки восполнения запасов за счет динамических запасов (ресурсов). Основаны они на детальном учете прихода и расхода элементов баланса.

При совместном применении всех перечисленных методов, а также при использовании моделирования *точность* подсчета эксплуатационных запасов значительно повышается.

В настоящее время существует **классификация эксплуатационных запасов подземных вод по степени изученности**. Выделяют *три* категории.

Категория А – запасы изучены и детально разведаны, т.е. определены все характеристики водоносного горизонта. Эксплуатационные запасы определены по данным эксплуатационных, опытно-эксплуатационных и опытных откачек.

Категория В – запасы изучены с детальностью, обеспечивающей выяснение основных условий залегания, питания и связи с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами. Запасы определены по данным опытных откачек или по расчетной экстраполяции.

Категория С – запасы установлены на основании общих геолого-гидрологических данных, подтверждены опробованием водоносного горизонта в отдельных точках.

Эксплуатационные запасы определены в пределах выявленных благоприятных структур и комплексов водоносных пород.

Эксплуатационные запасы подземных вод для крупных водозаборов утверждаются Министерством природных ресурсов.

Согласно Приказу МПР РФ от 15.2014 № 216 «Об утверждении Порядка составления и ведения государственного баланса запасов полезных ископаемых» составление и ведение Государственного баланса возложено на Роснедра.

В общем количестве запасов твердых полезных ископаемых, твердых горючих полезных ископаемых, **подземных вод**, нефти, газа и газового конденсата ежегодно по состоянию на 1 января указываются запасы, принятые на учет по результатам государственной экспертизы запасов, остаток этих запасов по месторождениям, а также выявленные в отчетном году в результате геологоразведочных работ и разработки месторождений и принятые на баланс в установленном порядке.

На базе запасов категорий А и В производится проектирование и выделяются капитальные вложения на строительство новых и реконструкцию старых действующих водозаборов. Выявленные запасы по категории С предназначены для планирования перспективного использования.

При искусственном нарушении эксплуатационного режима водозаборов необходим пересмотр утвержденных ранее запасов.

6.1. Приток воды к водозаборным скважинам

Движение подземных вод к водозаборным скважинам в период откачки происходит в форме *радиального потока*.

Объем воды, выдаваемый скважиной или другим водозаборным сооружением в единицу времени, называется дебитом (производительностью). Эта величина выражается в л/с, или м³/ч, м³/сут.

При откачке воды из скважин вследствие трения воды о частицы грунта происходит воронкообразное понижение уровня - **депрессионная воронка**, имеющая в плане форму, близкую к кругу. В вертикальном плане воронка ограничена депрессионными кривыми (позиция 2 рис. 14), крутизна которых

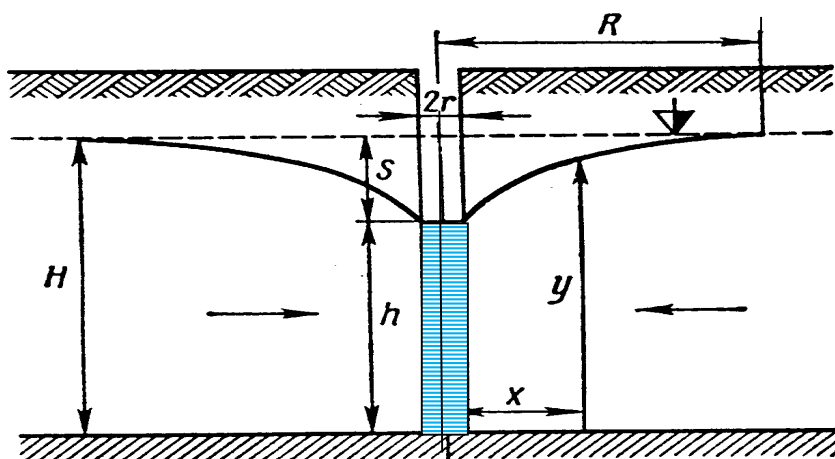


Рис. 14. Приток безнапорной воды к совершенной скважине: 1- уровень грунтовой воды; 2 – депрессионная кривая; Н – мощность водоносного пласта; R- радиус воронки; S – понижение уровня воды при откачке; h – высота неподвижного столба воды в скважине

возрастает по мере приближения к оси скважины. Образование депрессионной воронки вызывает отклонение потоков воды от естественного направления и изменение поверхности грунтового потока. Эти изменения можно установить в плане при сравнении гидроизогипс до и после откачки.

Установление границ депрессионной воронки имеет важное практическое значение при оценке фильтрационных свойств породы (при организации свалок), выделения и определения границ зон санитарной охраны, причин загрязнения источника водоснабжения.

Радиус депрессионной воронки называется *радиусом влияния R*. Величина радиус, а также крутизна кривых депрессий зависят от водопроницаемости пород. Также на величину радиуса оказывают влияние условия питания, связь пласта со смежными водоносными горизонтами и поверхностными водами, а также интенсивность и продолжительность эксплуатации скважины.

В практических расчетах для определения радиуса влияния или радиуса депрессии обычно используют приближенные формулы, иногда дающие только порядок его величины.

Формула для определения радиуса в *безнапорном* водоносном пласте при установившейся фильтрации имеет вид:

$$R=2S\sqrt{Hk_{\phi}} . \quad (6.8)$$

Для *водонапорных* водоносных пластов:

$$R=10S\sqrt{k_{\phi}} , \quad (6.9)$$

где S – понижение уровня воды при откачке по центру воронки, м, H – мощность безнапорного водоносного пласта, м, k_{ϕ} - коэффициент фильтрации.

Ориентировочные величины радиуса влияния могут быть определены по табличным материалам в специальной литературе, точные значения определяются в процессе опытных откачек.

Приведенный радиус влияния $R_{пр}$ вычисляют по формуле

$$R_{пр}=1,5\sqrt{at} , \quad (6.10)$$

где a – коэффициент пьезопроводности в напорных пластах или уровнепроводности в безнапорных водоносных пластах, м²/сут; t – время работы водозабора, сут.

Из этой формулы следует, что $R_{пр}$ со временем возрастает пропорционально времени и, таким образом, характеризует неустановившееся движение. При эксплуатации крупных водозаборов $R_{пр}$ депрессионных воронок может достигать нескольких десятков километров, что необходимо учитывать при организации санитарных и защитных зон.

Скважина или колодец, вскрывающие безнапорные (грунтовые) воды, называют *грунтовыми*. Определение величины **дебита совершенной скважины** возможно только при понижении в ней уровня воды. Это достигается искусственно с помощью откачки. *Снизившийся вследствие откачки уровень*

подземных вод называется динамическим. Первоначальный уровень до откачки принято считать *статическим*. Разность этих двух уровней, т.е. величина, на которую понижается уровень воды, называют *понижением* (S).

Для определения дебита совершенной скважины пользуются законом Дарси:

$$Q = k_{\phi} F I. \quad (6.11)$$

Из представленного рисунка 14 видно, что площадь поперечного сечения потока **F** и напорный градиент **I** – *величины переменные*.

Для удобства их определения расположим оси координат по поверхности водоупора - x и по оси скважины - y. Тогда площадь поперечного сечения потока, представляющая собой боковую поверхность цилиндра, будет равна

$$F = 2\pi xy. \quad (6.12)$$

Приток воды к скважине через это сечение при напорном градиенте (уклоне депрессионной кривой) $I = dy/dx$ определяется по закону Дарси:

$$Q = 2\pi xy k_{\phi} (dy/dx) \quad (6.13)$$

Разделим переменные и проинтегрируем полученное выражение по x в пределах от r до R, и по y от h до H:

$$\begin{aligned} 2ydy &= (Q/\pi k_{\phi}) \cdot (dx/x) \\ y^2 &= (Q/\pi k_{\phi}) \ln x + C, \end{aligned}$$

где C – постоянная интегрирования.

$$H^2 = (Q/\pi k_{\phi}) \ln R + C; \quad (6.14)$$

$$h^2 = (Q/\pi k_{\phi}) \ln r + C \quad (6.15)$$

Из уравнения (6.14) вычитаем уравнение (6.15) и находим Q

$$Q = \frac{\pi k_{\phi} (H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r}. \quad (6.16)$$

Поставив числовое значение π и заменив натуральный логарифм на десятичный, получим формулу в более удобной форме:

$$Q = 1,366 k_{\phi} \frac{(H^2 - h^2)}{\lg R - \lg r}, \quad \text{- формула Дюпюи,} \quad (6.17)$$

а так как $H - h = S$, то

$$Q = 1,366 k_{\phi} \frac{(2H - S) S}{\lg R - \lg r} \quad (6.18)$$

Формулу (6.18) применяют для расчета дебита совершенных скважин в безнапорных водах по заданному понижению S.

При расположении скважины вблизи открытого водоема (озера, реки, иловых площадок, полей фильтрации) дебит одиночной безнапорной скважины определяется по формуле Форхгеймера:

$$Q = 1,366 k_{\phi} \frac{(H^2 - h^2)}{\lg 2a - \lg r}, \quad (6.19)$$

где a – расстояние от скважины до водоема.

В данном случае (если не учитывать колебание уровня воды в водоеме) постоянство расстояния до водоема и уровня воды в нем при откачке из скважины позволяют считать фильтрационный поток практически установившемся, т.е. не зависящим от времени.

Формула Дюпюи может быть использована как уравнение *кривой депрессии*, если заменить H на текущее y и R на x :

$$y^2 - h^2 = (Q/\pi k_\phi) \ln x/r. \quad (6.20)$$

Для определения *дебита артезианской совершенной скважины* применяется тот же подход, что и в предыдущем случае. Отличие в том, что напорные воды к такой скважине притекают со всех сторон в пределах *мощности* водоносного пласта m . Под напором вода поднимается и устанавливается выше кровли водоносного горизонта в статических условиях и соответствует уровню пьезометрического напора H_p . При откачке из артезианской скважины на величину понижения S вокруг скважины образуется *условная депрессионная воронка*, аналогичная воронке депрессии грунтового колодца.

Теоретически дебит скважины должен быть максимальным при полном осушении водоносного пласта в безнапорных водах или при снижении полной высоты пьезометрического напора в напорных водах, т.е. при $S=H$ или $S=H_p$. На практике этого не достигается. В скважине или колодце необходимо оставлять столб воды для заглубления насоса, учесть потери напора и т.д. Следует помнить, что с увеличением S растет расход энергии на откачку. При выборе насоса определяют пределы высоты подъема воды. Эта характеристика насоса связана с их стоимостью и, следовательно, с капиталовложениями при вводе в действие и эксплуатации скважин. Таким образом, величина понижения уровня влияет на технические характеристики оборудования и условия надежной их эксплуатации. Величина S не должна выходить за пределы *максимально допустимого уровня погружения* $S_{\text{доп}}$, т.е. должно быть $S \leq S_{\text{доп}}$. *Понижение уровня не должно превышать 0,5-0,75 полной мощности водоносного пласта.*

Дебит несовершенных скважин. В несовершенных скважинах, т.е. вскрывающих пласт не на полную мощность, различают два вида несовершенства: а) по степени вскрытия и б) по характеру вскрытия водоносного пласта.

Любое несовершенство вызывает дополнительное сопротивление при поступлении воды, поэтому дебит несовершенной скважины всегда меньше дебита совершенной скважины, пройденной в аналогичных условиях.

6.2. Поглощающие колодцы и их дебит

Поглощающие колодцы (скважины, шурф и др.) это сооружения, предназначенные для сброса с поверхности земли предварительно очищенных сточных вод или мало загрязненных стоков, для пополнения запасов подземных

вод путем закачки в них воды, а также для оценки водопоглощения неводоносных пород, например для оценки территории под поля фильтрации, при отводе территории под свалки.

Экспериментально установлено, что поглощать воду могут не только безводные (сухие) водопроницаемые слои, но и водоносные горизонты (напорные и безнапорные). При поглощении воды вокруг колодца (скважины) возникает **воронка поглощения**, по форме аналогичная депрессионной, но обращенная выпуклостью вниз (рис.15).

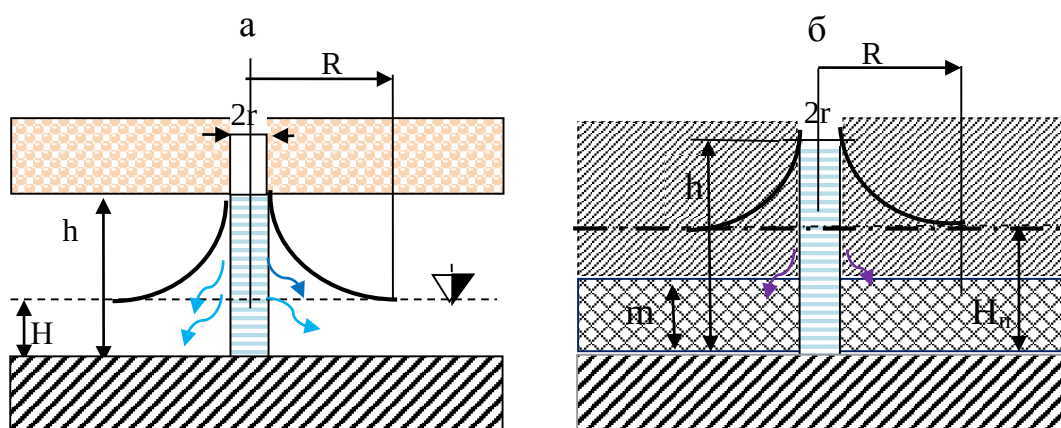


Рис.15. Поглощающие колодцы: а – в грунтовых водах; б – в напорных водах, R – радиус воронки поглощения;  - межпластовые напорные воды, m – мощность пласта; H_n – пьезометрический напор

Дебит поглощающих колодцев можно определить по известным формулам Дюпюи для водозаборных скважин, заменив в них величину *понижения уровня* на величину **повышения уровня воды** и поставив перед ним отрицательный знак. После этого формулы примут вид:

$$\text{для безнапорных вод} \quad Q = \frac{\pi k_{\phi} (h^2 - H^2)}{\ln R - \ln r}, \quad (6.21)$$

$$\text{для напорных вод} \quad Q = \frac{2\pi k_{\phi} m (H_n - h)}{\ln R - \ln r}, \quad (6.22)$$

где h – высота столба в колодце, отсчитываемая от подошвы водоносного слоя, а остальные обозначения прежние и показаны на рис 15.

В безнапорных породах принимают $H = 0$.

Приведенные выше формулы могут быть использованы для определения потерь на фильтрацию вод на полях орошения и других бассейнах.

6.3. Искусственное пополнение запасов подземных вод

Сущность **искусственного пополнения запасов** заключается в переводе *поверхностного стока в подземный*. Это осуществляется путем инфильтрации поверхностной воды в водоносные пласты (рис. 16). При использовании этого

метода возможно частично (или полностью) отказаться от строительства специальных водоочистных сооружений, так как поверхностная вода или сточная при инфильтрации через грунты может быть очищена от загрязнений (бактериального и других) и становится более высокого качества и при соответствии требованиям может быть использована для производственных и технических нужд.

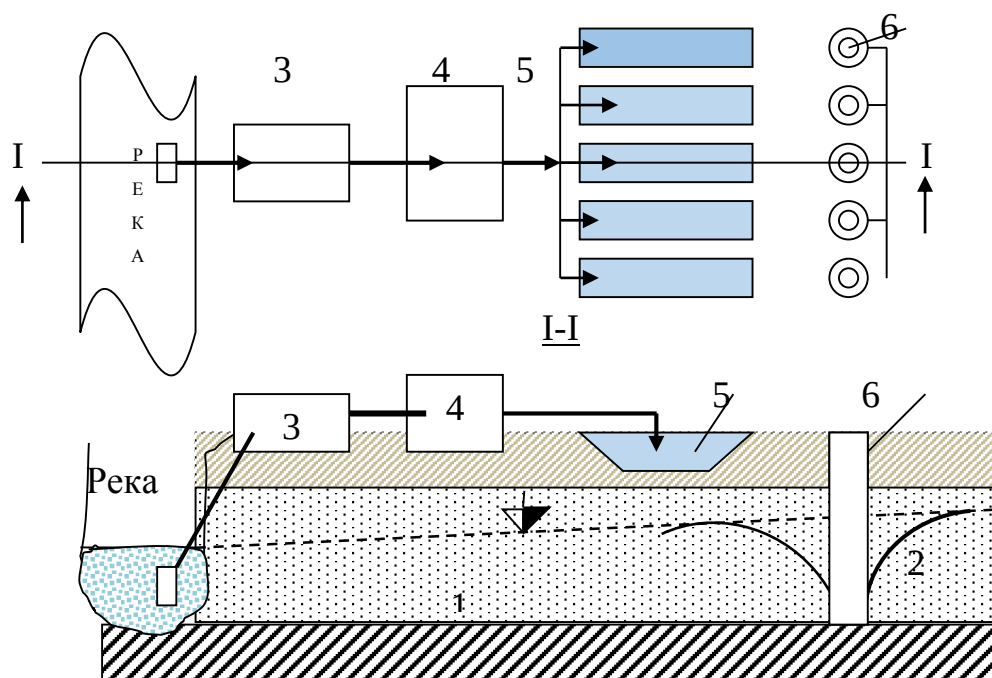


Рис 16. Схема искусственного пополнения подземных вод :1 — водоносные пески; 2 - депрессионная воронка; 3 — насосная станция; 4 - здания для очистки воды (в данном случае механическая очистка); 5 инфильтрационные бассейны; 6 — водозаборные скважины

Общая схема работ по искусственному пополнению заключается в следующем: вода из поверхностного источника подается к инфильтрационным сооружениям (бассейнам, каналам), построенным в районе водозаборов. Из одних сооружений вода свободно фильтруется (прототип открытых скорых фильтров), из других (скважины, колодцы) нагнетается в водоносные пласты, где смешивается с подземными водами.

В районах с ограниченными водными ресурсами целесообразно создавать сезонные многолетние емкости запасов подземных вод, т.е. производить **маганизирование поверхностных вод**.

Возможность и целесообразность искусственного пополнения поверхностных вод определяется комплексом факторов на основе природных, технических, санитарных и др., среди которых важное значение имеют геолого-гидрологические условия. Для успешного применения этого метода необходимо: наличие мощного хорошо проницаемого водоносного пласта (m - не менее 10-20 м без включений слабопроницаемых пород, k_f - не менее 3-5 м/сут), наличие зоны

аэрации с мощностью не менее 5-8 м (оптимально 10-15 м). В любом случае при принятии решения необходимо проведение инженерно-экологические изысканий для строительства согласно СП 11-102-97, в перечень работ необходимо включение **эколого-гидрогеологических исследований**, которые выполняются в комплексе с гидрогеологическими исследованиями, о которых уже говорилось выше.

Для пополнения запасов подземных вод могут использоваться сточные воды, причем в практике наиболее вероятным источником пополнения запасов являются бытовые сточные воды, прошедшие тщательную предварительную очистку в полном цикле на станциях аэрации с обязательным обеззараживанием. Следует отметить, что эти воды после смешения с подземными потоками целесообразно использовать в техническом водоснабжении. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходим тщательный контроль качества по соблюдению гигиенических требований к качеству воды, согласно СанПиНу 2.1.1074-01.

6.4. Сохранение качества и предотвращение истощения подземных вод

Хозяйственная деятельности оказывает существенное влияние на изменение естественных режимов экосистем. Подземные воды не являются исключением. Техногенная гидрогеология изучает вопросы изменения в окружающей среде под влиянием длительной эксплуатации водохозяйственных систем.

Сохранение и воспроизводство природных ресурсов, в том числе и охрана подземных вод, находится под контролем государственных организаций, подчиненных Министерству природных ресурсов Российской Федерации.

В целях охраны пресных подземных вод запрещается их (за редким исключением) использовать для нужд, не связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением.

Основные мероприятия по охране подземных вод заключаются в предотвращении **истощения** подземных вод и **охране их от загрязнения**.

Под истощением запасов подземных вод понимают сработку в процессе водоотбора без восполнения. Признак истощения - прогрессирующее снижение динамических уровней эксплуатируемого горизонта, часто при постоянном расходе.

При истощении запасов формирование депрессионной воронки прогрессирует, а радиус ее влияния увеличивается. Сниженные уровни подземных вод после прекращения водоотбора не восстанавливаются в течение ряда лет. Причина истощения запасов – чрезмерный отбор вод крупными водозаборами в условиях недостаточной обеспеченности питания эксплуатируемого горизонта.

Под загрязнением подземных вод понимают такие изменения их качества, которые приводят к превышению допустимых концентрации отдельных компонентов и общей минерализации воды и делают ее непригодной для использования.

Основными источниками загрязнения подземных вод являются бассейны бытовых и промышленных стоков, участки складирования отходов, загрязненные воды поверхностных водоемов, неисправная канализационная сеть, избыточное применение удобрений и ядохимикатов.

К естественным источникам загрязнения подземных вод относятся сильно минерализованные подземные и морские воды, которые могут внедряться в продуктивный пласт.

Возможность загрязнения подземных вод во многом определяется геолого-гидрогеологическими условиями районов, а именно: *наличием или отсутствием перекрывающихся слабопроницаемых пород, их фильтрационными и сорбционными свойствами, глубиной залегания, наличием гидрологической связи с поверхностными загрязненными водоисточниками и территориями свалок и т.п.*

Как и для поверхностных вод, для подземных вод наиболее часто встречается **химическое и бактериальное** загрязнение, связанное с неправильной эксплуатацией сооружений водоснабжения и канализации.

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяемое от очага загрязнения по ходу движения подземных вод (рис. 17). Наибольшего распространения очагов химического загрязнения можно ожидать в сильнопроницаемых грунтах при значительных уклонах подземного оттока, т.е. при хорошем оттоке подземных вод от места контакта с загрязняющим компонентом. Опасность загрязнений этого типа в том, что их сложно локализовать, и что, по пути своего следования, они могут трансформироваться, образуя еще более токсичные соединения.

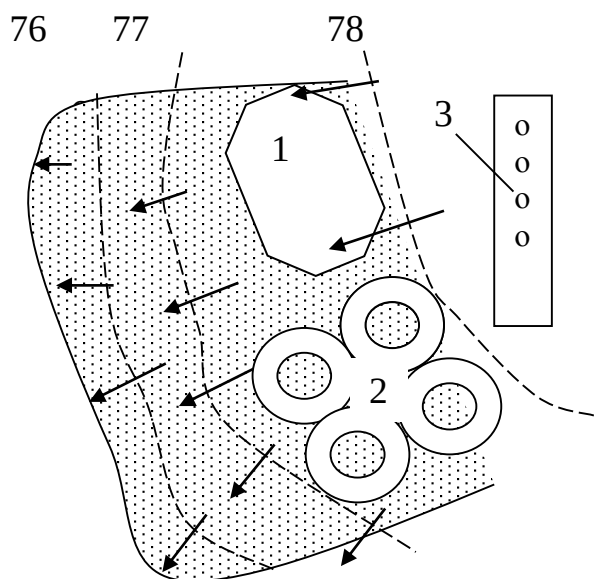


Рис.17. Зона загрязнения подземных вод в районе полей фильтрации и отстойников:

-  - зона загрязнения;
- 1 - поля фильтрации;
- 2 - блок отстойников;
- 3 - водозабор подземных вод

Бактериальное загрязнение – выражается в появлении в подземных водах патогенных бактерий. Этот вид загрязнений носит *временный характер* и его интенсивность зависит от величины начального загрязнения и времени выживания бактерий. В последнее время наряду с развитием индивидуального жилищного строительства и стихийной и несанкционированной организации водообеспечения этот вид загрязнения становится все более распространенным и к нему добавляются и специфические загрязнения лекарственными продуктами.

Для предотвращения загрязнения подземных вод разрабатывают инженерные мероприятия, включающие очистку сточных вод, создание безотходных производств, экранирование чаш бассейнов, перехват профильтровавшихся стоков дренажем и т.п. В настоящий момент технологические приемы позволяют обеспечить глубокую очистку и обезопасить распространение загрязненных вод при правильно организованных мероприятиях.

При выборе мест заложения водозаборов последние должны располагаться выше по току подземных вод относительно возможных участков загрязнения. В качестве примера выбора точек водозабора на территории промплощадки представлена схема (рис. 17) движения подземных вод и распространение возможного пятна загрязнения. Водозаборы не следует размещать близко к реке или морю во избежание подтока загрязнений поверхностных вод, особенно в районах со значительными колебаниями зеркал поверхностных и подземных вод.

Важнейшей мерой предосторожности загрязнения вод в районе водозаборов является устройство вокруг них **зон санитарной охраны**, т.е. территории с особым режимом, исключающим загрязнение эксплуатируемого источника.

Эта зона состоит из *двух поясов*.

Пояс 1 или **зона строгого режима** включает участок, примыкающий к водозабору (приблизительно 30 м для артезианских вод и приблизительно 50 м для грунтовых вод). На территории этой зоны закладка карьеров для добычи песка, прокладка каналов и емкие земляные работы запрещены.

Пояс 2, или зона ограничений – территория, на которой ограничена производственная и хозяйственная деятельность человека для защиты эксплуатируемого водоносного горизонта от загрязнений. Размеры пояса 2 не регламентируются и зависят от типа водозабора, гидрогеологических и санитарных условий района. Проекты зон санитарной охраны согласуются с органами санитарного надзора, утверждаются соответствующими организациями, и передаются в эксплуатацию организациям, осуществляющим обеспечение водой из данного источника потребителя.

Характеристика загрязненности подземных вод по регионам приведена в Приложении 3.

За изменением режима и состояния подземных вод ведется непрерывный контроль. Мониторинг подземных вод осуществляется следующим путем:

- Организации и проведения наблюдения для получения информации:
 - о показателях, характеризующих состояние подземных вод;
 - о протекающих в подземной гидросфере техногенных процессах;
 - об источниках антропогенных воздействий на подземные воды.
- Учета использования запасов подземных вод.
- Учета эксплуатационных запасов подземных вод.
- Сбора и обработки данных наблюдений и учета подземных вод.

6.5. Захоронение промышленных сточных вод

Подземное захоронение сточных вод (СВ) традиционно используется в нефтяной и газовой отрасли. Задача этого процесса – удаление с земной поверхности максимально возможного количества загрязнителей. Подготовка СВ перед закачкой преследует единственную цель - обеспечение стабильного приема поглощающим горизонтом необходимых объемов вод в течение длительного времени при оптимальных значениях давления нагнетания. Поэтому степень подготовки (очистки) вод перед закачкой диктуется поглощающей способностью пласта-коллектора.

Существуют различные способы подземного захоронения отходов:

- закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты, непригодные для хозяйственного использования;
- захоронение отходов в искусственно созданные емкости в слабопроницаемых глинистых и соленосных породах (с помощью механической выемки пород, гидроразрыва пласта, подземных взрывов, растворении соли);
- захоронение в рыхлых породах зоны аэрации большой мощности за счет использования сорбционной емкости пород;
- захоронение в отработанные выработки;
- использование отдельных видов сточных вод в системе заводнения на эксплуатируемых нефтяных месторождениях и для подземного захоронения в отработанных нефтяных пластах.

Все эти способы захоронения требуют тщательного обоснования посредством проведения инженерно-изыскательских работ, о которых уже говорилось выше.

В результате сложившей практики в соответствии со СНиП 2.01.28-85 п. 6.7. для размещения отходов первого класса опасности установлены ограничения по фильтрационным свойствам пород, которые являются водоупорами на территории отвалов: в общем случае определен коэффициент фильтрации $K_f = 1 \cdot 10^{-8}$ см/с, у кембрийских глин, при захоронении в толщу $K_f = 1,2 \cdot 10^{-9}$ см/с.

Из указанных методов наиболее широкое практическое значение получил первый способ – **захоронение в глубокие горизонты**.

Подземное захоронение является **комплексной задачей**, в которую входят:

- геолого-гидрологическое обоснование возможности закачки стоков (отходов) и надежности захоронения (приемистость пласта, изолированность пласта коллектора водоупорами, отсутствие перетекания в эксплуатируемые горизонты);
- изучение взаимодействия закачиваемых вод с породами и пластовыми водами;
- оборудование и освоение поглощающих скважин, водоподготовка сточных вод, восстановление приемистости скважин, обоснование режима;
- сам процесс закачки и другие эксплуатационные вопросы;
- технико-экономическая оценка эффективности подземного захоронения по сравнению с НДТ очистки, обезвреживания, ликвидации и утилизации.

Важнейшим этапом этой работы является геолого-гидрологическое обоснование возможности подземного захоронения, включающее в себя изучение гидродинамических, гидрохимических и тектонических условий исследуемого района, выделение пласта-коллектора и определение его гидрогеохимических параметров, изучение приемистости пласта коллектора, прогноз изменения гидродинамических и гидрохимических условий в процессе закачки промышленных стоков.

Подземное захоронение СВ возможно при наличии пласта-коллектора с достаточно высокой поглощающей способностью (приемистостью) и *надежными условиями его изоляции* (отсутствие взаимосвязи со смежными горизонтами), предотвращающими загрязнение вышележащих водоносных горизонтов и выходов стоков на дневную поверхность. **Недопустима закачка сточных вод в пласт, содержащий пресные воды или подземные воды, имеющие хозяйственное назначение.**

Таким образом, можно наметить следующие основные **критерии** для выделения перспективных **пластов-коллекторов**:

1. Горизонт не должен содержать пресные и слабосолоноватые воды, пригодные для питьевых целей, даже если пресные воды содержат в повышенных концентрациях какие-либо вещества (например, железо, фтор и др.), которые могут быть удалены современными методами очистки, также в горизонт с этими пресными водами нельзя закачивать сточные воды; пласт-коллектор не должен содержать воды, используемые для бальнеологических (лечебных) и промышленных целей; *закачка лишь возможна в горизонты с минерализованными водами, непригодными для практического использования.*

2. Пласт –коллектор в пределах исследуемой площади не должен содержать полезных ископаемых и эксплуатироваться.

3. Пласт должен обладать достаточно высокой водопроницаемостью, обеспечивающей эффективный сброс заданного количества сточных вод.

4. Выделенный пласт-коллектор должен быть надежно изолирован слабопроницаемыми породами (глиной, мергелями, гипсом, аргиллитами) от вышележащих водоносных горизонтов; перекрывающий водоупор должен быть выдержан по площади.

5. Выше водоупора, перекрывающего пласт-коллектор, должен залегать по крайней мере один буферный водоносный горизонт, содержащий подземные воды, непригодные для питьевых, бальнеологических и промышленных целей.

6. Пласт не должен выходить на поверхность или быть связан с рекой в радиусе 20-30 км.

7. Захоронение нельзя осуществлять в тектонически сложных и сейсмических районах.

В системе подземного захоронения сточных вод скважины по назначению подразделяются на нагнетательные (поглощающие) и наблюдательные. Нагнетательные скважины служат для закачки (подземного захоронения) сточных вод в поглощающие горизонты по принципу поглощающих колодцев (рис. 15).

Наблюдательные скважины предназначены для контроля за гидродинамическим и гидрохимическим режимом подземных вод на участке подземного захоронения вод. С этой целью в наблюдательных скважинах систематически осуществляется комплекс гидродинамических, гидрохимических и промыслово-геофизических исследований. Подобные скважины рекомендуется организовывать в зоне складирования отходов и при организации полигонов бытовых отходов.

Требования к нагнетательным скважинам подробно изложены в «Правилах разработки нефтяных и газонефтяных месторождений» и «Правилах безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

Сточные воды, подлежащие захоронению, часто являются агрессивными и токсичными, поэтому трубопроводы и емкости для их сбора необходимо выполнять из антикоррозионных материалов. В скважинах целесообразно применять эксплуатационные обсадные колонны, насосно-компрессорные трубы и запорную арматуру также в антикоррозионном исполнении. Пространство между эксплуатационной колонной и насосно-компрессорными трубами должно быть заполнено нейтральной жидкостью (пресной водой, дизельным топливом, бессернистой нефтью). В нагнетательные скважины и трубопроводы по перекачке сточных вод необходимо подавать ингибиторы коррозии.

По сути, подземное захоронение сточных вод, являясь природоохранным мероприятием, само может нанести существенный ущерб окружающей среде и недрам, поэтому при проектировании и эксплуатации соблюдение норм и

требований промышленной и экологической безопасности является важной составной частью технологического процесса.

Особого внимания требуют нагнетательные и наблюдательные скважины, сооружения по сбору и транспортировке сточных вод, которые выполняются согласно «Правилам разработки газовых и газоконденсатных месторождений», «Правилам разработки нефтяных и газонефтяных месторождений», «Правилам создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в пористых пластах».

При подземном захоронении сточных вод предусматривается проведение комплекса мероприятий, направленных на предотвращение разливов и утечек в системе сбора стоков, подготовки и транспортировки, чтобы избежать поверхностного загрязнения почвогрунтов, открытых водоемов и подземных вод верхних водоносных горизонтов (загрязнение «сверху»). Вертикальные перетоки сточных вод внутри скважины и за обсадными колоннами приводят к попаданию сточных вод или вытесненных ими пластовых вод в верхние водоносные горизонты, так называемое загрязнение «снизу». Необходимой мерой охраны окружающей среды является организация зон санитарной охраны вокруг сооружений по подземному захоронению сточных вод.

Система контроля и анализа за параметрами эксплуатации технологического процесса захоронения сточных вод разрабатывается на стадии проектирования. До начала эксплуатации не реже раза в год в скважинах производятся замеры уровня подземной воды и забоя, отбор и химический анализ проб воды по стволу, замер пластового давления глубинным манометром и пластовой температуры в интервале фильтра или открытого забоя. Целью этих наблюдений является получение фоновых гидрогеологических характеристик до начала закачки сточных вод. В период эксплуатации контролируются фактические технологические параметры в режиме соответствия их принятым проектным показателям: эффективность наземных сооружений, скважин, гидродинамические и гидрохимические режимы подземного хранилища СВ.

7. Проблемы малых рек

В гидрографической сети любого водосборного бассейна преобладают ручьи и малые реки. В России насчитывается свыше 2,5 миллионов малых рек, формирующих около половины суммарного объема речного стока, в их бассейнах проживает до 44 % городского и почти 90 % сельского населения страны, это более 50 млн. россиян. Вода из этих бассейнов интенсивно используется не только на бытовые нужды, но и для жилищно-коммунального, сельскохозяйственного, промышленного обеспечения. Таким образом, проблема малых рек сегодня является актуальной.

Парламентские слушания «Экология малых рек России: проблемы и пути их решения», входят в систему реформирования водного хозяйства РФ и вызывают большой интерес регионов. Вопросы, связанные с состоянием и развитием законодательного обеспечения в области рационального водопользования и охраны вод малых рек от загрязнения и истощения, ведение реестра водных объектов, организация контроля за состоянием водных объектов, включая перспективы развития лабораторной базы соответствующего контроля, обеспечение технологической надежности и экологической безопасности водоочистных систем и гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации вод малых рек стоят на первом плане реформирования и требуют подготовленных и ответственных природопользователей и законодателей.

Как уже отмечалось, малые реки составляют значительную часть водного фонда РФ, состояние которого продолжает ухудшаться согласно материалам отчета МПР РФ. Повсеместно нарушается действующее водное законодательство, о чем обсуждалось в разделе 1 этого пособия. Ненадлежащая эксплуатация и невыполнение необходимых ремонтно-восстановительных работ в последнее 20 лет привели к тому, что многие элементы водохозяйственного комплекса представляют угрозу населению. В результате освоения водосборных территорий под «руководством» региональных властей без должной экологической проработки развития территорий привели к деградации и нередко к исчезновению многих малых водных объектов, рек и болот.

Итоговые документы слушания «Экология малых рек России: проблемы и пути их решения»: содержат **рекомендации, предложения Федеральному собранию РФ, Правительству РФ, органам государственной власти субъектов РФ по улучшению экологического состояния малых рек.**

По данным Росгидромета, наиболее загрязненными малыми реками являются Першь и Манидуай, Исеть, Миасс, Пышма, Тагил, Нейва, Щучья, Закса, Медвянка, Яуза, Селинка. Это ряд можно продолжать. Среднегодовые концентрации вредных веществ в ряде из них в 10 и более раз превышают предельно допустимые нормы. Не намного благополучнее и другие водные капилляры крупных артерий.

Вопросы использования малых рек представляют особый интерес. Они, являясь начальными звеньями гидрографической сети, формирующими более крупные реки, в то же время наиболее чутко реагируют на прямые (водозабор, сброс) и косвенные (динамические процессы на водосборной площади) антропогенные воздействия.

Главная особенность формирования стока малых рек - их очень тесная связь с ландшафтом бассейна, что и обуславливает их уязвимость при чрезмерном использовании не только водных ресурсов, но и водосбора. Малые

реки выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие с подземными водами и перераспределение влаги в почвенном слое. Они определяют также гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек по типу взаимосвязи, представленной на рис. 11 и 12.

Малыми реками называются реки, бассейны которых располагаются в одной гидрографической зоне, имеют площадь не более 2000 км² и гидрологический режим которых под влиянием местных факторов может быть не свойственен для рек этой зоны реки. Водотоки протяженностью до 200 км составляют 95% общей протяженности гидрографической сети России, занимают значительный удельный вес в общем балансе водных ресурсов, используемых для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых, в том числе и рекреационных, целей. В качестве примера на рис. 18 приведена карта бассейна реки Северная Двина.

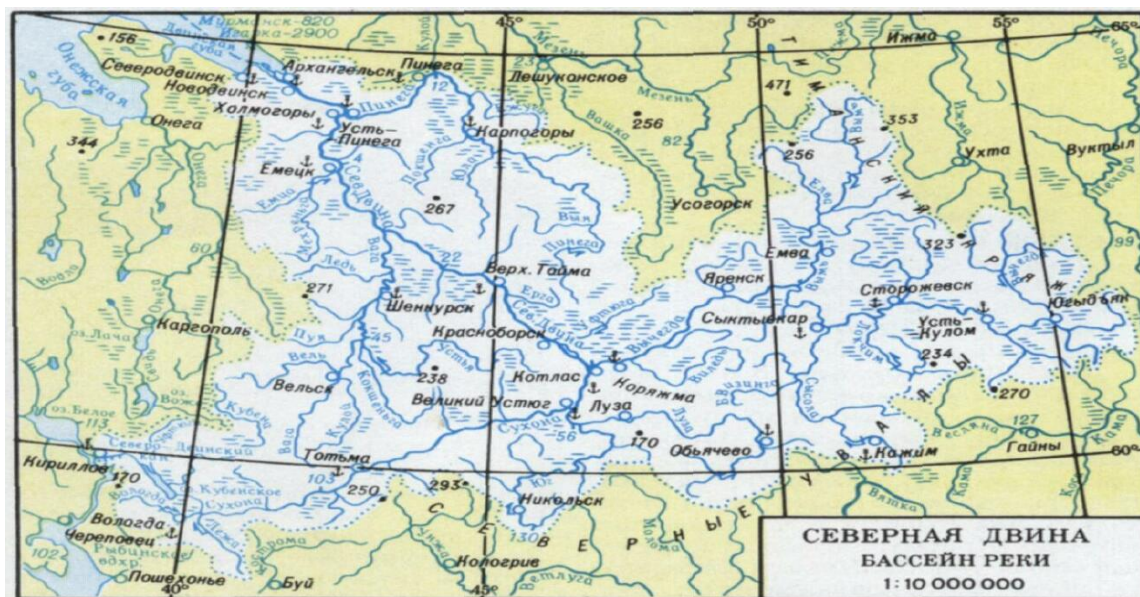


Рис. 18. Карта бассейна реки Северная – Двина.

Процессы формирования состава воды в бассейне реки подчиняются общим для поверхностных водоемов закономерностям, но в то же время имеют ряд особенностей, требующих специального подхода к их санитарно-гигиенической оценке по:

- *топографии* гидрографической сети на площади водосбора малых рек создаются условия для поступления в них поверхностного стока с территорий городов, населенных пунктов, животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик, сельхозугодий, промышленных предприятий и т.п;
- *расходу воды*, водообеспеченности, по скорости течения, по глубине, что обеспечивает условия смешения и разбавления загрязнений;
- *степени их влияния на всю гидрографическую сеть*, по возможности расходования части стока на местные хозяйственные нужды, а также задержание его на водосборах;

- *степени самоочистительной способности*, по зависимости стока от климатогеографических условий, когда устанавливается *взаимосвязь качества воды с интенсивностью и характером хозяйственной деятельности* на территории водосбора. При этом следует помнить, что последствия хозяйственной деятельности на малых реках сказываются более отчетливо, чем на крупных;
- *возможности зарегулирования* с целью создания небольших водохранилищ и прудов в условиях недостаточной (*умеренной*) обеспеченности водными ресурсами.

Образование водохранилищ и прудов имеет *положительное значение*, так как в них происходит увеличение объема и естественное отстаивание воды, а места перепадов способствуют их аэрации. Вместе с тем уменьшение проточности водоемов в условиях хозяйственной деятельности может *отрицательно* сказываться на интенсивности процессов самоочищения и ухудшать разбавление загрязнений. Поступление биогенных элементов, содержащихся в поверхностном стоке с территорий, воздействие хозяйственно-бытовых и производственных стоков, приводят к эвтрофикации водоемов, что сопровождается ухудшением органолептических свойств воды, а в период отмирания водорослей - к появлению в воде токсичных продуктов их разложения. Особенности малых рек определяют необходимость оценки их санитарного состояния, исходя из бассейнового принципа.

Водосбор — территория земной поверхности, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекают в данную реку, включая притоки реки.

Бассейн каждой реки включает в себя поверхностный и подземный водосборы. Поверхностный водосбор представляет собой участок земной поверхности, с которого поступают воды в данную речную систему или определённую реку. Подземный водосбор образуют толщи рыхлых отложений, из которых вода поступает в речную сеть. В общем случае поверхностный и подземный водосборы не совпадают. Определить границы подземного водосбора практически сложно, и тогда за величину речного бассейна принимается только поверхностный водосбор. Возникающие ошибки в результате условного отождествления размеров речного бассейна и поверхностного водосбора могут оказаться существенными не только для малых рек, а также для более крупных рек, протекающих в геологических условиях, обеспечивающих хороший водообмен между соседними бассейнами (например, карст). Граница между отдельными речными бассейнами проходит по водоразделам.

Бассейны делятся на сточные и бессточные. Бессточными называются области внутриматерикового стока, лишённые связи через речные бассейны с океаном, формы и размеры бассейнов бывают самые различные и зависят от географического положения, рельефа и геологического строения местности.

Притоки имеют свои небольшие бассейны, общая совокупность которых составляет площадь бассейна главной реки.

Точка соприкосновения двух водосборов называется **водоразделом**. Водосбор дренируется сетью каналов, число которых увеличивается с увеличением объема воды, и возрастает количество отложений, переносимых водой.

Водотоки - это динамичные системы открытой воды с каналами, которые собирают и переносят поверхностные стоки, образованные вследствие дождей и таяния снега, или стоки подземных вод в эстуарии и океаны. Форма и структура водотока зависит от участка суши, который он разрезает, и отложений, которые он должен переносить.

Сезонный характер выпадения осадков и вариаций температур контролируют потоки и продуктивность вод.

Некоторое количество осадков инфильтруется почвой и проникает сквозь проницаемые каменистые породы в подземное хранилище, где подпитывает подземные водоносные горизонты. Природный сток грунтовых вод является главным поставщиком в водный поток во время летней засухи и осенью. *Выкачивание воды из водоносных горизонтов для промышленного и бытового использования сокращает объем водоносного горизонта. Дренированный водоносный слой может сжаться (обвалиться)* из-за оседания верхних слоев земли. Разваленные подземные водоносные горизонты больше не могут принимать и удерживать воду, объем воды уменьшается, и пополнение значительно сокращается. Ручьи, которые когда-то подпитывались от водоносного слоя, пересыхают.

Климат и транспирация почвенной влаги влияют на потерю воды из водосбора и водообеспечение. Зона водосбора влияет на количество продуцируемой воды. Обычно большой водосбор получает больше осадков, чем маленький, хотя большее количество осадков и стока может быть на меньшем водосборе во влажном климате, чем на большом водосборе в сухом климате.

Форма и склон водосбора и его бассейна влияют на поверхностный сток и инфильтрацию в ручьях, дренирующих водосбор. Чем круче склон, тем большая вероятность быстрого стока и эрозии. На крутых склонах труднее сформировать растительный покров, и инфильтрация поверхностных вод там ограничена.

Ориентация (направление) водосбора относительно направления движения ливневых вод также влияет на сток и максимальные объемы потока. Дождевой ливень,двигающийся вверх по водосбору от устья, сбрасывает воду таким образом, что сток с нижнего участка проходит свой максимум до того, как прибывает сток из участков, расположенных выше по течению. Ливневые воды,

начинающиеся в верховьях и движущиеся вниз по водосбору, могут изменить процесс в обратном порядке, что необходимо учитывать при планировании ПТК.

Ориентация водосбора относительно положения солнца влияет на температуру, испарение и транспирацию. Влажность почвы быстрее теряется при испарении и транспирации на крутых склонах с солнечной стороны. Водосборы, у которых склоны не обращены к солнцу, прохладнее, и испарение и транспирация у них меньше. На склонах, обращенных к солнцу, а также при преобладании ветров, наблюдается большее разнообразие растений по



Рис. 19. Лесной ручей

сравнению со склонами, находящимися в тени, что важно учитывать при разработке мероприятий по восстановлению водного объекта. Для нужд орошения используется значительная часть ресурсов пресной воды малых рек, причем около трети *безвозвратно*. А так называемые «возвратные воды», стекающие с полей по дренажной сети, сильно загрязнены различными веществами: *пестицидами*, используемыми для обработки полей от сорняков и насекомых - вредителей, *минеральными удобрениями*.

Промышленно-энергетическое водопотребление предусматривает использование воды для производственных целей и эти потоки особенно загрязнены по сравнению с возвратными водами других водопользователей.

Производство электроэнергии в России и развитие энергетики началось именно с освоения малых рек. Первая промышленная гидро-энергетическая установка начала работать в 1896 г. на реке Охте и была предназначена для электрификации первого предприятия России - Охтинского порохового завода в Петербурге. Интенсивное освоение гидроресурсов с помощью малых ГЭС ставит целый ряд экологических, гидрологических, технических и организационных вопросов, которые целесообразно решать в рамках осуществления соответствующей программы, объединяющей многие стороны проблем малых рек, в том числе научные и технические разработки по проектированию и строительству малых ГЭС.

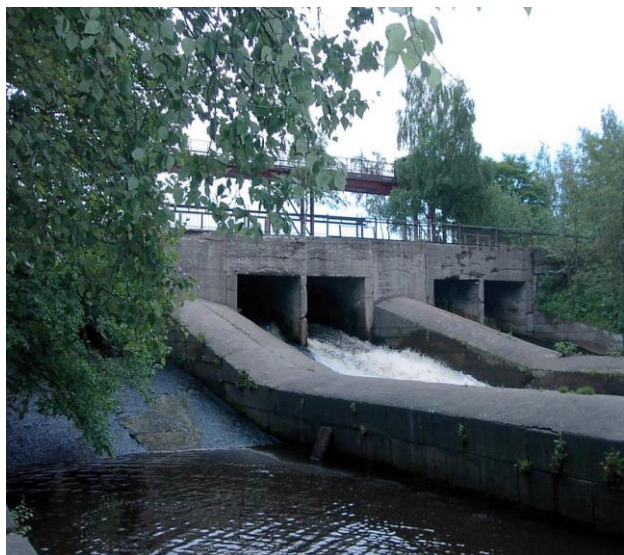


Рис. 20. Первая плотина на реке Охта.

В комплекс оценочных работ должны входить районирование территории по степени возможного экологического ущерба от массового строительства малых ГЭС, комплексная оценка пойменных земель, подлежащих изъятию из сельскохозяйственного использования, разработка оптимальных схем размещения малых ГЭС с учетом географических и экономических факторов, определение очередности освоения гидроресурсов и строительства малых ГЭС. Для

установления экологически и экономически обоснованных масштабов развития малой энергетики необходимо, прежде всего, повысить изученность малых рек, сочетая классические методы гидрологии, в том числе усовершенствование методов расчета стока неизученных рек, с учетом долговременного изучения на стационарных постах с системой одновременных измерений уровней и расходов по длине рек и в устьях притока в течение одного-двух устойчивых сезонов года. В труднодоступных районах необходима организация автоматизированной сети измерений уровней, а также использование дистанционных методов изучения гидрологического режима с помощью аэро- и космических съемок. Целесообразно построение моделей бассейнов как природно-технических систем.

Нельзя забывать, что малые реки сами являются одним из элементов ландшафта и изменение их режима может оказать влияние на стабильность экосистем. Поэтому создаваемые искусственные водохранилища малых ГЭС должны задерживать лишь часть стока для сохранения жизнедеятельности малых рек. То есть регулирование малых рек не должно превращаться в цепочку отдельных плесов, зарастающих водной растительностью. Требуется соблюдение определенных критериев режима, таких как скорости течения и водности реки ниже плотин. В случае строительства каскадов плотин, обязательны расчистка русел малых рек и многие другие мероприятия.

Антропогенное воздействие на малые реки обусловлено хозяйственной деятельностью, которая осуществляется в пределах водосборных бассейнов, и на самих водотоках. Так, после проведения мелиорации в Нечерноземной зоне России русла многих малых рек оказались спрямленными, зарегулированными

дамбами. На полностью зарегулированных реках отмечаются заиление и зарастание русла, потеря гидравлической связи с питающими их грунтовыми водами. Сбрасываемые с мелиоративных систем дренажные воды, в основном неочищенные, в летний период ухудшают качество воды.

Весьма значительной является проблема **загрязнения водоемов** отходами сельскохозяйственной деятельности: проведение без соблюдения требований экологической безопасности работ по внесению минеральных удобрений и ядохимикатов, а также практически повсеместное нарушение правил хранения средств химии и органики, сброс сточных вод животноводческих комплексов при отсутствии или неэффективной работе очистных сооружений, размещение в ВЗ скота, складов нефтепродуктов, сбросы отходов перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий.

Внесение удобрений и различных пестицидов является причиной загрязнения водных объектов биогенными веществами, солями и пестицидами, которые поступают в водные объекты с поверхностным стоком сельскохозяйственных угодий и коллекторными водами орошаемых территорий. На величину стока данных веществ оказывают влияние многие факторы: дозы внесения пестицидов и удобрений, их химический состав, химический состав почв, культуры, которыми заняты сельхозкультуры, метеорологические условия и др.

Методические рекомендации по расчету выноса агрохимикатов с сельскохозяйственных угодий разработаны Институтом прикладной физики и Институтом водных проблем *. Теоретические представления и механизмы процесса описаны в работе Н.И. Хрисанова и Г.К. Осипова «Управление эвтрофированием водоемов», 1993. Ориентировочный прогноз основывается на данных выноса азота и фосфора с единицы сельскохозяйственных угодий для различных физико-географических условий (табл. 7).

Значимой проблемой в формировании качества воды в малых реках является **влияния бытового и промышленного мусора**. Этот мусор, разлагаясь, выделяет канцерогенные вещества - источники различных заболеваний. Влияние этого фактора оценивают по методике через ущерб для почв.

Особую тревогу вызывает проблема **заиления рек**. Заиление малых рек на севере лесостепи приводит к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию пойм, которые становятся непригодными для какого-либо использования. Повышается вероятность затопления в период весеннего половодья или сильного дождевого паводка сел, деревень и городов, пахотных земель. Эти

* Временные методические указания по прогнозированию химического состава поверхностных вод с учетом перераспределения стока. –Л.: Гидрометеоздат, 1988.

Таблица 7

Вынос азота и фосфора с поверхностным и инфильтрационным потоком

Район исследования	Почва	Вынос с 1 га, кг	
		Азот	Фосфор
Орошаемые земли			
Ростовская обл.	черноземы, лугово-черноземные	2,2 - 22,5	0,17-16,1
		1,0-3,5	0,04-1,36
Ставропольский край	луговые, солончаковые	4,5 -10,5	0,03 - 0,04
Краснодарский край, Оренбургская обл.	луговые	9,0 -13,0	0,22
Неорошаемые земли			
Псковская обл.	дерново-подзолистая, супесчаная	1,04	0,36
		3,98	0,09
Омская обл.	суглинистая	2,0	0,03
Ростовская обл.	дерново-подзолистая	0,3	0,02

явления особенно ярко проявились в последние годы. На юге лесостепной зоны заиление малых рек ведет к катастрофическому изменению всей экосистемы; **наблюдается процесс опустынивания**. Кардинальным образом меняется состав растительности, начинают преобладать полупустынные и пустынные виды, практически исчезают отдельные древесные виды кустарников, а деревья могут существовать только при условии регулярного полива. Главной причиной исчезновения малых рек является **осушение болот**.

Новым и крупным источником загрязнения в последнее время, не имевшим ранее широкого распространения, стал **маломерный флот**.

В процессе его эксплуатации в воду поступают нефтепродукты, соединения свинца, ароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен. При этом наиболее существенное влияние на качество воды оказывают именно нефтепродукты.

Формула для расчета поступления нефтепродуктов следующая:

$$G = 10n, \quad (7.1)$$

где 10 – поступление нефтепродуктов в воду от одного мотора в течение 100 ч (средняя норма работы двигателя за навигацию*), кг; n – число единиц маломерного флота.

Данные мониторинга свидетельствуют о том, что в ближайшие годы большая часть загрязняющих веществ будет поступать в поверхностные воды не столько от стационарных точечных источников и маломерного флота, а в *результате смыва с поверхности водоразделов и с территорий крупных городов и населенных пунктов с ливневым стоком*.

*Источники антропогенного загрязнения водоемов при их комплексном использовании //Водные ресурсы, 1978. № 6

Для определения значимости влияния поверхностного стока селитебных территорий и промплощадок на качество воды водных объектов и принятия решения об организации сбора и очистки его перед выпуском в водный объект используются рекомендованные ОАО «НИИ ВОДГЕО»* (табл. 8).

Таблица 8

Удельные показатели выноса приоритетных загрязняющих веществ с поверхностным стоком с селитебных территорий в водные объекты

Загрязняющие вещества	Удельный вынос	
	кг/га/год	т/км ² /год
Взвешенные вещества	2500	250
Органические вещества поБПК ₂₀	140	14,0
Нефтепродукты	40	4,0
Биогенные вещества:	-	-
соединения азота	6	0,6
соединения фосфора	1,5	0,15
минеральные соли	400	40

Для малых городов и сельских поселений вводится поправочный коэффициент К равный $P/100$, где P – селитебная плотность населения рассматриваемого объекта. Для расчета выноса загрязняющих веществ с промплощадок используются удельные показатели. В расчетах допустимо принять $БПК_{20} = БПК_{полн}$

Малые реки играют важную роль в социально-экономической жизни региона, где протекают. Они являются источниками водообеспечения объектов хозяйственной деятельности, имеют рыбохозяйственное, транспортное и рекреационное значение, являются важным элементом в системе устойчивого развития регионов. По этим водным артериям оценивается экологическое благополучие территорий через систему оценки ущерба и риска здоровью населения.

Основными причинами истощения рек следует считать распашку склонов, рост балок, оврагов, вследствие чего нарушается эрозионная устойчивость почвы, и значительная часть ее смывается в реки. Интенсивная эрозия распаханых склонов и балок проявилась особенно сильно в последние два-три десятилетия. Увеличение смыва наносов в реки приводит к перегрузке потока наносами, избыток их выпадает на дно, вызывая заиливание русла и нарушение условий его работы.

Деградацию рек вызывает также *антропогенное воздействие в пределах поймы*. В результате хозяйственной деятельности в пойме нарушено оптимальное энергетическое состояние потока в половодье.

* Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты, -М.:ОАО «НИИ ВОДГЕО», -2014. -88 с.

Еще одной из причин деградации рек является недальновидная гидротехническая деятельность в русле реки. Прежде всего, это глухие запруды в руслах для образования прудов. В половодье эти запруды не размываются полностью, и создается дополнительный подпор. На длине этого подпора русло заиливается, утрачивает дренирующую способность, что вызывает подъем уровня грунтовых вод.

Последствия деградации рек под влиянием перечисленных причин весьма велики. Утрата полезных режимов приводит к бесплодию пойм и к сокращению водных ресурсов. Обмеление и заиливание русла является суммирующим все неблагоприятные факторы процессом. При таком состоянии русла уровни воды в межень и в половодье *устанавливаются более высокие, следовательно, в половодье затоплению подвергается большая площадь*, увеличивается площадь мелководья и испарения воды.

Риск подтопления можно снизить за счет расчистки рек.

К наиболее действенным мерам по сохранению рек относится соблюдение особого режима хозяйствования в водоохранной зоне и прибрежной полосе рек. Активным началом ***рекультивации рек*** или восстановительных мероприятий является: *сосредоточение паводкового потока в русле для его промыва, расчистка русла в комплексе с другими защитными мероприятиями, регулирование высотного положения русла, защита поймы и берегов от размыва.*

К хозяйственным задачам можно отнести гарантированное затопление лугов и пастбищ на пойме, обеспечение водоснабжения и обводнения, аккумуляция воды для полива кормовых и овощных культур, создание хозяйственных, противопожарных и рекреационных водоемов в русле реки и другие мероприятия. К основным мероприятиям по улучшению состояния рек необходимо отнести ***охранные и восстановительные работы.***

Река, как отмечалось выше, сложный ***саморегулирующийся механизм***, в работе которого значительную роль играют пойменные и русловые процессы. При ***составлении ТЗ*** и рабочих проектов на расчистку, строительство пруда и другие частные мероприятия эти процессы не изучаются, не прогнозируются и не учитываются, тем самым нарушаются основы охраны природы. Все проекты рекультивации рек должны базироваться на научной основе, но научные исследования гидротехнической рекультивации малых рек только начинаются и поэтому в настоящее время очень мало научно обоснованных рекомендаций ведения работ. Поэтому, прежде чем приступать к планированию и проведению каких-либо мероприятий на малых реках, необходимо разработать ***«Схему охраны реки и ее рационального использования»***. Стоит отметить, что эти работы попадают в зону коррупционных интересов, поэтому выполнение их требует общественного и государственного контроля.

Облик рек определяется русловыми и пойменными процессами, которые, как правило, зависят, от **трех относительно независимых факторов**: *водности реки, стока наносов и влияния ограничивающих условий*. Нарушение одного из них приводит к **размыву, заилению или перемещению русла в плане**, поэтому и необходимо составление схем, в которых эти деформации можно прогнозировать, а там, где они произошли, анализировать и выявлять причины для их устранения. В любом случае следует выполнять **текущие мероприятия**: *облесение бассейна рек, в первую очередь овражно-балочной сети, строительство противозрозионных сооружений для предотвращения заиления рек*. Типовое решение по укреплению берегов малых водотоков* приведены на рис. 21.

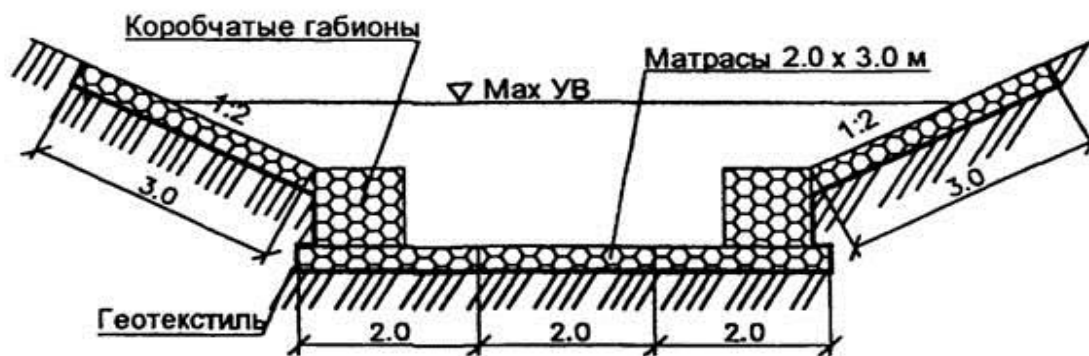


Рис. 21. Крепление берегов малых водотоков*

Техногенные воздействия на поймы, как прямые, так и косвенные, часто становятся **неуправляемыми**. Прямые воздействия обусловлены непосредственным механическим, химическим, гидрологическим или другим воздействием. Значительный вред пойме наносит **механическое воздействие**. Оно сопровождается уничтожением почвенно-растительного покрова, естественной фауны, а также изменением микрорельефа.

Особый экологический вред наносят:

- 1) строительная деятельность, связанная с отчуждением участков поймы под строительные площадки;
- 2) работы по обустройству полей орошаемого земледелия;
- 3) дорожное строительство, в том числе устройство насыпей при прокладке автомобильных дорог и крупных обваловочных дамб, проходка траншей под газо- и водопроводы, сооружение мостового перехода через реки.

В процессе исследований проблем малых рек установлены группы факторов, влияющие на условия поверхностного стока и инфильтрационного питания подземных вод на территории водосбора .

К первой группе факторов можно отнести: рубка и посадка лесов; агротехнические мероприятия, распашка земель; мелиорация земель;

* ВСН-АПК 2.30.05.001-2003 Мелиорация. Руководство по защите земель, нарушенных водной эрозией. Габионные конструкции противозрозионных сооружений

автодороги и железные дороги; разработка карьеров минерального сырья; строительство шахт и других подземных сооружений.

Ко *второй группе* антропогенных факторов следует отнести: гидротехническое строительство, в том числе сооружения прудов и небольших водохранилищ; интенсивное водопотребление из поверхностных и подземных источников, которое приводит к понижению уровней грунтовых и речных вод, уменьшению их стока; сброс в реки сточных и возвратных вод.

К *третьей группе* антропогенных факторов, влияющих только на *качество воды и санитарный режим водотока*, относятся: несанкционированные и аварийные сбросы нефтепродуктов, фенолов и других вредных веществ с мест их складирования или перевозки; вынос удобрений, ядохимикатов, пестицидов с полей, при проведении агротехнических мероприятий, а также продуктов сгорания бензина и их примесей с придорожных полос и полотна оживленных автострад; сброс недостаточно очищенных хозяйственных и промстоков с очистных сооружений в естественные водотоки.

Две первые группы факторов ведут к уменьшению годового, особенно меженного стока, в том числе подземного притока и родникового стока малых рек. Родниками является разновидность подземного стока рек, который может быть местом разгрузки подземных вод. Повышенный подземный приток улучшает качество речных вод, приводит к увеличению меженных расходов воды в напряженные периоды межени.

Родники, также и другие виды разгрузки подземных вод в водотоки требуют внимания и охраны. В меженный период для каждой малой реки определяется санитарный расход воды — это такой минимум, ниже которого расходная характеристика не должна опускаться. В целом, при проведении определенных мероприятий, к примеру, вырубка лесов проводится одновременно с лесовосстановлением, не уменьшая площади допустимой заселенности водосбора, а также распашка земель проводится вдоль склона при сельскохозяйственном освоении территории и т.д.; влияние двух групп антропогенных факторов на водный режим малых рек можно максимально минимизировать. *Третья группа факторов, влияющая на качество поверхностных вод в процессе хозяйственного освоения территории водосбора малой реки должна полностью исключаться, так как она вызвана организационными и субъективными причинами.*

Государственная политика и система регионального управления должна обеспечить согласованную работу всех субъектов водного хозяйства по решению проблем в сфере использования водных ресурсов, в том числе связанных с реформированием и развитием водохозяйственного комплекса.

К мероприятиям по охране малых рек относят:

- проведение посадок (облесение) истоков всех рек, их берегов, склонов, оврагов, и балок;
- охрана родников, ручьев, питающие реки;
- проведение противоэрозионных мероприятий, которые предусматривают прирусловые лесокустарниковые полосы от истока на всем протяжении рек по обоим берегам до устья;
- организация долин наиболее мелких рек длиной 3-5 км со слабовыраженными поймами, сохранение под лесом основной площади с освобождением лишь отдельных наиболее широких пойменных участков под кормовые угодья, что является важным условием оптимизации ландшафтов вообще и сельскохозяйственного в частности.

К трудоемким мероприятиям относят:

- прекращение осушения болот, имеющих водорегулирующее значение;
- проведение строительства плотин на реках, оврагах, ручьях и балках, но без затопления пойменных земель;
- усиление контроля за работами в поймах и по берегам рек;
- прекращение сужение русел рек, которые не дают экономического эффекта, но наносят непоправимый ущерб речным экосистемам;
- прекращение распашки пойменных земель, а также склоновых земель, подвергаемых эрозии;
- проведение углубление русел рек *с сохранением прибрежной древесно-кустарниковой растительности*;
- сокращение потребления воды для сельскохозяйственных нужд.

Для каждого региона и муниципального образования должна быть принята программа мероприятий по охране, оздоровлению и комплексному использованию малых рек.

Охрана рек от загрязнения является одной из важнейших задач в реализации этих мероприятий. Любые существующие и потенциальные источники загрязнения больших и малых рек должны быть учтены, организованы и, по возможности, ликвидированы. Основную роль в этом направлении играют бассейновые управления и санитарно – эпидемиологи-ческие станции. Необходимо усилить контроль за санитарно - гигиеническим состоянием всех рек, максимально ограничить поступление в реки хозяйственно- бытовых, промышленных сточных вод и стоков животноводческих комплексов.

Необходим жесткий контроль за санитарным состоянием водоохраных зон и учетом и ликвидацией свалок мусора. В период строительства и эксплуатации мелиоративных систем необходимо четкое соблюдение установленных проектных решений и допустимых норм и требований по порядку ведения работ, что исключает вероятность поступления загрязнений в водоприемники.

Для охраны рек от нефтепродуктов рекомендуется:

1. Усилить контроль за работой очистных сооружений и предприятий, сбрасывающих нефтепродукты в водоемы и канализационные коллекторы.
2. Запретить размещение складских помещений для нефтепродуктов в поймах рек, что предусмотрено ВК РФ.
3. Запретить устройство площадок для авто - и мототранспорта на неорганизованных площадках в ВЗ, мойку машин в водоемах, а также несанкционированную прокладку дорог вблизи берегов, рек, озер.

Для этого необходимо делегировать полномочия местным органам самоуправления и усилить контроль с их стороны.

Для охраны рек от загрязнения ядохимикатами, удобрениями, биогенами рекомендуется следующее:

1. Охранять и восстанавливать естественный растительный покров по ложбинам стока поверхностных вод. Эти зоны вместе с поймами рек являются ландшафтно-геохимическими барьерами, препятствующими смыву в реки почвы, удобрений, пестицидов.
2. Строго соблюдать нормы, сроки и технологию применения удобрений и ядохимикатов.
3. Шире использовать внесение гранулированных и экологически сбалансированных удобрений, внося их непосредственно под деревья, растения.
4. Запретить внесение удобрений на склонах вблизи водных источников.
5. Запретить размещение площадок для отдыха скота на берегах водоемов, а также водопой скота из рек без специально оборудованных мостов.
6. Восстанавливать заросли прибрежно-водных растений и сохранить их (тростника, рогоза, манника, осоки, ежеголовника и др.) по берегам рек, озер, вокруг водозаборных сооружений в качестве фильтрационных полос, а также создавать подобные полосы на пути сброса сточных и дренажных вод.

Необходимая мера для охраны малых рек, это - необходимо объявить охраняемыми все малые чистые реки, которые являются важнейшими источниками снабжения населения питьевой водой и выполнять требования для водоохранных зон.

Еще одной важной проблемой малых рек является ***гибель растительного и животного мира.*** Для этого необходимы восстановительные мероприятия. В финансировании этих работ целесообразно активизировать участие субъектов федерации и водопользователей на основе бассейнового принципа решения водохозяйственных проблем.

8. Донные отложения и их антропогенное влияние на водные системы

Донные осадки, образующиеся в результате седиментации взвешенного в воде материала и его взаимодействия с водной фазой, играют важную роль в формировании гидрохимического режима водоемов. Донные осадки представляют собой сложную многокомпонентную систему, которая, в зависимости от условий, складывающихся в водоеме, от сорбционных свойств самих отложений и от свойств веществ, которые поступают в водоемы, может быть аккумулятором химических соединений и являться источником их вторичного загрязнения. Переход потенциально токсичных веществ в системе «вода - донные осадки» служит важным механизмом регулирования их содержания в водной толще, влияющей на качество воды и на токсичность водной среды для гидробионтов. Большое внимание уделяется изучению степени загрязнения донных отложений различными токсическими веществами, прежде всего, тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами. Оценка качества донных отложений при этом сводится к определению содержания в них тех или иных токсических веществ методами химического анализа или же оценка их токсичности методами биотестирования. Так, в настоящее время разработаны и внедрены в практику ряд нормативных документов, которые устанавливают требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов в составе существующей системы государственного мониторинга водных объектов* в том числе и использование методов биотестирования донных отложений**.

Вещественный состав донных осадков и **закономерности их распределения** в различных зонах водного объекта связаны с: 1) глубиной и рельефом дна; 2) гидродинамической обстановкой (волнения, приливы и отливы, поверхностные и глубинные течения); 3) характером поставляемого осадочного материала; 4) биологической продуктивностью; 5) эксплозивной деятельностью вулканов (при их наличии). По генезису выделяются следующие основные группы осадков: 1) терригенные (от лат. "терра" - земля); 2) органогенные (биогенные); 3) полигенные ("красная глубоководная глина"); 4) вулканогенные; 5) хемогенные.

Закономерности распределения указанных групп донных осадков и их соотношения в различных зонах, согласно представлениям геохимического их формирования определяются: 1) климатической зональностью; 2) вертикальной зональностью, связанной с изменением глубин; 3) циркумконтинентальной

* РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.

**РД. 52.24.662-2004. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов

зональностью - степенью удаленности от материка или крупных островов.

В результате развития возможен **диагенез** (греч. "диагенезис" - *перерождение*), под которым понимают изменение осадков и их преобразование и превращение в осадочные горные породы.

При этом равновесие отсутствует как между разнородными частицами осадка, так и у частиц осадка с придонными водами. Уже в самой начальной стадии существования осадка начинается взаимодействие отдельных его частей друг с другом, с остаточными иловыми водами и средой их накопления.

В преобразовании осадков участвуют многие факторы:

1. Высокая влажность осадков, которая имеет существенное значение в перераспределении отдельных элементов структуры осадка и обуславливает диффузное перемещение вещества как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях, что способствует взаимодействию различных составляющих и образованию новых структур.

2. Наличие многочисленных бактерий, главная масса которых сосредоточена в поверхностном слое осадков. Бактерии играют различную роль в преобразовании вещества. Они формируют специфические ценозы. В результате их жизнедеятельности формируются органическая составляющая донных осадков. В результате деградации этой органики может происходить частичное растворение низкомолекулярной органики и продуктов жизнедеятельности.

Иловые растворы воды, входящий в структуру осадка, существенно отличаются от состава наддонной воды. Они, как правило, обладают более высокой минерализацией, уменьшенным содержанием сульфатов, присутствием железа, марганца и других элементов. Различие состава иловых растворов и придонной океанской воды способствует обменным процессам в придонной зоне. При избыточных концентрациях веществ (выше их растворимости) в иловых системах происходит образование новых диагенетических минералов или органоминеральных структур.

3. Органическое вещество, большое скопление которого в осадке вызывает дефицит кислорода, проявляет анаэробные условия сбраживания.

4. Окислительно-восстановительный потенциал зависит от содержания органического вещества и от гранулометрического состава осадка.

К главным изменениям осадков во времени могут быть отнесены следующие процессы:

1. Обезвоживание и уплотнение, возникающие под давлением слоя воды и накопившихся новых слоев осадка.

2. Цементация, происходящая в результате химических и физических взаимодействий, коагуляционных и адсорбционных процессов.

Цементирующими веществами, точнее, структурообразующими веществами, чаще всего являются кремнезем, оксиды железа и алюминия, карбонаты.

3. Кристаллизация и перекристаллизация, особенно проявляющиеся в мелкозернистых и иловых хемогенных и органогенных осадках, состоящих из легкорастворимых минералов.

4. Образование конкреций. В процессе диагенеза формируются различные новообразования, отличающиеся друг от друга по составу и форме нахождения. Но часто новообразования концентрируются вокруг каких-либо центров и образуют конкреции шаровидной, почковидной, лапчатой, вытянутой формы.

Всю совокупность сложных процессов образования осадков (седиментогенез) и осадочных горных пород (диагенез) предложено называть литогенезом (греч. "литос" - камень), являющимся объектом изучения науки "литология".

Антропогенное влияние донных отложений в различных водных объектах будет различаться. После строительства водохранилищ резко интенсифицируются неблагоприятные внутриводоемные процессы, связанные с замедлением скоростей течения воды и снижением в связи с этим скоростей самоочищения. В результате происходит трансформация загрязнений и накопление донных отложений, содержащих опасные вещества. Вынос в водохранилища минеральных и органических частиц грунта, смытых с водосборной площади, а также отложения отмирающих водных растений вызывают заболачивание водоема с появлением мелководий и болотной растительности. Вторичное загрязнение вод, вызываемое донными отложениями, является причиной деградации экосистем, образования мелководий и связанного с ним развития цианобактерий.

Высокая сорбционная способность основных компонентов нефти, аккумуляция их мелкозернистыми частицами и гидробионтами обуславливают накопление нефтепродуктов в донных отложениях, которые служат более надежным, чем вода, индикатором нефтяного загрязнения морских экосистем.

Состав групповых компонентов сорбированных нефтепродуктов существенно отличается от состава их растворенных и эмульгированных форм. В отличие от водной фазы в донных отложениях большее значение приобретают гетероциклические соединения - смолы и асфальтены. В ряде случаев их содержание составляет более 80 % от общей суммы нефтепродуктов.

Сорбция тяжелых металлов донными отложениями зависит от особенностей состава последних и содержания органических веществ. В конечном итоге тяжелые металлы в водных экосистемах концентрируются в донных отложениях и биоте.

8.1. Проблемы вторичного загрязнения водных объектов и в технологии очистки воды

Водотоки и водоемы, расположенные вблизи крупных предприятий, в том числе и целлюлозно-бумажной промышленности, которые входят в водосбор Балтийского моря, находятся в неудовлетворительном состоянии. Они существенно трансформированы, заилены и загрязнены. При этом для многих водных объектов характерным является высокая степень химического и бактериального загрязнения как водной массы, так и донных отложений. Состояние донных отложений определяется совокупным воздействием многих техногенных факторов. Наиболее значительными являются сброс в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод, бытовые и производственные свалки в пределах водосборной площади, рекреационная нагрузка в местах организованного и неорганизованного отдыха населения.

В результате длительного воздействия этих факторов происходит многокомпонентное загрязнение донных отложений водоемов. Во многих случаях они служат накопителями загрязняющих веществ и при определенных условиях могут быть источниками вторичного загрязнения водных масс.

Сясьстрой и Приозерск являются яркими примерами техногенного воздействия, которые сказываются на экологическом состоянии водных экосистем. Эффективность разработки природоохранных мероприятий зависит от корректности принятой модели процессов техногенного воздействия, что зависит от достоверности исходной информации. Однако достоверность исходной информации, точнее отсутствие корректной информации, не позволяет в полном объеме оценить масштабы воздействия. Противоречия наблюдаются не только при сопоставлении официальных данных с результатами анализов сточных вод и выбросов предприятий, но и при сопоставлении официальных данных «Helcom» с данными прайс-листов западных фирм. Ни одна из фирм либо не имеет, либо не предоставляет данных о величине расхода систематических потерь из технологических линий. Однако следует отметить, что останов и перепрофилирование предприятий не приводит к существенному улучшению экологического состояния этих водных объектов. По целому ряду показателей интенсивности воздействия на первом месте находятся очаги «вторичного» загрязнения, сформировавшиеся за длительный период работы предприятий. Так, например, снижение концентраций вредных веществ на выходе из залива Щучий до значений ниже российских ПДК возможно только в 2070 – 2090 гг.*

*Карлин Л.Н. Музалевский А.А. Индикаторно-рискологический подход к оценке качества и уровня экологической безопасности экосистем регионального уровня и подготовке информации для принятия решений: тез. доклада-презентации «День Балтийского моря», СПб., 2009.

Наиболее заметным проявлением экологического дисбаланса, вызывающего вторичное загрязнение в поверхностных водоемах, является антропогенное эвтрофирование, которое во второй половине прошлого века стало проблемой глобального масштаба. Эвтрофирование вызывает серьезные помехи практически при всех видах водопользования. Поэтому выявление основных факторов влияния и разумное регулирование антропогенного эвтрофирования водоемов является важной частью задачи охраны водных ресурсов.

Основные мероприятия по улучшению экологической ситуации должны включать очистку русловой сети и водоемов от загрязненных донных отложений, для чего необходима разработка стратегии экологически безопасного удаления, перемещения, складирования и утилизации загрязненных донных грунтов. В этих случаях необходимо учитывать как степень загрязненности донных отложений зависит от объема и химического состава сбрасываемых загрязняющих веществ, так и гидролого-гидродинамические условия, влияющие на распространение и процессы вторичного загрязнения водных масс.

Кроме кардинальных мер, снижающих долю вторичных загрязнений водных систем, наиболее перспективными могут являться профилактические технологические решения. Они связаны с существенным снижением концентрации как взвешенных веществ различного происхождения, также органических высокомолекулярных примесей, так и органо-минеральных композиций в виде осадков от очистки природной воды в системе водоподготовки. Как правило, эти примеси в стоках и являются основными причинами вторичных загрязнений различных водных потоков.

Довольно низкая эффективность очистки сточных вод от компонентов высокой молекулярной массы в целлюлозно-бумажной промышленности требует реализации и интенсивного развития физико-химических методов, в частности основанных на коагуляции и флокуляции. Научно обоснованный подход к выбору реагентов для обеспечения процессов коагуляции в интенсивном режиме с последующим удалением коллоидного размера примесей на различных стадиях технологического процесса очистки является достаточно эффективным и привлекательным с экономической точки зрения.

8.2. Контроль донных отложений и проблемы дноуглубительных работ

Российским законодательством предусмотрен контроль загрязнения донных отложений при проведении государственного мониторинга водных объектов. Роль донных отложений никак не учитывается при разработке эколого - рыбохозяйственных ПДК, хотя попытки установить методические основы

нормирования загрязнения донных отложений неоднократно предпринимались и разработано временное методическое руководство.* При количественной оценке вклада различных донных отложений в перенос и баланс загрязняющих веществ встречаются сложности, что связано с различной связывающей активностью донных грунтов, с их емкостью поглощения. Донные отложения, в зависимости от состава и происхождения, обладают не одинаковой способностью к снижению токсичности водной среды. Для различных донных отложений нормативы содержания в них определенных токсических веществ могут различаться. Сорбционная способность донных отложений зависит от типа грунта, т.е. от содержания в нем органических веществ, гидроксидов железа и марганца, содержания глинистой фракции, определяющих степень биодоступности металлов. При разработке таких нормативов, очевидно, следует учитывать множество факторов, влияющих на содержание загрязняющих веществ в донных осадках (гранулометрический и минералогический состав отложений, содержание органического вещества, в том числе гумусовых веществ, содержание глинистой фракции и т.д.) и их биодоступность. Экологическая оценка донных отложений, как уже отмечалось, проводится методами биотестирования. Важнейшим компонентом считается наблюдение за состоянием сообществ организмов, обитающих в грунте водоемов.

Актуальность проблемы **донных отложений**, их состава и свойств отражаются в совокупности физических, химических и биологических процессов, происходящих в водотоках и водоемах. Они являются более стабильным компонентом в отличие от такой динамичной среды, как водные массы. Грунты являются самым консервативным компонентом экосистемы. Основная часть загрязняющих веществ концентрируется в донных отложениях, приводя к накоплению их в бентосных организмах, с последующей передачей по трофическим цепям, доходя до человека, что представляет опасность для его здоровья. Другой возможный путь влияния аккумулированных в донных отложениях загрязняющих веществ на водные экосистемы и здоровье человека - так называемое **вторичное загрязнение**, о котором уже говорилось выше. Оно возникает в процессе разнообразной деятельности человека (*дноуглубительные работы, эксплуатация водного транспорта, стоки промышленных объектов и т.д.*) или действия природных факторов (деятельность донных организмов, химические преобразования, термические изменения и др.), в результате чего аккумулированные вещества могут снова диффундировать в воду. **Все это свидетельствует о необходимости мониторинга пресноводных экосистем.**

* Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти). – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. – 133 с.

Дноуглубительные работы - это технологические мероприятия, направленные на углубление дна, расширение русла водотоков путем изъятия подводного грунта в целях улучшения условий судового хода, подходов к портам и причалам. В процессе этих работ могут происходить как удаления донных отложений, так и перевалка (намыв), что приводит к изменению (регулированию) параметров русла реки или ложа водоема. Эти работы могут быть как эксплуатационными, в случае обслуживания, например малых рек, так и капитальными (строительство и реконструкция фарватера).

Дноуглубительные работы регламентируются на международном уровне, в том числе ООН. Согласно этим рекомендациям **«Местоположение дампинга грунта не должно выбираться таким образом, чтобы проводимый процесс не приводил к недопустимым изменениям окружающей природной среды и не создавал опасности для населения»**.

При этих работах используется специальная техника, в том числе земснаряды различной системы и производительности, плавкраны, грунтоотвозные шаланды (баржи). В технологии изъятия грунта лежит метод гидромеханизации, основанный на возможности транспортирования изъятых грунта гидротранспортом по пульпопроводу, на большие расстояния до нескольких километров.

Эти мероприятия от масштаба своего действия и правильности обоснования могут иметь как положительные, так и негативные эффекты, в том числе с активным изменением экосистемы (глава 2).

В качестве примера можно привести результаты **намывных и дноуглубительных работ**, которые в 2006 году в Финском заливе спровоцировали устойчивое взмучивание тонкодисперсной взвеси, которая обладает значительной сорбционной способностью. Она собирает на себя все вредные вещества (тяжелые металлы, нефтепродукты) и удерживает эти компоненты в седиментационно-устойчивом состоянии.

Основная масса грунта при реконструкции фарватера направлялась на Толбухинские отмели в восточной части залива на специальный отвал (рис.22). Характеристика грунта соответствовали первому (допустимому) и второму (низкому) уровням загрязнения по сравнению с ПДК и имели разрешение для использования без ограничения, согласно СанПиН 2.1.1287-03. Место подводного отвала производилось на основе существующих нормативных учетом следующих документов: Лондонской конвенции по дампингу – Конвенция по предотвращению загрязнений моря путем дампинга отходов и прочих материалов; выводов Нантского семинара, посвященного экологическим проблемам дноуглубительных работ; рекомендации Хельсинской комиссии 13/1

удаление вынутого грунта и 19/1 извлечение/выемка морских донных отложений в районе Балтийского моря.

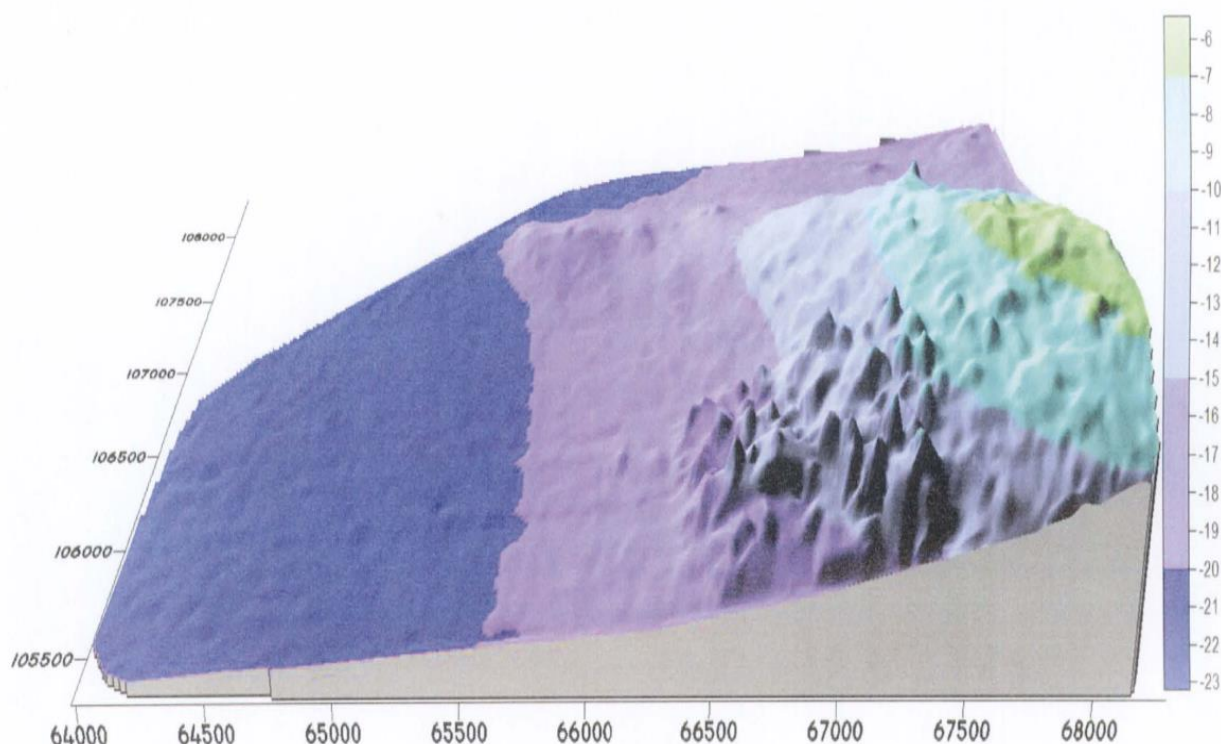


Рис. 22. Трехмерная модель участка дна к западу от Толбухинского маяка (по оси абсцисс и оси ординат в метрах в местной системе координат 1964года, по оси аппликат- глубина в метрах в Балтийской системе высот 1976 года)

Однако выбранный регион сброса грунта характеризовался высокой продуктивностью и отвал по мнению экспертов мог привести к возрастанию степени отрицательного воздействия на промысловых гидробионтов и ихтиофауну. В таких случаях при взмучивании происходит нарушение условия воспроизводства ихтиофауны, а также сокращение кормовых участков для нагула рыб вследствие коагуляции планктонных и бентосных организмов. Взвешенная фаза повреждает жаберный эпителий рыб, а более высокие концентрации взвеси сказываются на двигательной активности. Кроме того, работы по перемещению грунта и изменению рельефа дна приводят к нарушению миграционных путей ценных пород промысловых рыб, тем самым искажается естественный и традиционно сложившийся нерестовый ход производителей и скат молоди рыб, и как следствие идет замещение видового состава в освободившейся нише.

Кроме этих процессов, в результате механизированных работ проявляется поднятие со дна тяжелых металлов и накопление токсических веществ в тканях тела гидробионтов и передача токсинов по пищевой цепи, что было показано на

рис. 5. Таким образом, любые крупномасштабные работы в акватории провоцируют существенное изменение биопродуктивности водного объекта. Следует подчеркнуть, что за последние 10 лет акватория Балтийского моря на территории России превратилась в одну большую строительную площадку и продуктивность моря падает.

В результате этого можно уже констатировать, что биомасса донных животных в Финском заливе и Невской губе уменьшилась до минимального значения за сто лет наблюдений. Это спровоцировало дальнейшие изменения по всей экологической цепочке, что способствует инвазии.

Улов корюшки уменьшился в пять раз, и при таких темпах «экономического роста» скоро можно вообще лишиться этой рыбы как вида промысловой и традиционно почитаемой жителями Санкт-Петербурга.

Среднестатистические концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Невской губы за 2012-2013 гг., по результатам исследований ФГБНУ «ГосНИОРХ», представленных на семинарах и международных конференциях по проблемам водных ресурсов, и материалам отчетов по состоянию качества воды на акватории Невской губы представлены в табл. 9.

Таблица 9

Среднестатистическая концентрация тяжелых металлов в донных отложениях Невской губы и почвах региона

Ингредиент	Zn	Cd	Pb	Cu	Mn
Концентрация мг/дм ³	60±0.3	0,5±0,1	6.1±0.6	10.7±1.3	69±6.0
Количество проб	94	94	94	94	70
Региональный для СПб для стандартных ДО	140	0,8	8,5	35	-
Усредненный для почв	90	0.35	35	30	1000

Особую настороженность вызывает рост содержания нефтепродуктов в донных отложениях на различных акваториях. Причин может быть много, но одна из них - это активное судоходство, в том числе и маломерных судов. Не стоит исключать и не всегда четкое соблюдение технологических и экологических требований при транспортировке нефтесодержащих компонентов, а также отсутствие по водосбору и транспортным магистралям организованного сбора и очистки ливневых стоков. Все это вопросы организации и эксплуатации ВЗ, о которых говорилось выше.

Доли проб, в которых содержание нефтепродуктов превышает ПДК в донных отложениях представлены на рис. 23.

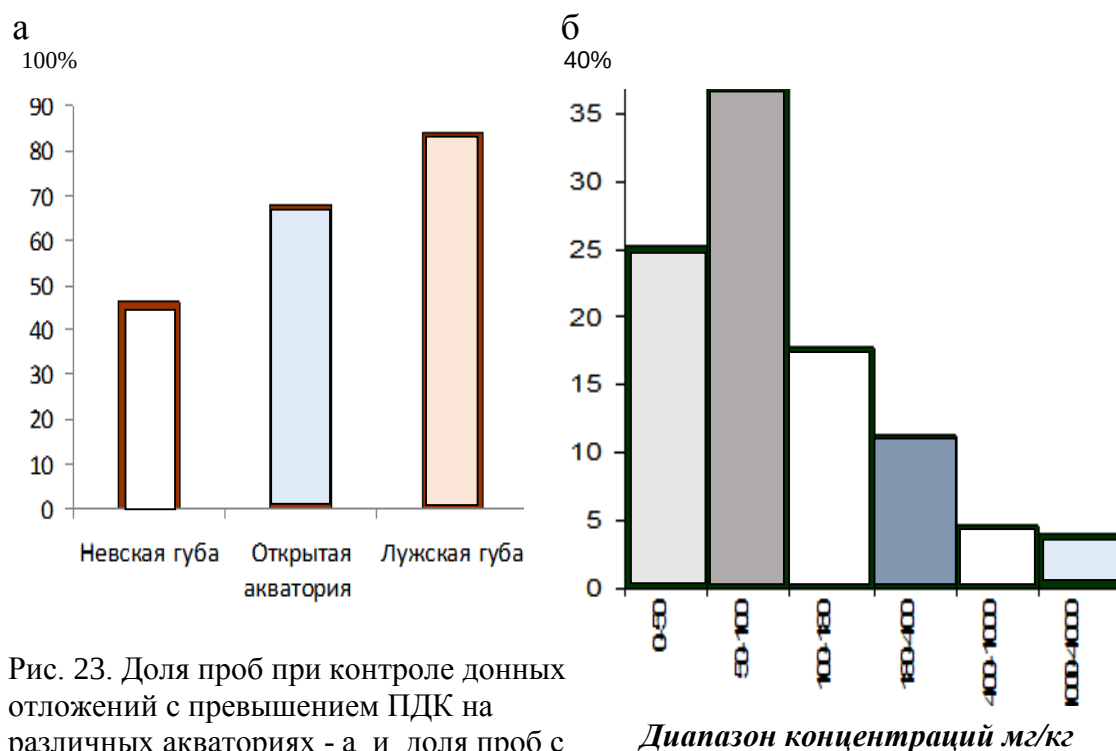


Рис. 23. Доля проб при контроле донных отложений с превышением ПДК на различных акваториях - а и доля проб с различными концентрациями в массиве анализируемых объектов - б.

Как свидетельствуют представленные результаты мониторинга за донными отложениями и грунтами, в составе этих дисперсий часто содержатся токсичные вещества. В то же время, грунты, извлеченные при дноуглубительных работах, активно используются для хозяйственных целей.

Сегодня введено в действие постановление Правительства РФ № 1393*, которым определен порядок распоряжения грунтом, извлеченным при проведении дноуглубительных работ при создании искусственных островов и земельных участков, а также установок и сооружений. Донным грунтом, в который также может входить и донные отложения, вправе распоряжаться федеральный орган исполнительной власти, или федеральное государственное унитарное предприятие, или федеральное государственное учреждение, или концессионер, являющиеся заказчиками проведения дноуглубительных работ. Тот факт, что этот грунт с одной стороны является природным ресурсом, а с другой стороны продуктом антропогенного происхождения с накопленными токсичными веществами, то при использовании донного грунта при создании указанных объектов необходимо учитывать влияние специфических примесей. Характер этих примесей зависит от мест изъятия донных материалов и при обосновании последующих работ необходимо учесть возможность вторичного загрязнения акваторий при его целевом использовании. Сегодня результаты

*Постановление ПР РФ от 19.12.2015 № 1393 Об утверждении Правил распоряжения грунтом, извлеченным при проведении дноуглубительных работ во внутренних морских водах и в территориальном море РФ, при создании в них отдельных объектов.

наблюдений за объектами с использованием такого рода грунтов вызывают тревогу по изменению качества воды в зоне их использования.

9. Водохозяйственная система бассейна

Актуальное значение в настоящее время приобретает активная реализация *принципов бассейнового управления*. Усилением индустриального, антропогенного давления на природную среду бассейна, изменениями климатических условий и условий хозяйствования ускоряют это процесс. Наиболее тревожным в современных условиях является рост числа нештатных ситуаций, резкое падение качества поверхностных и грунтовых вод и водных экосистем.

Водохозяйственная система бассейна (ВХС) является природно-антропогенным комплексом взаимосвязанных природных объектов и инженерно-технических сооружений, которые совместно функционируют для обеспечения различных водных социально-эколого-экономических потребностей человека. С другой стороны ВХС - это система взглядов, на основе которых строится управление, гарантирующее безопасное, устойчивое эколого-экономическое развитие и обеспечение потребителей водой требуемого качества с соответствующей обеспеченностью. Однако сама технология, институциональная база ВХС для полной реализации преимуществ бассейнового управления в настоящее время по ряду принципиальных направлений не может считаться готовой для практических действий.

Эффективность бассейновых подходов к управлению ПТК должна проявляться в общем случае в следующем:

- обеспечение более рационального использования бюджетных средств, выделяемых на мероприятия по восстановлению водного объекта, укреплению берегов, реконструкции систем водоснабжения и другие восстановительные и компенсационные мероприятия по содержанию гидротехнических сооружений;
- обеспечение геоинформационной базы и прогнозируемой системы управления на базе многофакторного оперативного мониторинга;
- привлечение внебюджетных средств и включение механизмов стимулирования при реализации принципов бассейнового управления при регулировании нагрузки на водный объект.

Однако при решении конкретных вопросов использования водных ресурсов бассейна нередко возникают определенные трудности, а именно:

- несовпадение условий и требований разных потребителей к количеству и качеству водных ресурсов при различных условиях водопользования;
- различная зависимость от природных условий;
- многофункциональность водных объектов (источник водообеспечения, приемник сточных вод, среда обитания гидробионтов);

-наличие диспропорции между потребностью в водных ресурсах и их доступностью.

В соответствии с целевым назначением и видом использования водных ресурсов формируются отраслевые компоненты водохозяйственного комплекса или водохозяйственные системы отдельных водопользователей.

Только системное управление водным хозяйством целого бассейна может дать максимальный эффект от использования водных ресурсов. Инженерные методы регулирования стока, возможность перераспределения его во времени и по территории, экономический механизм рационального водопользования создают наилучшие условия для развития хозяйства бассейна.

Целесообразность и эффективность любой деятельности, связанной с использованием водных ресурсов, должна оцениваться с учетом ее места и влияния на ВХС бассейна. Для этого необходим структурный анализ ВХС бассейна с выделением водохозяйственных систем или границ более низкого уровня — ВХС городов и отдельных водопользователей.

Научное сопровождение водохозяйственной деятельности развивается с учетом следующих принципов: обеспечение теоретических основ государственной водохозяйственной политики; соответствие направлений исследований современным запросам водохозяйственной и водоохранной деятельности, решению актуальных комплексных экологических проблем; потребность в научно-технической продукции на рынке услуг; максимальный учет интересов потенциальных потребителей к результатам исследований и разработок.

В основе кризиса по обеспечению экологической безопасности территорий бассейнов рек лежит хроническая недостаточность финансирования как мер, компенсирующих износ основных фондов и гарантирующих безопасность сооружений и техники, так и компенсирующих негативное влияние антропогенных и других деструктивных факторов для сложившихся экосистем.

В связи с реформированием водного хозяйства приоритетными считают:

- разработки, реализация которых в кратчайший срок даст существенный социально-экологический эффект в сфере водопользования;
- исследования, направленные на решение проблемы обеспечения населения питьевой водой соответствующего качества;
- разработки, обеспечивающие работы опережающего цикла по восстановлению состояния водного фонда.

Роль **экономического механизма** управления ВХО определяется выполняемыми им функциями. Прежде всего, он направлен на экономическое обеспечение рационального водопользования и охраны водных объектов. Эта функция реализуется путем последовательного осуществления всех экономических мер, включенных в экономический механизм. **Стимулирующая**

функция заключается в создании условий экономической заинтересованности предпринимателей в выполнении адресованных им требований водного законодательства. Стимулирующую роль в данном случае могут играть: платежи за пользование водными объектами; налоговые льготы, кредитные льготы; иные поощрительные меры в сфере рационального водопользования.

Экономическое регулирование осуществляется через следующие формы воздействия на элементы водохозяйственной системы:

- установление реальных экономических взаимоотношений в сфере водопользования;
- стимулирование экологической направленности водохозяйственной и водоохранной деятельности;
- создание системы товарных отношений и рынка водохозяйственных услуг;
- использование оценки водного фактора как регулятора экономического и социального развития территорий.

В конечном счете, задача экономического механизма заключается в том, чтобы обеспечить с помощью экономических мер достижение целей государственной политики в сфере восстановления, рационального использования и охраны водных объектов.

Субъектами экономических отношений выступают государство - в лице органов управления использованием и охраной водных объектов и исполнительной власти на местах, водопользователи - в качестве "покупателей" и специализированные водохозяйственные предприятия в качестве "продавцов".

Решение организационных и экономических проблем бассейнового управления невозможно без соблюдения правовой базы, в этом совпадают мнения большинства специалистов. Здесь, конечно будет актуальна дифференцированность подходов, связь законодательных актов с особенностями географического, экологического, экономического, индустриального и социального состояния, а также условий развития бассейна.

Для каждого бассейна важна правовая основа разрешения межрегиональных и межотраслевых водных конфликтов, правовая основа сохранения исторически сложившейся экосистемы бассейна. Законодательный блок должен как охранять, так и давать импульс к сбалансированному развитию. Однако для ряда специфических задач крупных бассейнов может возникать необходимость блока законодательных актов прямого действия.

10. Система мониторинга водных объектов. Бассейновые соглашения и механизм управления водными объектами

Государственный контроль за качеством и распределением пресных вод возложен на государственные органы исполнительной власти субъектов РФ, на специальные уполномоченные органы управления использованием и охраной водного фонда, охраной окружающей природной среды и другие органы исполнительной власти.

Мониторинг водных объектов включает: мониторинг поверхностных водных объектов; подземных водных объектов; водохозяйственных систем и сооружений, а также качества питьевой воды.

Задачами системы мониторинга водопользования являются:

- получение *достоверной* и *оперативной* информации о современной ситуации водопользования в бассейне;
- выявление источников поступления загрязняющих веществ и их оценка, определение степени их воздействия на водные экосистемы;
- прогноз изменения состояния водных экосистем и качественного состояния водных объектов при конкретных вариантах внешних воздействий;
- установление фактов аварийного загрязнения водных объектов и иных чрезвычайных ситуаций, оценка их экологических последствий, оповещение об угрозе и ухудшении состояния водных объектов.

Анализ результатов наблюдений используется для составления баз данных по состоянию водных объектов, для разработки рекомендаций по рациональному использованию, оздоровлению, восстановлению водного объекта, определению допустимой нагрузки. Эти вопросы детально изучаются в курсе «Мониторинг» и «ОВОС». Следует еще раз отметить, что это необходимо для разработки планов по устойчивому развитию природно-территориальных комплексов (ПТК) с включением объектов промышленного, сельскохозяйственного, энергетического, транспортного и стратегического значения в эти комплексы.

Взаимодействие сопредельных государств по рациональному использованию и охране *трансграничных водных объектов* осуществляется на основе двусторонних и многосторонних соглашений. Базой таких соглашений являются утвержденные на межгосударственном (региональном, бассейновом, двустороннем) уровне целевые показатели состояния водных объектов, планируемые сроки их достижения. Основные точки контроля целевых показателей состояния водных объектов – *граничные створы*. Соглашения заключаются добровольно на основе понимания общности интересов и взаимовыгодности сотрудничества государств в управлении трансграничными

водотоками, которое направлено на устойчивое воспроизводство водных ресурсов.

Очевидно, что для достижения лучших результатов в регулировании бассейна необходимо участие в этом процессе всех государств, расположенных на территории водосбора. Если на глобальном (Декларация) и региональном (Водная директива ЕС) уровнях государства договариваются об общих целях и принципах управления водными ресурсами на длительную перспективу, то на межгосударственном (бассейновом) уровне закрепляются конкретные цели, процедуры взаимодействия, программы мероприятий.

Бассейновое соглашение заключается в соответствии со статьей 9 Конвенции-92 и состоит в юридическом закреплении добровольного объединения усилий договаривающихся Сторон для взаимодействия и координации действий по восстановлению и охране трансграничных водных объектов с целью достижения баланса между потребностями экономического развития и возможностью воспроизводства экологически полноценных водных ресурсов при неоспоримом приоритете обеспечения базовых потребностей человека.

Бассейновые соглашения о восстановлении и охране водных объектов предназначаются для координации и объединения деятельности, направленной на восстановление и охрану водных объектов. Они заключаются между специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда и органами исполнительной власти субъектов РФ, расположенными в пределах бассейна водного объекта.

В рамках бассейнового соглашения может создаваться координационный орган (бассейновый совет). Положение о бассейновом совете утверждается Правительством РФ. Участие в бассейновом совете представителей органов государственной власти всех уровней, органов местного самоуправления, общественных объединений и водопользователей определяется Положением о бассейновом совете.

Для реализации целей и задач бассейнового соглашения гражданами и юридическими лицами в соответствии с гражданским законодательством может быть создан фонд, средства которого предназначены для осуществления мероприятий по восстановлению и охране водных объектов.

Подготовка бассейнового соглашения осуществляется на основе **водохозяйственных балансов, схем комплексного использования** и охраны водных ресурсов, государственных программ по использованию, восстановлению и охране водных объектов и иных научных и проектных разработок, а также предложений органов государственной власти субъектов РФ согласно ВК РФ ст.42.

В рамках соглашения предусматривается системное решение следующих вопросов: охрана водных объектов от поступления загрязнений, предотвращение

переноса загрязнений и восстановление водных объектов до наилучшего достижимого статуса; обеспечение предотвращения и возмещение вреда, нанесенного окружающей природной среде, объектам экономики, имуществу, жизни и здоровью граждан вследствие экологических эксцессов на водных объектах; совместная разработка и реализация программ мероприятий по обеспечению охраны водных объектов и рациональному использованию водных ресурсов; создание и обеспечение функционирования системы мониторинга водных объектов; осуществление контроля количества и качества воды в граничных створах и регламентированный обмен данными мониторинга.

Одним из ключевых принципов, лежащих в основе **интегрированного управления водными** ресурсами, является активное вовлечение заинтересованных сторон в процесс управления в данной сфере. В целом ряде важнейших международных документов последнего десятилетия отмечается, что общественное участие является необходимым условием для достижения **устойчивого развития** и обеспечения эффективного управления водными ресурсами в современном мире. Создание бассейновых советов в современной международной практике является важной составляющей интегрированного подхода к управлению водными ресурсами, который рассматривается как эффективное средство обеспечения справедливого, экономически выгодного и экологически устойчивого управления водными ресурсами и предоставления водных услуг. Такие организации обеспечивают необходимую институциональную основу для координации усилий органов по управлению водными, земельными ресурсами, охране окружающей среды, различных категорий водопользователей, научных учреждений, общественных организаций, занимающихся вопросами экологии.

Бассейновый совет имеет **консультативно-совещательный статус**. Это означает, что он не обладает какими-либо властно-распорядительными полномочиями, например, не может утверждать нормативно-правовые документы, выдавать какие-либо разрешения (лицензии) и т.д. Его функция направлена на разработку и принятие рекомендации для участников бассейнового соглашения. Состав бассейнового сможет быть шире состава участников бассейнового соглашения, поэтому его консультативно-совещательные функции не ограничиваются только участниками соглашения.

В содержательном плане они являются специализированными органами по вопросам использования, охраны водных ресурсов и экосистем. Теоретически они могут рассматривать любые актуальные вопросы в данной сфере. Однако на практике круг вопросов, входящих в их компетенцию, ограничен документами, определяющими статус бассейнового совета. Прежде всего, это касается соответствующего **Положения** и иных внутренних документов.

Бассейновые советы не являются вспомогательными органами бассейновых водохозяйственных управлений, в определенной мере они представляют собой межведомственные органы, не имеющие статуса самостоятельного юридического лица.

Основными функциями бассейновых советов являются:

- совместное обсуждение актуальных вопросов в области рационального использования и охраны водных ресурсов и экосистем речного бассейна;
- подготовка предложений и рекомендаций по вопросам управления, использования и охраны водных ресурсов и экосистем;
- разработка предложений к планам, экономическим и социальным программам развития речного бассейна;
- подготовка пакетов инвестиционных проектов для финансирования из различных источников, предложений по установлению платы и других сборов для рассмотрения уполномоченными органами;
- подготовка предложений к планам по внедрению интегрированного управления водными ресурсами и привлечения общественности к решению водных проблем;
- содействие разработке, согласованию и внедрению *плана управления речным бассейном*, включая *план мероприятий*;
- повышение уровня водного партнерства при интегрированном планировании и управлении водными ресурсами, обеспечение обмена информацией между государственными органами, водопользователями и общественностью;
- подготовка бассейновых соглашений по объединению, координации деятельности и осуществлению совместных мероприятий по восстановлению и охране водных объектов.

11. Международное сотрудничество по проблемам защиты морей от загрязнений

Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды является одной из составных частей национальной экологической политики РФ. Международное сотрудничество, осуществляемое Россией, призвано содействовать решению задач по обеспечению устойчивого развития страны в условиях глобализации и направлено на расширение эффективного участия в соглашениях по охране окружающей среды и обеспечению взятых на себя международных обязательств в данной области*.

*Письмо МПР РФ от 06.05.2003 № ИО-13054/2858 «О Концепции международного сотрудничества Российской Федерации в области природопользования и ООС»

Инструменты международного сотрудничества и регулирования взаимоотношений между странами различных регионов рассмотрим на примере наиболее близкого нам – Балтийского региона. Основным инструментом сотрудничества стран Балтийского региона является «Конвенция об охране окружающей среды Балтийского моря (Хельсинкская конвенция)», подписанная всеми странами бассейна еще в 1974 г. Эта продуктивная работа является прототипом сотрудничества в области защиты балтийского бассейна. Для обеспечения правовой базы международного сотрудничества была организована Хельсинкская комиссия (ХЕЛКОМ). В 2014 Россия возглавляла эту работу.

ХЕЛКОМ рассматривает в перспективе состояние Балтийского моря как среду, благоприятную для здоровья человека с разнообразными биологическими компонентами, сбалансировано функционирующими и оказывающими поддержку социальной и экономической деятельности человека.

Для достижения этой цели страны акватории Балтийского моря объединили свои усилия для совместной деятельности в рамках Хельсинкской комиссии, действующей в качестве:

- инициатора реализации экологической политики посредством разработки общих экологических целей и мероприятий для их выполнения;
- экологического центра по предоставлению информации: о состоянии морской среды; эффективности предпринимаемых мер по ее защите; совместных инициативах и позициях, которые формируют основу для процесса принятия решений в рамках других международных форумов;
- органа для разработки соответствующих специфических потребностей Балтийского моря, своих собственных рекомендаций, а также дополнительных рекомендаций к мерам, предпринимаемым другими международными организациями;
- органа надзора, предназначенного для обеспечения выполнения экологических стандартов всеми странами Балтийского моря и странами его водосборного бассейна;
- координационного органа, организующего многосторонние ответные действия в случае возникновения крупных морских инцидентов.

Хельсинкская комиссия несет ответственность за проведение мониторинга и выполнение:

- декларации МПР, в частности, относительно достижения сокращения поступления биогенов;
- совместные комплексные программы природоохранных мероприятий.

Основная цель ХЕЛКОМ – защита морской среды моря от всех источников загрязнения, а также восстановление и поддержка его экологического баланса.

В водопользовании объекта, согласно *принципам ответственности, превентивные меры* должны быть предпочтительными и в опережающем

варианте реализовываться. *Принцип «загрязнитель платит»* должен служить экономической основой для контроля над опасной для окружающей среды деятельностью, указывая на важность ответственности за привнесенное загрязнение, вынуждая платить реальные суммы за свою деятельность.

Сбросы как от точечных, так и от диффузных источников загрязнения в водную и воздушную среды должны быть **измерены и подсчитаны** договаривающимися сторонами при применении соответствующих научных методов. Эта информация должна быть общедоступной.

Выполнение Хельсинкской конвенции не должно приводить к **трансграничному загрязнению регионов**, не входящих в район Балтийского моря. **Недопустимо увеличение риска заболевания**. Любые предпринимаемые меры не должны приводить к недопустимым экологическим на атмосферу, почву, водоемы или подземные воды.

В качестве приоритетных направлений деятельности выделяется разработка мероприятий по снижению эвтрофикации, в том числе от сельского хозяйства.

Транспорт как *морской, так и наземный*, относится к источникам **опасного воздействия** для экосистемы Балтики.

Ограничение воздействия на окружающую среду в *процессе рыболовства* и применения различных практик защиты и охрана морского и прибрежного биоразнообразия является сферой внимания комиссии.

Все эти мероприятия выполняются при реализации Совместной комплексной программы природоохранных мероприятий в регионе Балтийского моря (Baltic Sea Joint Comprehensive Environmental Action Programme) и Рекомендаций ХЕЛКОМ.

С начала 1980-х годов Хельсинкская комиссия работает над улучшением морской среды Балтийского моря в большой степени через некоторые из 200 Рекомендаций ХЕЛКОМ. За это время: определено 132 «горячие точки» со сбросами органических загрязнителей и биогенов от точечных источников (сегодня их уже 62); на 20-25 % снижено общих выбросов веществ, потребляющих кислород; достигнуто значительное, но недостаточное снижение азота; отмечено снижение галогенорганических соединений; приняты национальные постановления о запрете использования таких веществ как ПХБ и ДДТ; продвигается контроль в промышленности; отмечено улучшение мониторинга морской среды на государственном уровне; оздоровление популяций тюленей и орлана-белохвоста. Совместно с Международной морской организацией усовершенствовано соответствующее законодательство, касающееся предотвращения загрязнения Балтийского моря судоходством и приняты меры по устранению всех нелегальных сбросов с судов.

Под натиском ХЕЛКОМ продвинулись решения о переходе нормирования допустимых сбросов на основе технологического регулирования и внедрения

наилучших доступных технологий (НДТ). Некоторые европейские технологии по переработке осадков сточных вод и получению гранулированного фосфорного удобрения размещены на сайте российского отделения ХЕЛКОМ.

Следует отметить, что в работе этой организации как и во всех прочих структурах в современной экономике преследуются некоторые коммерческие цели и не всегда до конца прорабатываются решения экологически сбалансированные. Это можно отметить при реализации проекта «Северный поток», где активно проводилась и продолжает политика убеждения сообщества о безопасности этого объекта и целесообразности установки искусственного «рифа» на дне Балтийского моря для активации жизненных процессов. На все вопросы может дать ответы только время и объективный мониторинг как дна, так и всех компонентов водной экосистемы, результаты которого показывают увеличение чужеродных вселенцев и превышение нефтепродуктов в донных отложениях (рис. 6 -8 и 23).

12. Проблемы обеспечения чистой водой

Проблема надежного обеспечения населения России качественной питьевой водой к настоящему моменту становится все более актуальной. Ее решение имеет огромное значение для сохранения здоровья нации, создания благоприятных условий труда и повышения уровня жизни населения страны. По данным ООН более половины людей на планете в настоящее время употребляют непригодную для питья воду. Несмотря на то, что Россия располагает 1/5 общемировых запасов пресной воды, в ряде ее регионов к настоящему моменту складывается крайне напряженная обстановка с обеспечением населения качественной питьевой водой. Основная причина - это недостаток экономических и правовых механизмов стимулирования рационального природопользования, а также эффективных научно-технических решений в области обеспечения водоснабжения в условиях роста антропогенного воздействия на водные объекты.

Анализ состояния централизованных систем питьевого водоснабжения в целом по России показал, что более трети действующих в стране водопроводов, получающих воду из открытых водоемов, не имеют необходимого комплекса очистных сооружений при низком качестве водоисточников, в том числе 21 % не имеют обеззараживающих установок. В результате этого, часть воды не соответствует требованиям по санитарно-химическим и более 7 % по микробиологическим показателям.

Фактором загрязнения водопроводных вод централизованных систем водоснабжения является поступление загрязняющих веществ: из источника

водоснабжения, в процессе водоподготовки, при транспортировании питьевых вод. К числу приоритетных веществ, загрязняющих питьевую воду систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся:

- наличие загрязнителей из водоисточников: пестицидов (в частности, ДДТ), алюминия, аммиака, бора, брома, железа, соли кальция и магния, кадмий, марганец и его соединения, мышьяк, нитраты, ПАВ, свинец, сульфаты, формальдегид, фториды, хлориды, хром трехвалентный, цинк, ртуть и другие;
- вторичное загрязнение в процессе водоподготовки: алюминий, железо, хлорорганические соединения, продукты озонолиза (в частности, формальдегид, гидроксильированные алифатические и ароматические углеводороды, в частности глиоксаль и метилглиоксаль) и другие;
- при транспортировке по коммуникациям: аммиак, железо, продукты коррозии внутренней поверхности водопроводных труб, железобактерии, сульфатредукторы, сульфиды, сероводороды, взвешенные вещества и другие.

Превышение гигиенических нормативов в питьевой воде систем хозяйственно - питьевого водоснабжения по указанным компонентам наблюдается на территориях значительного ряда субъектов Центрального ФО: Белгородской, Брянской, Московской и др. Опасность водопроводной воды заключается в долговременном воздействии малыми дозами токсинов, канцерогенов, мутагенов и патогенных микроорганизмов на организм человека. При этом выявлена связь между содержанием в питьевой воде конкретных химических компонентов и видом заболевания, наблюдаемого у лиц в течение длительного времени потребляющих данную воду:

- повышенной минерализацией воды и заболеваниями сердечно-сосудистой системы;
- увеличением концентрации натрия, бора, рубидия и нарушением детородной функции женщин, болезнями органов кровообращения и пищеварения;
- повышением допустимого уровня марганца и увеличением числа болезней костно-мышечной и мочеполовой систем, осложнений беременности и родов;
- повышением содержания железа и развитием аллергических реакций, болезней крови;
- превышенным содержанием остаточного алюминия и заболеваниями анемией, циститами и дерматозами;
- периодическим увеличением содержания свинца и задержкой психического развития у детей, повышение риска преждевременной смерти, связанной с повышенным артериальным давлением;
- повышенными уровнями кадмия и развитием токсической нефропатии;
- избытком кальция, повышенной жесткостью и увеличением риска развития мочекаменной болезни, нарушением состояния водно-солевого обмена;

- дефицитом фтора и кариесом зубов, избытком фтора и флюорозом костной и зубной эмали;
- дефицитом йода и развитием эндемического зоба, врожденных аномалий, повышением перинатальной смертности, снижением умственных способностей у детей и взрослых, глухонемые.

Основными причинами низкого уровня обеспечения населения России качественной питьевой водой являются:

- истощение и загрязнение источников водоснабжения;
- применение технологий, не рассчитанных на удаление широкого спектра новых загрязнений;
- отсутствие необходимого уровня инженерно-технических оценок при выборе способов и технологий водоподготовки;
- неудовлетворительное техническое состояние очистных сооружений, водопроводов и разводящих сетей, отсутствие плановых капитальных ремонтов, которые необходимо предусматривать по результатам проверки* технического обследования централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения;
- нарушение условий эксплуатации сооружений водоподготовки;
- отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны источников водоснабжения;
- низкий уровень производственного контроля на значительном количестве объектов водоснабжения.

Основным методом обеззараживания воды в России по-прежнему остается хлорирование. Несмотря на хорошее бактерицидное и пролонгирующее действие, данный метод обладает целым рядом значительных недостатков. При взаимодействии хлора с органическими веществами образуются тригалометаны, обладающие высокой токсичностью. Употребление воды с содержанием остаточного хлора способствует развитию патологий органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, щитовидной железы, возникновению аллергических реакций. Особую опасность представляют мутагенные соединения, способные стать причиной формирования злокачественных опухолей.

Существующие технологии водоподготовки сегодня таковы, что, снижая содержание отдельных веществ, они создают вещества, токсичность которых значительно выше очищаемых загрязнителей, а процесс очистки - многократно сложнее. Так, например, в результате хлорирования воды, содержащиеся в ней

*Приказ Министра России от 05.08.2014 N 437/пр "Об утверждении Требований к проведению технического обследования централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения, в том числе определение показателей технико-экономического состояния систем водоснабжения и водоотведения, включая показатели физического износа и энергетической эффективности объектов централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения, объектов нецентрализованных систем холодного и горячего водоснабжения, и порядка осуществления мониторинга таких показателей"(Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33794)

фенолы (ПДК - 0,001 мг/л) преобразуются в чрезвычайно опасные диоксины и хлорфенолы (ПДК – 10- 9 мг/л и 0,001 мг/л соответственно), циклогексаны (ПДК - 0,1 мг/л) - в хлорциклогексаны и дихлорциклогексаны (ПДК - 0,05 мг/л и 0,02 мг/л соответственно), а тяжелые металлы - в хлоркомплексы.

Современные стандарты на питьевую воду содержат 1345 токсических химических веществ, значительная часть которых вредна даже в чрезвычайно сильном разведении. Их ПДК настолько малы, что могут быть измерены не во всякой лаборатории и не любым специалистом. Особо ядовитое вещество, находясь в воде в сверхнизкой концентрации, способно оставаться незамеченным, а в случае выявления, зачастую оказывается просто неидентифицируемым в качестве виновника повышенной заболеваемости населения. Указанный список является отнюдь не исчерпывающим. В российских поверхностных водах обнаружено более двух тысяч химических веществ антропогенного происхождения. Из них более 600 являются доказанными канцерогенами или мутагенами. При этом ни одно из данных веществ не обезвреживается на действующих водопроводных станциях. Это определяет необходимость научной разработки и практической реализации новых направлений в сфере питьевого водоснабжения.

Особое значение в последние годы придается созданию эффективной нормативно-правовой базы в области санитарной охраны водисточников и повышения качества питьевой воды. ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» были регламентированы санитарно-эпидемиологические требования к питьевому, хозяйственно-бытовому и рекреационному водопользованию. На федеральном уровне введен в действие ряд нормативных документов в области обеспечения населения качественной питьевой водой, разработаны и утверждены около 150 гигиенических нормативов по содержанию химических веществ в водных объектах различного назначения.

Оценка качества воды проводится по результатам производственного контроля, проводимого организациями, осуществляющими горячее и холодное водоснабжение, или в ходе проведения социально-гигиенического мониторинга либо лабораторного обеспечения надзорного мероприятия.

Критерии существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды установлены по четырем группам признаков: органолептическим и обобщенным, химическим, радиационным и бактериологическим.

Критерий существенного ухудшения качества воды в источнике питьевого водоснабжения ($C_{ив}$) рассчитывается по формуле:

$$C_{ив} = C_{пв} / k, \quad (12.1)$$

где k - коэффициент эффективности очистки воды в отношении показателя качества при водоподготовке, который определяется организацией,

осуществляющей водоснабжение, исходя из эффективности технологического процесса водоподготовки (указывается в долях единицы); $S_{ПВ}$ -критерий существенного ухудшения качества питьевой воды в разводящей сети, взятый из 3 графы таблицы 1 нормативного документа *.

Для веществ и показателей, относящихся к 1 и 2 классам опасности, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности (в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования", утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 2003 г. N 78 (зарегистрировано Минюстом России 19 мая 2003 г. N 4550) с изменениями, внесенными постановлениями Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2007 N 77 (зарегистрировано Минюстом России 22 ноября 2007 г. N 10521), от 28.09.2007 N 75 (зарегистрировано Минюстом России 22 ноября 2007 г. N 10520) и не имеющих референтных уровней, критерием существенного загрязнения является сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК более 3,0. Для веществ 3 - 4 классов опасности критерием является 5-кратное превышение установленных ПДК.

Процесс реформирования и модернизации сектора водоснабжения и водоотведения осуществляется в том числе через государственную программу «**Чистая вода**» (ГПЧВ), которая представляет собой комплекс взаимно увязанных мероприятий, осуществляемых органами государственной власти и органами местного самоуправления, организациями промышленности, финансового сектора, научными организациями. Поэтапная реализация этой программы направлена на обеспечение граждан страны чистой водой. Основными задачами ГП ЧВ являются:

- создание эффективной бизнес - среды и условий для привлечения инвестиций в сектор водоснабжения и водоотведения на основе системы государственного регулирования, обеспечивающей баланс интересов потребителей, собственников и операторов систем водоснабжения и водоотведения. Реализация этой задачи возможна при совершенствовании законодательной базы, которая позволит регулировать сферы ответственности частного бизнеса, органов государственной власти и местного самоуправления и введения в секторе водообеспечения концессионных механизмов, долгосрочных тарифов, создания инвестиционных структур и развития других механизмов государственно-частного партнерства;

*Приказ Роспотребнадзора от 28.12.2012 N 1204 «Об утверждении критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих ее безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, горячей воды и требований к частоте отбора проб воды» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.04.2013 N 28282)

- формирование системы *государственных обязательств* и системы контроля в секторе водообеспечения, включая *стандарты качества воды, стандарты потребления* и другие индикаторы, обеспечивающие безопасность в этом секторе деятельности;

- обеспечение финансовой помощи в реализации инвестиционных программ, которая должна осуществляться в различных видах: от реализации крупных, капиталоемких проектов до открытия доступа частных компаний к рынку этих услуг, привлечение к софинансированию региональных и местных проектов с учетом современных требований к качеству и безопасности;

- стимулирование производства отечественного оборудования, технологий и материалов для обеспечения функционирования систем водоснабжения и водоотведения в соответствии с современными стандартами;

- гарантированное обеспечение питьевой водой объектов социальной инфраструктуры, включая школы, детские сады и больницы (в том числе, с использованием систем локальной доочистки);

- развитие доступности информации и создание единой аналитической базы, обеспечивающей информацией на всех уровнях о состоянии и развитии сектора водообеспечения, включая классификацию территорий по качеству воды, финансовому и техническому состоянию организаций сектора водообеспечения, характеристикам потребителей воды и т.п.;

- создание условий в реализации гражданами (потребителями) процесса эффективности использования воды и ресурсосбережения.

Задачи ГП могут решаться путем внесения изменений и дополнений в законодательство РФ и финансирования мероприятий программы, а также за счет формирования технических и экологических знаний населения.

Формирование механизмов взаимодействия различных уровней власти, взаимодействия их с частными операторами и инвесторами, а также с эксплуатирующими организациями должны носить институциональный характер и направлены на формирование системы долгосрочных отношений.

Создание информационной аналитической базы ГПЧВ является важным аспектом ее реализации, которую планируется провести в два этапа.

Первый этап ГП планировалось завершить в 2009 – 2012 годах. Целями этого этапа является реализация *первоочередных мероприятий*, таких как:

- формирование модели государственно-частного партнерства с привлечением коммерческого банка для финансирования проектов в этом секторе;
- финансирование первоочередных проектов по обеспечению объектов социальной значимости системами доочистки воды;
- финансирование *первоочередных* региональных проектов.
- построение эффективной системы управления сектором водоснабжения и водоотведения;

- создание базы для развития инновационных отечественных технологий и производства отечественного оборудования и материалов;
- развитие регулирования тарифов и взаимодействия с частными операторами на региональном и муниципальном уровнях;
- обеспечение прозрачности и доступности информации о техническом и финансовом состоянии сектора водоснабжения и водоотведения.

Второй этап ГПЧВ подлежит реализации в 2013-2017 годах. Его цели:

- переход к устойчивой модели развития, основанной на стабильной и сбалансированной системе регулирования водохозяйственного сектора;
- привлечение в сектор водообеспечения инвестиций, включая частные инвестиции, необходимые для коренной модернизации инфраструктуры.

Полноценное, эффективное развитие сектора водообеспечения в России невозможно без привлечения частных инвестиций, бизнеса, в том числе средств собственников жилья и ИЖС, которые активно могут участвовать в управлении системами коммунальной инфраструктуры, их реконструкции и модернизации. Достижение этой цели возможно только на основе четко прописанных в законодательстве приоритетов и принципов государственной политики в секторе водообеспечения. Для повышения инвестиционной привлекательности частным инвесторам должны быть даны четкие гарантии возврата *вложенных инвестиций*, т.е. прописаны правила. Необходимо регламентировать доход, который инвесторы будут получать на вложенные собственные и привлеченные средства *с учетом риска* при осуществлении инвестиции в монопольную деятельность, которая сложилась в настоящий момент в этой отрасли. Основопологающим элементом системы государственных гарантий может являться **система государственного регулирования тарифов**. Действующая система тарифного регулирования, основанная на применении при установлении тарифов методом экономически обоснованных затрат, требует реформирования, которое должно осуществляться путем *перехода к установлению долгосрочных тарифов*.

При установлении тарифов на один год организации не заинтересованы в снижении издержек и повышении качества услуг.

Изменению ситуации будет способствовать переход на новую систему на основе долгосрочного регулирования тарифов, основанного на применении метода доходности инвестированного капитала (*RAB-регулирования*). В соответствии с этим методом тарифы устанавливаются на срок от 3 до 5 лет. В методологии RAB тариф формируется из **трех составляющих**:

- **доход на инвестированный капитал**, сопоставимый с доходом в других отраслях со схожими рисками;
- **возврат капитала**, осуществляемый в течение 10 - 20 лет;
- **операционные расходы**, устанавливаемые на долгосрочный период регулирования и индексируемые с учетом роста цен в экономике.

Принцип ипотеки использован в RAB: расходы осуществляются в текущий момент в необходимом объеме, в тарифе эти инвестиции рассматриваются как кредит потребителю, который погашается за 10 - 20 лет и по которому начисляются проценты. При этом стоимость средств, привлекаемых регулируемой организацией, ниже, чем стоимость кредита для потребителя. Вместе с тем при переходе на RAB компания должна нести **ответственность** за реализацию инвестиционной программы, обязательства по сокращению **операционных расходов** и потерь, росту **надежности** и **качества** услуг.

Важным условием для применения метода доходности инвестированного капитала является макроэкономическая стабильность, стабильность правил регулирования, последовательность и качество политики регулирующих органов. Постепенный переход на новую систему тарифного регулирования в секторе водоснабжения и водоотведения уже начат с 2010 года, однако он ложится тяжелым бременем на физических водопользователей, которые имеют ограниченный выбор в этой сфере, даже при условии реализации регулирования тарифов.

Концессионные соглашения являются наиболее эффективной формой привлечения частных инвестиций в сектор водоснабжения и водоотведения, поскольку обеспечиваются четкие гарантии возврата инвестированных средств. **Концессия** — форма государственно – частного партнерства, вовлечение частного сектора в эффективное управление государственной собственностью или в оказание услуг, обычно оказываемых государством, на взаимовыгодных условиях.

Процесс перехода от договоров долгосрочной аренды к заключению концессионных соглашений требует изменения законодательства о концессионных соглашениях и законодательства об основах формирования тарифов организаций коммунального комплекса.

В законодательстве **о концессионных соглашениях требуется:**

- *предусмотреть возможность передачи в концессию имущества, находящегося на праве хозяйственного ведения;*
- *предусмотреть возможность заключения концессионного соглашения с несколькими концедентами;*
- *предусмотреть возможность передачи кредитору в залог прав по концессионному соглашению;*
- *уточнить ответственность концедента по исполнению условий концессионного соглашения;*
- *определить порядок трансформации ранее заключенных договоров долгосрочной аренды в концессионные соглашения;*
- *усовершенствовать типовые концессионные соглашения, применяющиеся в секторе водоснабжения и водоотведения.*

В законодательстве об основах формирования тарифов организаций

коммунального комплекса требуется установить полномочия регулирующих органов и порядок регулирования тарифов в случае заключения концессионного соглашения.

Регулирование организаций в секторе водоснабжения и водоотведения осуществляется на нескольких уровнях: муниципальном, региональном и федеральном. Для реализации этой программы необходимо совершенствование **системы разграничения полномочий** регулирующих органов и устранение избыточного регулирования. К ним относятся **надбавки к тарифам, плата за подключение и тарифы, которые устанавливаются муниципальными регулирующими органами**. Индексы предельного роста тарифов для муниципалитетов устанавливаются **региональными органами регулирования**. На федеральном уровне по решению Правительства РФ устанавливаются индексы предельного темпа роста тарифов для субъектов РФ.

Основные проблемы в области тарифного регулирования проявляются на муниципальном уровне и вызваны они в первую очередь отсутствием кадров и низким уровнем их квалификации. Также у муниципальных органов существует конфликт интересов, связанный с тем, что они одновременно владеют, управляют объектами систем водообеспечения и осуществляют регулирование, в том числе тарифное, организаций, осуществляющих их эксплуатацию. Региональные органы регулирования фактически дублируют деятельность муниципальных органов регулирования. Региональные органы регулирования, с одной стороны, имеют избыточный набор инструментов влияния на решения муниципальных органов регулирования, включая индексы предельного роста тарифов, индекс предельного роста платы граждан за коммунальные услуги и критерии доступности коммунальных услуг. С другой стороны, возможности контроля за деятельностью муниципальных органов регулирования, в частности возможности пересмотра решений, не соответствующих решениям вышестоящих органов регулирования, ограничены.

Решение этих проблем может быть достигнуто путем совершенствования системы разграничения полномочий между регулирующими органами субъектов РФ и местного самоуправления. Органы местного самоуправления должны отвечать за развитие систем коммунальной инфраструктуры муниципалитетов и инвестиционную политику регулируемых организаций, в то время как регулирующие органы субъектов РФ должны осуществлять регулирование тарифов и предоставлять субсидии гражданам на оплату жилищно-коммунальных услуг.

К участию в секторе водообеспечения должны быть привлечены и инвестиционные институты. Их роль заключается в независимой оценке рисков, связанных с реализацией проектов и привлечении дешевого долгосрочного финансирования. Участие банковского сектора в реализации проектов в области

водообеспечения позволит минимизировать риск вкладов в этот сектор. При реализации проектов в области водообеспечения по ГПЧВ предусматривается постановка «на конвейер» разработанных типовых и модельных решений, где инвестиционные институты должны выступать и в роли распространителей успешного опыта по регионам страны. В этом проявляется *существенная ошибка в расчетах по реализации программы ЧВ*, так как водные источники существенно отличаются друг от друга и типовое решение может не отвечать качеству конечного продукта, т.е. воды, что приведет к существенным рискам как для финансовой составляющей программы, так и для здоровья потребителей.

После создания работоспособного инвестиционного механизма к инвестициям в инфраструктуру водообеспечения, представляющую собой естественную монополию, могут привлекаться также национальные и зарубежные пенсионные фонды (в международной практике в секторе водоснабжения работают крупные транснациональные компании, обеспечивающие высокую надежность бизнеса при относительно низкой доходности). Однако следует отметить, что системы водообеспечения являются стратегическими системами и не всегда целесообразно привлечение транснациональных компаний, тем более что источников качественного питьевого водообеспечения не так много в мире.

В процессе создания бизнес - среды должен быть обеспечен баланс интересов между потребителями и поставщиками услуг. В частности, при реализации инвестиционных проектов должна оцениваться доступность предлагаемых услуг для населения.

Одним из основных ***правовых методов обеспечения населения чистой водой*** является установление ***требований безопасности к воде, технологическим системам и производственным процессам ее подготовки.*** Установление таких требований, способов и форм контроля за их соблюдением является предметом ***законодательства о техническом регулировании.***

Комплексное совершенствование нормативной правовой и технической базы в сфере водоснабжения и водоотведения необходимо осуществлять на основе анализа и гармонизации международной и российской нормативной правовой баз, а также анализа норм в смежных отраслях промышленности. К основным программным мероприятиям по созданию и совершенствованию законодательной и нормативной правовой базы в области улучшения качества водообеспечения населения Российской Федерации можно отнести:

- подготовку проектов технических регламентов, включая: «О требованиях к безалкогольной продукции, минеральным и столовым водам, процессам их производства, хранения, перевозки», «О безопасности водоотведения» и «Технический регламент «О безопасности воды и водоснабжения»;

- подготовку федерального закона «О водоснабжении, водоотведении и очистке сточных вод в РФ». Данный законопроект должен стать **системообразующим нормативным правовым актом**, в котором найдут отражение вопросы **разграничения полномочий** органов государственной власти всех уровней; система договорных отношений; основы технического регулирования (в том числе регулирования качества воды); формы и механизмы государственной финансовой поддержки обеспечения населения чистой водой; порядок обеспечения населения чистой водой в чрезвычайных ситуациях и получения потребителями необходимой информации о безопасности и качестве воды;
- совершенствование экологического регулирования.

В программе предусмотрена дифференциация требований, предъявляемых к качеству воды и качеству сточных вод, которые должны быть реалистичны и учитывать текущее состояние систем водоснабжения и водоотведения. По мнению разработчиков программы, излишне строгое регулирование приводит к массовому нарушению законодательства и злоупотреблениям, не создавая правильных стимулов по повышению качества. Экологические и технические требования должны быть установлены с учетом экономической обоснованности. Также необходимо учитывать особенности региона в силу значительных различий по водности, доступности чистой воды из поверхностных и подземных источников, для чего могут применяться дифференцированные по регионам показатели. Это приведет к дифференциации населения по способности к адаптации к неблагоприятным условиям и повышенному риску.

Особенно остро в секторе водоснабжения и водоотведения стоит вопрос о плате за негативное воздействие на окружающую среду при сбросе сточных вод. Существующая законодательная база декларирует необходимость по стимулированию улучшения качества сточных вод, но не предлагает правоприменительных механизмов их реализации. Зачастую вся ответственность перекладывается на управляющие компании, которые не имеют возможности изменить существующее положение дел. Для решения этой проблемы необходимо разграничить ответственность участников и регулирующих органов за нарушение экологических нормативов.

Достижение обеспечения населения чистой питьевой водой невозможно без **высокотехнологичной отечественной производственной базы** в секторе водоснабжения и водоотведения, для создания которой нужны квалифицированные кадры. Модернизация этого сектора на основе существующих технологий не позволяет в полной мере обеспечить необходимый уровень эффективности. Применение импортного оборудования и материалов также не всегда обеспечивает технологическую эффективность и часто приводит к необоснованному удорожанию услуг в этой сфере.

В современных условиях отечественное производство инновационного

оборудования и материалов в этой сфере должно развиваться наиболее эффективно. Развитие отечественной производственной базы должно осуществляться на основе решения следующих задач:

- создание критериев оценки и отбора современных технологий и готовых к применению технологических решений в области очистки воды;
- стимулирование спроса на инновационную отечественную продукцию в секторе водоснабжения и водоотведения;
- стимулирование создания новых отечественных производств с использованием современных технологий, в том числе с привлечением иностранных партнеров;
- развитие рынка технологий и услуг в области водоснабжения и водоотведения, включая технологии водоподготовки и очистки воды объектов социальной инфраструктуры.

Рынок оборудования в сфере очистки воды, как показывает практика, является конкурентным, поэтому решение указанных задач должно осуществляться посредством создания *институтов по стимулированию закупок* современного высокотехнологичного отечественного оборудования.

Следует отметить, что эти решения часто ориентированы на достаточно крупные системы водообеспечения. В данном контексте программы не уделяется внимание развитию малого и среднего бизнесам в этой сфере деятельности, а именно он может являться проводником реализации этой программы. Здесь необходимо более тесное взаимодействие местных структур и заинтересованных лиц, например, в виде *товариществ собственников жилья*. Тогда рынок предоставляемых услуг в этом секторе получит явное преимущество и конкурентную среду.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Подготовка исходных данных и порядок проведения расчетов по распространяю загрязнений при аварийной ситуации Типовые формы для проведения расчетов по методике

Таблица П 1.1

Форма подготовки исходных данных для расчета загрязнения для водотоков

Параметр, обозначение, размерность	Численное значение	Примечания
Длина расчетного участка, L , км		
Средняя глубина участка, H , м		
Средняя ширина участка, B , м		
Коэффициент шероховатости для открытого русла, n_ш		Определяется по таблице П2.4
Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда, n_л		Определяется по таблице П2.6
Коэффициент продольной дисперсии (приведенный), D_п , м		Определяется по таблице П2.5 (для лета) или Таблице П2.7 (для зимы)
Температура воды, T_в , °C		Не нужна для неконсервативных веществ
Средняя скорость течения реки на расчетном участке, V , м/с		Если не задана, то $V=Q/BH$
Расход воды на расчетном участке, Q , м ³ /с		Если не задан, то $Q=VBH$
Коэффициент смешения, j		Определяется по табл. 4 пособия
Название загрязняющего вещества		
Объем аварийного сброса, W , м ³		
Время аварийного сброса, t_о , час		
Концентрация АХОВ в аварийном сбросе, C_а , мг/л		Если не задана, то $C_a = 1000 \rho$
Плотность АХОВ, ρ , кг/м ³		Не нужна, если задана C_а
Коэффициент скорости самоочищения АХОВ, K , 1/сут		Определяется по табл. П2.3 или равен 1
ПДКв АХОВ, мг/л		Определяется по табл. П2.1
Коэффициент, учитывающий испарение АХОВ в начальный период смешивания с водой, Y		Определяется по табл. П2.2 или равен 1

Таблица П1.2

Форма проведения расчетов для водотоков

Параметр, обозначение, размерность	Расчетная формула	Численное значение
Время добегания, t_d , ч	$t_d = L/3,6V$	
Время наступления макс. концентрации, t_{max} , ч	$t_{max} = t_d + t_0/2$	
Расход АХОВ, q , м ³ /с	$q = WY/3600 t_0$	
Параметр Ψ	$\Psi = q/(j \times Q + q)$	
Коэф. продольной дисперсии (факт.), D , м ² /с	$D = D_n V$	
Параметр Z	$Z = \sqrt{(D t_{max})} / 6 V t_0$	
Параметр Θ	$\Theta = 3,1415/(1+Z)$ - при $Z > 3$ и $t_{max} > t_0$, $\Theta = 1$ при $Z \leq 3$ или $t_{max} \leq t_0$	
Параметр ε	$\varepsilon = \exp(-K t_d/24)$	
Максимальная концентрация АХОВ, C_{max} , мг/л	$C_{max} = C_a \Psi \Theta \varepsilon$	
Значение высокой или экстремально высокой концентрации АХОВ, $C_{вз}$, мг/л	$C_{вз} = 10$ ПДКв или $C_{вз} = 100$ ПДКв	
Продолжительность прохождения опасных концентраций АХОВ в заданном створе, Δt_3 , ч	$\Delta t_3 = t_0(1+Z)(1 - C_{вз}/C_{max})$	
Время прохождения фронта зоны загрязнения, t_ϕ , ч	$t_\phi = t_{max} - \Delta t_3/2$	
Время прохождения хвоста загрязнения, t_x , ч	$t_x = t_{max} + \Delta t_3/2$	

Таблица П1.3

Форма подготовки исходных данных (для водоемов)

Параметр, обозначение, размерность	Численное значение	Примечания
Длина расчетной траектории, L_x , км		
Средняя скорость течения вдоль расчетной траектории, V_x , м/с		
Средняя скорость течения в заданном створе, $V_{x,3}$, м/с		
Средневзвешенная глубина вдоль расчетной траектории, H_0 , м		
Средневзвешенный коэф. дисперсии вдоль расчетной траектории, D_0 , м ² /с		
Температура воды, $t_{в}$, °С		Не нужна для неконсервативных веществ
Название АХОВ		
Объем аварийного сброса, W , м ³		
Время аварийного сброса, t_0 , ч		
Концентрация АХОВ в аварийном сбросе, C_a , мг/л		
Коэффициент скорости самоочищения АХОВ, K , 1/сут		Определяется по табл. П2.3 или равен 1
ПДКв АХОВ, мг/л		Определяется по П2.1
Коэффициент, учитывающий испарение низкокипящих АХОВ в начальный период смешивания с водой, Y		Для некоторых низкокипящих АХОВ определяется по табл. П2.3 или равен 1

Таблица П1.4

Форма проведения расчетов по методике (для водоемов)

Параметр, обозначение, размерность	Расчетная формула	Численное значение
Время добегания, t_x , ч	$t_x = L_x/3.6 V$	
Время наступления макс. концентрации, t_{max} , ч	$t_{max} = t_x + t_0/2$	
Параметр Z	$Z = 4,5 \times 104 D^* H^* t_{max}/WY$	
Параметр Q	$Q = 2/(1+Z)$ при $Z > 1$; $Q = 1$ при $Z \leq 1$	
Параметр ε	$\varepsilon = \exp(-K t_x/24)$,	
Макс. концентрация АХОВ, C_{max} , мг/л	$C_{max} = C_a \Psi \Theta \varepsilon$	
Значение высокой или экстремально высокой концентрации АХОВ, $C_{вз}$, мг/л	$C_{вз} = 10 \text{ ПДК}_в$ или $C_{вз} = 100 \text{ ПДК}_в$	
Параметр S	$S = 2,2 \times 10^{-5} WY/D^* H^*$;	
Продолжительность прохода опасных концентраций в заданном створе, Δt_3 , ч	$\Delta t_3 = t_0 + t_0 Z(1 - 2C_{вз}/C_{max})$ при $t_{max} \leq S$	
Время подхода фронта зоны загрязнения, t_ϕ , ч	$t_\phi = t_{max} - \Delta t_3/2$	
Время прохода хвоста зоны загрязнения, t_x , ч	$t_x = t_{max} + \Delta t_3/2$	
Радиус зоны аварийного загрязнения, r_x , м	$r_x = 1800 \Delta t_3 V_{x,3}$	

Приложение 2**Данные по загрязняющим веществам, необходимые для расчета распространения загрязнения и определения ущерба****Данные для расчета распространения загрязнений**

Таблица П2.1

Предельно допустимые концентрации некоторых аварийно химически опасных веществ в водотоках и водоемах хозяйственно-питьевого водопользования (ПДКв), мг/л

Вещество (группа веществ)	ПДК_в	Вещество (группа веществ)	ПДК_в
Акролеин	0,01	Метилметакрилат	0,01
Аммонийный ион	2,0	Мышьяк (в неорг. соедин.)	0,05
Анилин	0,1	Нафтол	0,4
Алюминий (в неорг. соедин.)	0,5	Нефть многосернистая	0,1
Ацетонитрил	0,7	Нефть прочая	0,3
Ацетонциангидрин	0,001	Никель (в неорг. соедин.)	0,1
Барий (в неорг. соедин.)	0,1	Нитраты (по NO ₃)	45,0
Бензол	0,5	Нитриты (по NO ₂)	3,3
Бериллий (в неорг. соедин.)	0,0002	Нитробензол	0,2
Бром, бромиды	0,2	Нитрил акриловой кислоты	2,0
Винилхлорид	0,05	Ртуть (в неорг. соедин.)	0,0005
Висмут (в неорг. соедин.)	0,1	Свинец (в неорг. соедин.)	0,03
Гексахлоран	0,02	Стирол	0,1
Гептил	0,02	Сурьма (в неорг. соедин.)	0,05
Гидразин и его производные	0,01	Таллий (в неорг. соедин.)	0,0001
Диметиламин	0,1	Теллур (в неорг. соедин.)	0,01
Диоксины	0,000035	Фенол	0,001
1,2 дихлорэтан	0,02	Формальдегид	0,05
Кадмий (в неорг. соедин.)	0,001	Фосфор элем.	0,0001
Керосин сульфированный	0,1	Фтор, фториды	1,5
Керосин техн.	0,01	Хлорбензол	0,02
Кислота адипиновая	2,0	Хлороформ	0,06
Кобальт (в неорг. соедин.)	0,1	Хром (Cr ⁺³ в неорг. соедин.)	0,5
Крезол (м, п)	0,004	Хром (Cr ⁺⁶ в неорг. соедин.)	0,05
Медь (в неорг. соедин.)	1,0	Цианиды (по CN)	0,1
Метиламин	1,0	Цинк (в неорг. соедин.)	1,0
Метилизоцианат	0,1	Этиленхлоргидрин	0,1
Метилмеркаптан	0,0002	Эпихлоргидрин	0,01

Таблица П2.2

Ориентировочные значения коэффициентов (Y), учитывающих испарение некоторых низкокипящих АХОВ в начальный период их смешивания с водой

Наименование АХОВ	t _{кип} , °C	Удельный вес жидкого АХОВ, г/см ³	Значения Y при температуре воды, °C		
			0	10	20
Аммиак	33,4	0,68	0,77	0,56	0,42
Водород бромистый	65,6	1,49	0,90	0,89	0,87
Водород хлористый	85,0	1,19	0,64	0,58	0,51
Метиламин	6,5	0,7	0,10	0,09	0,08
Метил хлористый	23,7	0,98	0,37	0,36	0,34
Сернистый ангидрид	10,1	1,46	0,22	0,14	0,10
Сероводород	60,0	0,96	0,25	0,20	0,15
Формальдегид	19,0	0,82	0,73	0,71	0,68
Хлор	34,1	1,56	0,40	0,35	0,30

П р и м е ч а н и е. При расчете коэффициентов учитывалось мгновенное испарение вещества за счет его вскипания при переходе от температуры окружающей среды к температуре кипения и растворимость вещества в воде. Для хлора и сероводорода коэффициенты определены экспертным путем.

Таблица П2.3

Ориентировочные значения коэффициентов скорости самоочищения воды водоемов и водотоков (K) от некоторых аварийно - химически опасных веществ, 1/сут

Вещество или группа веществ	K при температуре воды, °C					
	>15		10 -15		<10	
	водоем	водоток	водоем	водоток	водоем	водоток
Аммиак, ионы аммония (по азоту)	0,5	2,7	0,3	1,8	0,2	0,9
Бензин	0,8	2,4	0,05	0,15	0,02	0,06
Гексахлоран	0,0015	0,0045	0,001	0,003	0,003	0,009
Кислота адипиновая	0,1	0,3	0,1	0,3	0,03	0,09
Крезол	0,15	0,45	0,1	0,3	0,03	0,09
Медь (в неорг. соедин.)	0,6	1,8	0,4	1,2	0,2	0,6
Метафос	0,015	0,045	0,1	0,3	0,003	0,009
Метилмеркаптан	0,04	0,12	0,3	0,9	0,008	0,024
Нафтол	0,23	0,7	0,16	0,5	0,15	0,45
Нефтепродукты	0,04	0,3	0,03	0,2	0,007	0,02
Никель (неорг. соедин.)	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
Синтетические ПАВ	0,15	0,9	0,1	0,6	0,05	0,3
Фенолы	0,1	0,6	0,08	0,4	0,04	0,2
Формальдегид	1,0	3,0	0,7	2,1	0,2	0,6
Фосфорорганические пестициды	0,08	0,09	0,06	0,06	0,04	0,04
Хлорорганические пестициды	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Хром (в неорг. соедин.)	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
Цинк (в неорг. соедин.)	0,2	0,6	0,1	0,3	0,03	0,1

П р и м е ч а н и е. Использование для прогнозных расчетов коэффициента K целесообразно с того момента, когда C_{max} в зоне загрязнения воды будет меньше или равна 0,1 C_a.

Таблица П2.4

Коэффициенты шероховатости ($n_{ш}$) для открытых русел водотоков
(по М.Ф. Срибному)

№ п\п	Характер ложа	$n_{ш}$
1	Реки в весьма благоприятных условиях (чистое прямое ложе со свободным течением, без обвалов и глубоких промоин)	0,025
2	Реки в благоприятных условиях течения	0,030
3	Реки в сравнительно благоприятных условиях, но с некоторым количеством камней и водорослей	0,035
4	Реки, имеющие сравнительно чистые русла, извилистые с некоторыми неправильностями в направлении струй или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни), некоторое увеличение количества водорослей	0,04
5	Русла (больших и средних рек) значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые с беспокойным течением. Поймы больших и средних рек сравнительно разработанные, покрытые нормальным количеством растительности (травы, кустарник)	0,05
6	Порожистые участки равнинных рек. Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья с наличием заводей)	0,67
7	Реки и поймы весьма заросшие (со слабым течением) с большими глубокими промоинами. Валунные, горного типа, русла с бурливым пенным течением, с изрытой поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)	0,08
8	Поймы такие же, как предыдущей категории, но с сильно неправильным течением, заводями и пр. Горно-водопадного типа русла с крупновалунным строением ложа, перекаты ярко выражены, пенность настолько сильна, что вода, потеряв прозрачность имеет белый цвет; шум потока доминирует над всеми остальными звуками, делает разговор затруднительным	0,100
9	Характеристика горных рек примерно та же, что и предыдущей 8 категории. Реки болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и пр.) Поймы с очень большими мертвыми пространствами, с местными углублениями, озерами и пр.	0,133

Примечание: * Для условий Санкт-Петербурга можно для крупных рек принимать значение $n_{ш}=0,025$, для мелких рек и каналов – 0,030.

Таблица П2.5

Коэффициенты продольной дисперсии (D_n , м), приведенные к средней скорости течения 1 м/с (для открытых русел)

Глубина, (Н), м	D_n при коэффициенте шероховатости $n_{ш}$								
	0,025	0,030	0,035	0,040	0,050	0,067	0,080	0,100	0,133
1,0 и менее	2,6	4,3	6,4	9,1	16,3	35,2	56,1	100,8	213,4
2,0	3,6	5,6	8,2	11,2	18,9	37,2	59,8	101,0	215,2
3,0	4,6	7,0	10,0	13,6	22,5	42,0	63,0	105,0	220,6
4,0	5,5	8,4	12,0	16,2	26,8	50,9	74,3	118,3	225,9
5,0	6,5	9,9	14,2	19,2	31,8	60,8	89,2	142,8	255,4
6,0	7,5	11,5	16,6	22,6	37,7	73,0	107,9	174,9	318,2
7,0	8,6	13,3	19,2	26,3	44,5	87,6	131,0	215,8	402,0
8,0	9,7	15,2	22,1	30,6	52,3	95,0	159,3	267,3	511,9
9,0	10,9	17,2	25,3	35,3	61,3	105,7	193,6	331,8	654,9
10,0 и более	12,2	19,4	28,8	40,5	71,5	130,3	235,1	412,0	840,0

Таблица П2.6

Коэффициенты шероховатости нижней поверхности льда (n_l)

№ п/п	Период ледостава	n_l
1	Первые 10 дней после ледостава (первая- вторая декада декабря)	0,150 - 0,050
2	10-й - 20-й день после ледостава (последняя декада декабря и начало января)	0,100 - 0,040
3	20-й - 60-й день после ледостава (середина января и первая декада февраля)	0,050 - 0,030
4	60-й - 80-й день после ледостава (конец февраля - начало марта)	0,040 - 0,015
5	80-й - 110-й день после ледостава (март)	0,025 - 0,010

П р и м е ч а н и е. Для подпертых речных бьефов данные пп. 1 и 2, отвечающие рекам в бытовых условиях, следует уменьшать на 15 %, данные пп. 3 и 4 - на 35 %. Меньшие значения n_l характерны для гладкого ледяного покрова, большие - для ледяного покрова с торосами и шугой.

Таблица П2.7

Коэффициенты продольной дисперсии (D_n , м), приведенные к средней скорости течения 1 м/с (для условий ледостава)

Глубина H , м	D_n при коэффициенте шероховатости нижней поверхности льда n_n							
	0,010	0,015	0,025	0,030	0,040	0,050	0,100	0,150
$n_{ш} = 0,025$								
1,0	3,12	4,21	7,70	10,23	17,29	27,59	155,78	499,43
2,0	3,91	5,15	8,92	11,54	18,49	28,02	126,33	336,66
3,0	4,64	6,03	10,15	12,95	20,19	29,80	119,92	290,97
4,0	5,23	6,73	11,12	14,05	21,48	31,14	115,56	262,36
5,0	5,74	7,34	11,94	14,97	22,55	32,21	112,29	242,12
6,0	6,19	7,87	12,66	15,77	23,46	33,12	109,69	226,75
7,0	6,60	8,36	13,29	16,47	24,26	33,91	107,54	214,51
8,0	6,98	8,80	13,87	17,11	24,97	34,61	105,71	204,45
9,0	7,33	9,21	14,40	17,69	25,61	35,23	104,12	195,97
10,0	7,66	9,59	14,89	18,23	26,21	35,80	102,71	188,68
$n_{ш} = 0,030$								
1,0	4,79	6,12	10,21	13,10	20,97	32,20	166,77	519,46
2,0	5,79	7,24	11,51	14,41	21,96	32,12	133,90	347,81
3,0	6,74	8,33	12,92	15,97	23,72	33,86	126,45	299,57
4,0	7,50	9,20	14,02	17,18	25,06	35,15	121,42	269,46
5,0	8,15	9,93	14,94	18,17	26,15	36,19	117,65	248,20
6,0	8,72	10,58	15,73	19,03	27,08	37,05	114,66	232,09
7,0	9,23	11,15	16,44	19,79	27,88	37,81	112,20	219,28
8,0	9,70	11,68	17,08	20,47	28,60	38,47	110,10	208,76
9,0	10,14	12,16	17,66	21,09	29,25	39,06	108,29	199,90
10,0	10,54	12,61	18,19	21,66	29,85	39,60	106,69	192,29
$n_{ш} = 0,035$								
1,0	7,00	8,59	13,34	16,62	25,38	37,65	179,26	542,04
2,0	8,19	9,85	14,65	17,84	26,02	36,86	142,39	360,27
3,0	9,36	11,15	16,22	19,52	27,81	38,50	133,74	309,15
4,0	10,29	12,18	17,43	20,81	29,16	39,70	127,92	277,34
5,0	11,07	13,03	18,43	21,87	30,24	40,66	123,59	254,94
6,0	11,75	13,78	19,29	22,77	31,16	41,46	120,15	237,99
7,0	12,37	14,44	20,05	23,57	31,96	42,15	117,32	224,54
8,0	12,92	15,04	20,74	24,27	32,67	42,76	114,93	213,50
9,0	13,43	15,59	21,36	24,92	33,31	43,30	112,85	204,22
10,0	13,91	16,10	21,93	25,51	33,89	43,79	111,03	196,26
$n_{ш} = 0,040$								
1,0	9,84	11,71	17,17	20,88	30,61	43,99	193,29	567,13
2,0	11,14	13,03	18,37	21,87	30,71	42,27	151,81	374,00
3,0	12,53	14,53	20,07	23,64	32,47	43,73	141,77	319,65
4,0	13,61	15,69	21,37	24,97	33,78	44,79	135,05	285,96
5,0	14,52	16,65	22,43	26,06	34,84	45,63	130,06	262,28
6,0	15,30	17,48	23,34	26,99	35,72	46,33	126,12	244,40
7,0	16,00	18,22	24,13	27,80	36,49	46,93	122,89	230,24
8,0	16,63	18,88	24,85	28,52	37,16	47,46	120,15	218,64
9,0	17,20	19,48	25,49	29,17	37,77	47,93	117,78	208,89
10,0	17,73	20,04	26,08	29,76	38,32	48,35	115,71	200,54
$n_{ш} = 0,050$								
1,0	17,77	20,26	27,31	31,96	43,85	59,72	226,16	624,81
2,0	18,94	21,29	27,76	31,90	42,15	55,23	173,42	405,10
3,0	20,65	23,05	29,55	33,65	43,61	56,04	160,00	343,27
4,0	21,95	24,38	30,89	34,94	44,68	56,62	151,11	305,21
5,0	23,02	25,47	31,96	35,98	45,52	57,07	144,56	278,62
6,0	23,94	26,39	32,87	36,85	46,22	57,44	139,42	258,63

Окончание таблицы П2.7

Глубина Н,м	D _н при коэффициенте шероховатости нижней поверхности льда n _л							
	0,010	0,015	0,025	0,030	0,040	0,050	0,100	0,150
n_ш =0,050								
7,0	24,74	27,20	33,66	37,60	46,83	57,76	135,21	242,84
8,0	25,45	27,92	34,36	38,27	47,35	58,03	131,67	229,95
9,0	26,10	28,57	34,99	38,87	47,82	58,28	128,63	219,15
10,0	26,69	29,16	35,56	39,41	48,25	58,50	125,96	209,92
n_ш =0,067								
1,0	39,92	43,65	53,88	60,42	76,62	97,48	298,22	746,60
2,0	38,81	41,99	50,49	55,80	68,60	84,49	218,96	468,92
3,0	40,39	43,45	51,56	56,57	68,46	82,94	197,61	391,00
4,0	41,54	44,52	52,34	57,12	68,37	81,87	183,74	343,70
5,0	42,47	45,37	52,95	57,55	68,29	81,04	173,65	310,99
6,0	43,23	46,08	53,45	57,91	68,23	80,37	165,83	286,59
7,0	43,89	46,68	53,88	58,21	68,18	79,81	159,48	267,46
8,0	44,47	47,21	54,26	58,47	68,14	79,32	154,19	251,92
9,0	44,99	47,69	54,59	58,71	68,10	78,90	149,66	238,97
10,0	45,46	48,11	54,89	58,92	68,06	78,52	145,72	227,94
n_ш =0,080								
1,0	66,29	71,14	84,20	92,41	12,46	137,75	368,95	861,40
2,0	60,49	64,32	74,44	80,68	95,56	113,73	261,69	527,11
3,0	60,95	64,51	73,82	79,50	92,87	108,93	232,07	433,76
4,0	61,29	64,65	73,38	78,68	91,02	105,65	213,12	377,73
5,0	61,54	64,75	73,05	78,04	89,60	103,18	199,49	339,31
6,0	61,76	64,84	72,77	77,52	88,46	101,20	189,00	310,83
7,0	61,94	64,91	72,54	77,09	87,51	99,55	180,57	288,63
8,0	62,09	64,98	72,34	76,72	86,69	98,15	173,57	270,68
9,0	62,23	65,03	72,17	76,39	85,98	96,93	167,61	255,78
10,0	62,35	65,08	72,01	76,10	85,34	95,85	162,46	243,15
n_ш =0,100								
1,0	127,57	134,39	152,49	163,70	190,56	223,74	508,84	1078,99
2,0	106,49	111,35	124,05	131,79	149,99	171,85	341,91	633,12
3,0	102,57	106,84	117,94	124,64	140,22	158,68	295,02	510,01
4,0	99,87	103,76	113,78	119,79	133,68	149,96	265,71	437,48
5,0	97,83	101,43	110,66	116,17	128,82	143,52	244,99	388,40
6,0	96,19	99,56	108,17	113,29	124,98	138,47	229,27	352,42
7,0	94,83	98,01	106,11	110,91	121,82	134,33	216,77	324,61
8,0	93,67	96,69	104,36	108,89	119,15	130,85	206,49	302,30
9,0	92,65	95,54	102,84	107,14	116,84	127,86	197,83	283,90
10,0	91,75	94,52	101,50	105,59	114,82	125,24	190,39	268,38
n_ш =0,133								
1,0	301,89	312,71	340,98	358,23	398,86	447,88	840,831	1565,26
2,0	221,22	227,85	244,99	255,32	279,27	307,56	516,82	854,66
3,0	199,45	204,84	218,70	226,98	246,06	268,32	426,24	663,81
4,0	185,32	189,94	201,77	208,81	224,91	243,56	371,78	554,85
5,0	175,05	179,14	189,55	195,72	209,77	225,94	334,37	482,81
6,0	167,09	170,77	180,11	185,63	198,16	212,49	306,62	430,95
7,0	160,64	163,99	172,50	177,51	188,85	201,74	284,96	391,47
8,0	155,25	158,34	166,17	170,77	181,13	192,88	267,44	360,21
9,0	150,65	153,52	160,78	165,03	174,59	185,38	252,88	334,71
10,0	146,65	149,34	156,10	160,06	168,94	178,92	240,53	313,44

Приложение 3

Распределение участков и водозаборов, на которых выявлено загрязнение подземных вод на территории Российской Федерации за период 2000-2013 гг.

Федеральный округ	Копичество участков и водозаборов, на которых выявлено загрязнение подземных вод																			
	Всего	Источники загрязнения					Загрязняющие вещества					Интенсивность загрязнения подземных вод (в единицах ПДК)	Класс опасности загрязняющего вещества							
		Промышленные объекты	Сельскохозяйственные объекты	Коммунально-бытовые объекты	Объекты разного рода деятельности	Поглощающие некондиционных прудовых вод	Неустановленные источники загрязнения	Сульфаты, хлориды	Соединения азота	Нефтепродукты	Фенолы		Тяжелые металлы*	1-10	10-100	> 100	1 – чрезвычайно опасные	2 – высокоопасные	3 – опасные	4 – умеренно опасные
Участки загрязнения подземных вод																				
Северо-Западный	131	57	16	6	48	2	2	20	60	61	7	26	79	37	15	6	35	40	27	23
Центральный	178	109	9	46	13	1	–	31	70	70	13	16	62	72	44	5	40	76	13	44
Южный	290	123	55	35	42	5	30	96	132	84	44	21	162	82	46	7	54	144	54	31
Северо-Кавказский	157	44	19	11	21	–	62	19	86	59	2	13	116	33	8	16	21	49	25	46
Приволжский	648	452	38	67	32	–	59	246	213	313	155	57	273	225	150	38	114	290	142	64
Уральский	155	124	5	5	18	–	3	29	43	73	10	33	67	60	28	8	57	46	9	35
Сибирский	997	708	70	63	58	7	91	104	320	561	74	84	645	256	98	70	235	214	136	342
Дальневосточный	137	73	8	33	10	–	13	5	43	39	15	38	76	48	15	32	34	28	11	32
Российская Федерация	2693	1690	220	266	242	15	260	550	967	1260	320	288	1480	811	402	182	590	887	417	617
Водозаборы питьевого и хозяйственно-бытового назначения																				
Северо-Западный	70	14	4	7	5	34	6	3	17	3	4	5	52	18	–	8	15	24	13	10
Центральный	928	160	271	100	112	75	210	42	539	49	4	43	836	82	10	19	150	509	145	105
Южный	68	19	6	7	13	17	6	15	21	6	1	1	60	7	1	3	13	34	8	10
Северо-Кавказский	202	20	36	21	27	3	95	15	103	20	4	4	182	20	–	24	28	57	56	37
Приволжский	822	185	162	135	65	194	81	159	380	173	8	11	723	90	9	4	91	516	83	128
Уральский	461	156	23	88	117	–	77	4	283	83	8	67	428	28	4	6	124	125	139	67
Сибирский	648	118	108	186	56	67	113	48	298	78	21	18	581	65	2	20	119	284	77	148
Дальневосточный	303	36	12	57	47	32	119	12	126	29	12	36	275	24	4	14	68	67	72	82
Российская Федерация	3502	708	622	601	442	422	707	298	1767	441	62	185	3137	335	30	98	608	1618	593	597

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дягилева А.Б. Современные проблемы окружающей среды Часть 1. Основные положения: учебное пособие/СПбГТУРП, СПб., 2012. -109 с.
2. Алтунин В.С., Днейрук В.И., Панкратов В.Ф. Изучение, использование и охрана малых и средних рек //Гидротехническое строительство, 1988. - №9.
3. Добровольская И.Н. Российская урбанизация: социально-экологические последствия - режим доступа к ст.: <http://www.businessseco.ru/>
4. Бабурин В.Л. Малые реки - каркас цивилизации (Малые реки России). М.: Изд-во ИГ РАН. – 1994 .
5. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов: СПб.: Гидрометеиздат, 1993. - 182 с.
6. Онищенко Г.Г. и др. Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечение безопасности водных источников. В 2 т.- СПб.: Новый журнал. -2011. Т.1. -528 с.
7. Дягилева А.Б. Перспективы использования физико-химической очистки для специфических потоков//Водоочистка, 2011. -№7. -С. 29-30.
8. Diagileva A. Problems of Secondary Pollution of Water Bodies and Technology of Water Treating E-URAL workshop “Environmental Technologies” 25-27 May 2011, Arkhangelsk, Russian Federation. - P.3-5.
9. Мазуркин П.М. Антропогенное воздействие на гидросферу - режим доступа к ст.: <http://www.ecoindustry.ru/>
10. Малик Л.К. Малые реки и перспектива освоения их гидроэнергетического потенциала (Малые реки России) М.: Изд-во ИГ РАН.- 1994. с.49-65.
11. Проект Министерства экономического развития Российской Федерации Государственная программа «Чистая вода» <http://www.su2.ru/about/proekt-lichistaya-vodar/normativnaya-dokumentacziya-proekta-qchistaya-vodaq>
12. Сборник рекомендаций Хельсинской комиссии: Справочно-методическое пособие/ СПб: Диалог, 2008. -712 с.
13. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. – М.: Академия, 2002. – 480 с.
14. Комплексное использование водных ресурсов: учебное пособие/ С.В.Яковлев и др.- М.: Высшая школа , 2005. -384 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Водные ресурсы и их проблемы	4
2. Урбанизация и водные ресурсы	10
3. Загрязнения водных объектов	18
4. Оценка загрязнений при нештатных ситуациях с аварийным сбросом	28
4.1. Расчет основных характеристик зоны аварийного загрязнения в водотоках	30
4.1.1. Определение времени подхода зоны загрязнения	30
4.1.2. Расчет максимального значения концентрации аварийно химически опасного вещества в зоне загрязнения водотока	31
4.2. Прогноз продолжительности прохождения высоких концентрации АХОВ в заданном створе водотока	33
4.3. Особенности прогнозной оценки загрязнения водотока на участках с различающимися морфометрическими гидравлическими характеристиками	33
4.4. Определение основных характеристик загрязнения водотоков	34
4.5. Расчет основных характеристик зоны аварийного загрязнения в водоемах	34
4.5.1. Расчет общих и средневзвешенных значений характеристик водоема	34
4.5.2. Прогноз времени наступления максимальной концентрации химически опасного вещества в заданном створе водоема	35
5. Водоохранные зоны. Режим контроля и эксплуатации	38
6. Эколого-гидрологические проблемы подземных вод	44
6.1. Приток воды к водозаборным скважинам	53
6.2. Поглощающие колодцы и их дебит	56
6.3. Искусственное пополнение запасов подземных вод	57
6.4. Сохранение качества и предотвращение истощения подземных вод	59
6.5. Захоронение промышленных сточных вод	62
7. Проблемы малых рек	65
8. Донные отложения и их антропогенное влияние на водные системы	80
8.1. Проблемы вторичного загрязнения водных объектов и в технологии очистки воды	83
8.2. Контроль донных отложений и проблемы дноуглубительных работ	84
9. Водохозяйственная система бассейна	

10. Система мониторинга водных объектов. Бассейновые соглашения и механизм управления водными объектами	90
11. Международное сотрудничество по проблемам защиты морей от загрязнений	93
12. Проблемы обеспечения чистой водой	
Приложения	96
Приложение 1	99
Приложение 2	111
Приложение 3	111
Библиографический список	114
	120
	121

Учебное издание

Алла Борисовна Д я г и л е в а

Современные проблемы окружающей среды

Часть 2

Проблемы водных ресурсов

Учебное пособие

Редактор и корректор Т.А. Смирнова

Техн. редактор Л.Я.Титова

Темплан 2016 г., поз.4

Подп. к печати 25.02.2016. Формат 60×84/16.

Бумага тип №1.

Печать офсетная 8,0 печ. л; 8,0 уч-изд. л.

Тираж 50 экз. Изд № 4. Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
СПб., ул. Ивана Черных ,4.