

713 N3 20.226 (4651) Я4
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»

Кафедра географии

О.В. Шершнев

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

УДК 502.5:621.77

УДК 4955

Установа адукацыі
"Гомельскі дзяржаўны ўніверсітэт
імя Францыска Скарыны"
БІБЛІЯТЭКА

П

Гомель 2004

УДК 556.3+556.5(075.8)

ББК 26.222(4БЕИ)Я73

Ш 507

Рецензент

И. И. Богдель, доцент, кандидат географических наук

Рекомендовано научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Шершнева О.В.

Ш 507 Комплексное использование и охрана водных ресурсов Республики Беларусь: Тексты лекций для студентов географических специальностей ВУЗов / О.В. Шершнева. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», 2004. – 61 с.

В текстах лекций дана характеристика распределению водных ресурсов на территории Республики Беларусь, их использованию в экономике республики. Рассмотрены факторы, влияющие на экологическое состояние водных ресурсов. Приведены мероприятия и направления устойчивого использования водных ресурсов Республики Беларусь. Тексты лекций предназначены для студентов географических специальностей ВУЗов.

УДК 556.3+556.5(075.8)

ББК 26.222(4БЕИ)Я73

© Шершнева О.В., 2004

© Учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 1 Изучение водных ресурсов Беларуси	5
Тема 2 Ресурсы поверхностных вод Беларуси и их использование	8
Тема 3 Ресурсы подземных вод Беларуси и их использование ...	24
Тема 4 Нарушение режимов речных и подземных вод при сельскохозяйственном освоении земель	29
Тема 5 Качественное и количественное истощение речных и подземных вод промышленно-урбанизированных территорий Беларуси	35
Тема 6 Влияние хозяйственной деятельности на качество вод озер, прудов и водохранилищ	41
Тема 7 Естественная защищенность подземных вод и защита речных и подземных вод от качественного и коли- чественного истощения	46
Тема 8 Мероприятия по охране вод озер, прудов и водохранилищ	50
Тема 9 Технологические и законодательные решения по улучшению качества водных ресурсов Беларуси	53
Список рекомендуемой литературы	59

ВВЕДЕНИЕ

Вода является основой жизни не только для людей, но и для всех видов растений и животных. Она составляет 65% веса нашего организма и если он теряет как минимум 12% ее, то человек может умереть. Теоретически водные ресурсы неисчерпаемы, т.к. при рациональном использовании они непрерывно возобновляются в процессе влагооборота.

Поверхностные воды используются в качестве путей сообщения и перевозки грузов, выработки энергии, производственных целей, выращивания урожая, разведения рыбы. Мы используем воду для питья, приготовления еды, гигиенических целей, рекреации, садоводства или просто получаем от нее эстетическое удовлетворение.

Подземные минеральные и пресные воды являются ценным полезным ископаемым и могут использоваться в промышленных, лечебных и хозяйственно-питьевых целях.

Климатические и геолого-гидрогеологические особенности Республики Беларусь создают здесь благоприятные условия для формирования ресурсов природных вод, широкого их распространения и восполнения извлекаемой части их запасов. Питьевое водоснабжение в республике осуществляется за счет привлечения поверхностных и подземных вод.

Активное вовлечение водных ресурсов в экономике неизбежно приводит к изменению их количественного и качественного состояния.

Развитие промышленных районов, активно осваиваемые сельскохозяйственные угодья, создание крупных животноводческих комплексов, интенсивный сосредоточенный водоотбор и др. причины все это выдвигает охрану вод в число важных экологических проблем. Особенным техногенным воздействием в республике, в основном юго-восточной ее части является радиоактивное загрязнение, которое привело к отчуждению территорий рекреационного назначения, в основном санаториев базирующихся на применении минеральных лечебных и питьевых столовых вод. Кроме того, остается открытым вопрос о миграции радионуклидов в используемые для водоснабжения подземные воды.

Решение этих сложных проблем, вероятно, может быть найдено при условии комплексного использования водных ресурсов.

Комплексное использование водных ресурсов включает наиболее полное и экономически целесообразное удовлетворение потребностей водопользователей и водопотребителей с учетом сохранения природы и охраны вод от загрязнения и истощения.

ТЕМА 1

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

1. Изучение ресурсов поверхностных вод
2. Изучение ресурсов подземных вод

Изучение ресурсов поверхностных вод

Первые сведения о *реках* территории Беларуси относятся к XI-XII вв., они содержатся в белорусских и польских хрониках о природе края.

Нерегулярные наблюдения за состоянием рек (ледоход и замерзание) проводились в Беларуси с начала XIX в. В конце XVII и в первой половине XIX в. были проведены исследования в бассейнах близко расположенных речных систем - Немана и Припяти, Днепра и Западной Двины, Припяти и Вислы - с целью сооружения лесосплавных и судоходных каналов. Изучались течение и режим рек, положение истоков.

Начало регулярному изучению гидрологии рек Беларуси, включая измерение расхода воды, наблюдение за условиями формирования максимального и минимального расхода, влияние лесов, естественных и осушенных болот на питание рек Белорусского Полесья, внесли экспедиции под руководством Жилинского И.И., Оппокова В.В.

В первой половине XX века значительно выросла сеть гидрологических постов, были созданы гидрологические станции. С 1931 г. в Беларуси начала действовать служба гидрологических прогнозов.

Качественные и количественные характеристики водных ресурсов республики были впервые систематизированы и представлены в водном кадастре, изданном в 1933 - 1940 гг.

Наибольший размах гидрологические исследования приобрели в конце 40-х - 50-е гг., что было вызвано необходимостью обеспечения промышленности и сельского хозяйства, сведениями о водных ресурсах республики и режиме водных объектов. Результаты наблюдений обобщены в публикациях Тюльпанова А.И., Борисова И.А. и др.

Первые сведения об *озерах* Беларуси относятся к концу XIX в., когда были проведены первые специальные исследования озер на севере Беларуси. Комплексное изучение озер республики началось с 1968 г., когда при географическом факультете Белгосуниверситета была создана

лаборатория озераведения под руководством Якушко О.Ф.. Результатом исследований стал выход озерного кадастра, в котором содержались данные о компонентах водного баланса, температурном и гидрохимическом режиме, жизни в озерах и т.д. Якушко О.Ф. разработаны принципы генетической классификации озер, под ее руководством рассмотрены проблемы их рационального использования и охраны. Важным этапом явился выход учебного пособия Якушко О.Ф. «География озер Белоруссии», монографии «Белорусское Поозерье» и др.

Ряд вопросов лимнологии получили освещение в работах Лавриновича М.Ф., Вознячука Л.Н., Хомича А.А., Мысливец И.А. и др.

Значительная роль в исследованиях водохранилищ и прудов принадлежит отделу водохранилищ, созданному в Центральном научно-исследовательском институте комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР). Весомый вклад в комплексное изучение природы искусственных водоемов, динамики береговых процессов, вопросов формирования ложа, донных отложений прудов и водохранилищ, их эволюции внесли Широков В.М., Лопух П.С., Кирвель И.И. и др.

Изучение ресурсов подземных вод

Первые отрывочные сведения об изучении *пресных* подземных вод Беларуси относятся еще к концу XVIII началу XIX вв. Под руководством Оппокова Е.В. с 1903 по 1913 гг. на водоразделе рр. Днепр и Припять впервые в Беларуси проводились стационарные наблюдения за режимом грунтовых вод.

В 1937-1938 гг. в Институте геологии и гидрогеологии АН БССР составляется кадастр подземных вод, в котором было учтено около 1000 водопунктов.

В 40-60-е гг. проводится значительная работа по изучению условий залегания и химического состава грунтовых и напорных вод, гидрогеологического районирования и оценке водообеспеченности территории (монография Богомолова Г.В. «Подземные воды Белоруссии»). В 1960-1963 гг. производятся региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод на всей территории республики.

Начиная с 1970 г., используя опорную государственную сеть скважин, проводятся наблюдения за режимом подземных вод в нарушенных эксплуатацией условиях, а также мероприятия по охране подземных вод от истощения и загрязнения. В результате установлены основные зако-

номерности формирования уровенного, химического и температурного режимов подземных вод, количественно оценены основные режимообразующие факторы, выполнено районирование территории Беларуси по характеру режима подземных вод (Богомолов Г.В., Козлов М.Ф., Лавров А.П., Фадеева М.В. и др.).

В 1970 г. издается монография «Гидрогеология СССР – Белорусская ССР» под руководством и редакцией Богомолова Г.В. В ней обобщен весь имевшийся фактический материал по гидрогеологии, гидрохимии, режиму, использованию и охране подземных вод.

В 1976-1977 гг. издается двухтомная монография Козлова М.Ф. «Гидрогеология Припятского Полесья», в которой рассмотрены геолого-гидрогеологические условия, взаимосвязь подземных и поверхностных вод и др. вопросы.

В 90-е гг. продолжены исследования по изучению режимов подземных вод в естественных и нарушенных антропогенным влиянием условиях. Этим вопросам посвящено ряд работ Кудельского А.В., Пашкевича В.И., Фадеевой М.В. и др. исследователей.

В настоящее время одним из крупных научных учреждений, ведущим разработку научно-технических обоснований комплексного использования водных ресурсов, является ЦНИИКИВР. В институте разрабатываются методы составления и оптимизации водохозяйственных балансов, изучается взаимодействие вод и окружающей среды при водохозяйственном строительстве, влияние водохозяйственного фактора на размещение производительных сил. Вопросы гидрологии, водного хозяйства, изменения водных ресурсов, связанные с техногенным фактором, исследуются также в Белорусском научно-исследовательском геологоразведочном институте (БелНИГРИ), Белорусском научно-исследовательском институте мелиорации и водного хозяйства, Белорусском государственном институте по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства. Специальные гидробиологические, гидрохимические, гидрогеологические исследования водных объектов проводят ряд других научных учреждений республики.

Целенаправленное изучение *минеральных вод* Беларуси относится к первой половине XX в., когда они были обнаружены в районе гг. Минск и Бобруйск. Их изучением в этот период занимались Герасимов А.Н., Козлов М.Ф. и ряд др. исследователей.

С началом 70-х годов связано и развитие исследований минеральных вод с целью их бальнеологического использования. Открывается или расширяется ряд санаториев.

Крупные обобщение многолетних данных по минеральным водам Беларуси представлены в работах Кудельского А.В., Ясовеева М.Г. - «Минеральные воды Беларуси», 1994 г., Кудельского А.В., Пашкевича В.И., Ясовеева М.Г. - «Подземные воды Беларуси», 1998 г.

ТЕМА 2

РЕСУРСЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

1. Реки и каналы
2. Озера и пруды. Территориальное размещение и использование
3. Водохранилища и их использование

Реки и каналы

Реки, протекающие на территории Беларуси, принадлежат бассейнам Балтийского и Черного морей. К бассейну Балтийского моря относятся системы рр. Западная Двина, Неман и Западный Буг, к бассейну Черного моря - система р. Днепр.

По территории республики протекает 20,8 тыс. рек, общей протяженностью около 90,6 тыс. км. В целом густота речной сети составляет $0,44 \text{ км/км}^2$; наибольшая наблюдается в бассейне р. Неман – $0,47 \text{ км/км}^2$. Для бассейна р. Западная Двина она составляет $0,45 \text{ км/км}^2$ и приблизительно одинакова для бассейнов рр. Днепр и Припять (с учетом каналов) – $0,39$ и $0,4 \text{ км/км}^2$ соответственно; наименьшая - в бассейне р. Западный Буг – $0,38 \text{ км/км}^2$.

Вследствие равнинного характера поверхности и сравнительно легко размываемых грунтов Беларуси, особенно в ее южной части, реки отличаются значительной извилистостью и медленным течением.

Сток рек Беларуси формируется за счет подземного, снегового и дождевого питания. Главная роль принадлежит первым двум источникам питания, на долю которых приходится 80-90 % годового стока. Характерной особенностью внутригодового распределения стока рек является наличие двух максимумов и двух минимумов. Главный максимум связан с таянием зимних запасов снега, наблюдается в период март - ап-

рель. Второй максимум почти везде приходится на ноябрь. Наступление главного минимума обычно наблюдается в феврале. Второй минимум наступает в сентябре, за исключением рек бассейна р. Неман, где летний минимум попадает иногда на август.

Наибольшая водообеспеченность характерна для северной части республики, бассейнов рр. Западная Двина, Неман и верхней части бассейна р. Днепр. Здесь формируется более 70% местного стока рек всей республики. Для рр. Западная Двина и Неман характерно устойчивое и равномерное распределение и малая изменчивость стока.

Важно отметить, что на территории республики преобладают малые реки (длина 12-16 км, площадь водосбора 70-87 км²), количество которых превышает 20 тыс. В их водосборах, занимающих около 90% территории республики, формируется значительная часть местного поверхностного стока.

В химическом составе в межень повсеместно преобладают ионы HCO_3^- и Ca^{2+} , но для различных бассейнов рек наблюдаются некоторые различия в химическом составе их стока.

Реки республики используются в качестве судоходных путей сообщения, промысла рыбы, орошения, являются источниками питьевого и хозяйственного водоснабжения, энергетических ресурсов, на их берегах создаются зоны отдыха.

Протяженность внутриреспубликанских судоходных водных путей сообщения составляет около 4 тыс. км. Наиболее развито судоходство на рр. Днепр, Припять, Березина, Сож. Портовые города республики - Гомель, Пинск, Витебск, Гродно, Брест, Речица, Мозырь. Речной транспорт используется для грузовых и пассажирских перевозок. Однако в начале 90-х годов отмечено значительное падение грузо- и пассажирооборота.

В реках обитает 18 видов речных и 24 вида озерно-речных рыб, среди которых: судак, сазан, верховодка, линь, и др., а наибольшее промысловое значение имеют плотва, щука, лещ, окунь. В последние годы наблюдается тенденция падения промысловой добычи рыбы. Так, если в 1990 г. вылов рыбы составлял около 440 т, то в 2001 г. он составил около 175 т.

Использование рек для водоснабжения в основном приходится на Гомельскую область (около 55 %), привлекаются они также в гг. Минск и Полоцк.

Гидроэнергетические ресурсы в основном определяются протекающими по территории РБ верхними участками рр. Днепр, Западная Двина и Неман с их притоками. Общая мощность действующих в Бела-

руси ГЭС составляет около 7 тыс. кВт.

Значительная часть рек используется в рекреационных целях. На их берегах созданы зоны отдыха и курорты.

Речные водные ресурсы в *бассейне р. Днепр* используются в следующих направлениях: орошение и обводнение сельскохозяйственных земель, гидроэнергетика, ведение рыбного хозяйства, рекреация, судоходство.

Долгое время водные ресурсы р. Днепр практически не использовались в хозяйственных целях, в том числе для судоходства, по причине наличия порогов разделяющих верхнее и нижнее течения. В конце XVIII и начале XIX в. в целях развития судоходства р. Днепр в трех местах была соединена каналами со смежными бассейнами. Были созданы три водные системы: Днепр-Западная Двина, Днепр-Неман, Днепр-Висла. В настоящее время эти системы кроме Днепроовско-Бугского канала для судоходства не используются. Портовыми городами на р. Днепр являются Могилев, Речица.

Освоение гидроэнергетических ресурсов р. Днепр началось строительством Днепроовской ГЭС (1932 г. Украина). Позже (50-70-е гг.) были построены еще пять крупных ГЭС, сформировавших целый каскад, а также разрабатывались другие проекты комплексного использования р. Днепр (орошение, водоснабжения, развития рыбного хозяйства). На территории республики использование реки для целей энергетики является перспективным направлением.

Река Днепр богата рыбными запасами. В ней водятся щука, окунь, плотва, лещ и др., а для лицензионного (спортивного) рыболовства отведены участки реки (в Лоевском районе - 37 км).

На берегах реки сформированы климато-бальнеогрязевый курорт республиканского значения «Рогачев», климато-бальнеологический курорт местного значения «Белый берег», а в месте слияния р. Днепр и р. Березина климато-бальнеологический курорт республиканского значения «Горваль».

Начало использования речных водных ресурсов в *бассейне р. Припять* в качестве водных путей сообщения относится еще к IV-VI вв. В XVI в. реки начали использовать для лесосплава и судоходства, что вызвало необходимость сооружения судоходных каналов для связи р. Припять с соседними реками. Строительство Днепроовско-Бугского и Огинского каналов вызвало еще более активное использование р. Припять как одного из важнейших водных путей, что обусловило создание центров судостроения в гг. Мозырь и Пинск. Развитию водного транспорта содей-

ствовали работы Западной экспедиции по осушению Полесья в 1873-1898 гг. За этот период было прорыто много каналов, большая часть которых играла транспортную роль. Снижение транспортного значения водных путей, в том числе и каналов, началось в XIX в. с прекращением судоходства на малых реках и возрастающей роли железных дорог. В конце XIX в. практически прекратилось движение на Огинском канале, почти бездействовал Днепровско-Бугский канал. Судоходство сохранялось только на р. Припять, а речные водные пути в основном использовались для сплава леса и перевозки крупнотоннажных грузов. В начале XX в. водные пути сохранили некоторое значение для местных перевозок. В середине 50-х гг., когда происходило обновление и совершенствование водного транспорта, его сфера применения заметно расширилась. Однако в настоящее время реки в качестве водных путей играют второстепенную роль. Преобладающую роль в перевозках занимают строительные материалы.

В реках бассейна сосредоточены значительные запасы (до 40 видов) рыбы. Основу уловов составляют щука, лещ и плотва.

Реки бассейна имеют большое значение как объекты отдыха, оздоровительных и культурных мероприятий, в их пределах расположены особо охраняемые природные территории. Пользуется известностью климато-бальнеологический курорт «Ельск», имеются зоны отдыха республиканского и местного значения. Река Припять пересекает территории заказников, Припятского национального парка, Полесского радиационно-экологического заповедника.

Использование р. Сож в качестве транспортного пути известно с XIX-начала XX в. Усиленный забор воды из реки на сельскохозяйственные и промышленные нужды отмечался с начала 70-х гг. В настоящее время реки бассейна используются в качестве транспортного пути, для водообеспечения населения и промышленности, ведения рыбного хозяйства, рекреационных целей. На р. Сож расположены порт Гомель, пристани Чечерск, Ветка. В реке водятся щука, лещ, плотва, линь, судак, сом и др. Река Сож и ее притоки широко используются в качестве мест организации отдыха. На их берегах сформированы климато-бальнеологический курорт местного значения «Ченки» и ряд зон отдыха местного значения.

Речные ресурсы *бассейна р. Березина* в основном используются речным транспортом, гидроэнергетикой, промышленностью, сельским и рыбным хозяйством, для водообеспечения населения, рекреационных целей.

Использование реки в качестве транспортного пути известно еще с древних времен. Но ее значение как водного пути особенно возросло после постройки в 1805 г. Березинской водной системы, когда-то единственного водного пути из бассейна р. Березина в бассейн р. Западная Двина. В последние десятилетия XIX в. водная система утратила хозяйственное значение. В начале XX в. отмечается развитие водного транспорта. На реке сооружаются пристани Бобруйск, Борисов. В 60-х гг. на базе пристани в г. Бобруйск построен порт. В настоящее время речной путь эксплуатируется от д. Броды до устья р. Березина на протяжении свыше 490 км. Кроме грузового транспорта, функционируют пассажирские линии Борисов-Осово, Бобруйск-Полянки, Светлогорск-Отрубы.

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы рек бассейна относительно небольшие и оцениваются в 62,3 тыс. кВт, или около 0,5 млрд. кВт·ч/год. Гидроэнергетическое строительство началось в 30-е гг. преимущественно на малых реках. На притоках р. Березина действовали 112 мелких гидроустановок суммарной мощностью 1868 кВт. В 1953 г. на р. Свислочь была создана самая крупная в республике Осиповичская ГЭС мощностью 2250 кВт. Построенные в последующие годы несколько малых ГЭС со временем были законсервированы.

Воды рек в бассейне р. Березина используются для водоснабжения промышленных предприятий, хозяйственно-питьевого водоснабжения и нужд сельского хозяйства. Неравномерность территориального распределения и изменчивость во времени поверхностных вод выразилась в их нехватке в г. Минск, что потребовало создания Вилейско-Минской водной системы.

Река Березина и ее притоки служат водоприемниками при осушении земель. Почти все мелкие реки в районах осушения отрегулированы и служат магистральными каналами своих систем.

Речной фонд бассейна, имеющий рыбохозяйственное значение, насчитывает свыше 100 рек, общей протяженностью 4,5 тыс. км. Промысловыми являются щука, окунь, плотва, ерш, линь, карп, сазан.

Природно-климатические условия бассейна р. Березина благоприятны для создания в его пределах сети лечебно-оздоровительных учреждений и зон отдыха. Здесь размещены курорты республиканского – Ждановичи, Горваль и местного значения – Бобруйск. На основании наиболее ценных рекреационных ресурсов бассейна созданы зоны отдыха республиканского значения – «Березино», «Осиповичи», «Горваль». Вблизи городов создаются зоны отдыха местного значения, предназначенные для кратковременного отдыха. Введение в эксплуатацию Вилейско-Минской

водной системы позволило создать внутригородские зоны отдыха в г. Минск, а также пригородные зоны вдоль Вилейско-Минской водной системы.

Исторически сложившимися направлениями использования речных ресурсов *бассейна р. Неман* являются речной транспорт, гидроэнергетика, водоснабжение промышленности, сельского хозяйства, населения, рыболовство, рекреационные цели.

В настоящее время реки бассейна судоходны в основном на устьевых участках и используются в основном для грузоперевозок. Длина судоходного пути на р. Неман составляет 327 км, на р. Щара – 150 км.

Водные ресурсы притоков р. Неман (главным образом рр. Вилия, Щара, Березина) используются в основном для сельскохозяйственного водоснабжения, в большинстве своем на орошение и увлажнение осушенных земель. Основными городами, использующими водные ресурсы для обеспечения промышленности, являются: Гродно, Лида, Щучин, Мосты, Волковыск.

Одним из главных направлений преобразования рек в бассейне в середине XX в. являлось гидроэнергетическое строительство в основном на малых и средних водохранилищах. Однако в последующие годы роль малой гидроэнергетики уменьшилась и ГЭС постепенно были закрыты.

Ниже впадения р. Березина получило развитие рыболовство. В реках водятся щука, плотва, лещ, линь, судак и др.

Природно-климатические условия Неманского края благоприятны для развития рекреационной деятельности. Хорошая дренированность и залесенность большинства рек бассейна р. Неман благоприятны для рекреационного освоения. Исключение составляют некоторые притоки р. Неман по причине значительной заболоченности водосборов, что делает их пригодными для выборочного рекреационного освоения. Как правило, реки благоприятны для рекреационного использования на протяжении 100 и более дней, а также возможен в течение года, за исключением отдельных суровых зим, массовый околородный отдых и водный спорт.

К направлениям хозяйственного использования рек в *бассейне р. Западная Двина* относятся: транспорт, рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водоснабжение промышленности и населения, мелиорация, рекреация.

В различные времена преобладал тот или иной вид использования ресурсов рек. Так, первоначальное освоение речных систем было связано, прежде всего, с потреблением воды на хозяйственные нужды населения. В настоящее время эта функция не утратила своего значения. Река Запад-

ная Двина с притоками служит источников водоснабжения таких городов, как Витебск, Чашники, Новолукомль, Полоцк, Новополоцк. К последним двум приурочены и наибольшие заборы воды на промышленные нужды.

Результатом развития гидроэнергетики явилось строительство Лукомской ГРЭС и ряда малых ГЭС, сегодня потерявших свое значение. Гидроэнергетическое значение имеет только среднее и нижнее (на территории Литвы) течение р. Западная Двина.

Река Западная Двина относится к рыбопромысловым. Промысловыми в основном являются линь, окунь, плотва, язь, щука, угорь, лещ.

Использование р. Западная Двина в транспортных целях ограничено наличием мелководных и порожистых участков. Поэтому здесь имеется лишь несколько замкнутых судоходных участков. Один из них, самый длинный (333 км) - Витебский, проходит по территории республики между гг. Велиж (Россия) и Верхнедвинск.

В мелиорации реки бассейна используются в качестве приемников излишней воды, а также для орошения осушенных земель.

Территория бассейна р. Западная Двина характеризуется благоприятными природно-климатическими условиями для организации рекреационной деятельности. Рекреационные объекты в основном приурочены в возвышенностям и грядам моренного происхождения в сочетании с озерами. Один из наиболее значительных и разнообразных по природным условиям районов рекреационного освоения расположен на Ушачско-Лепельской возвышенности. Гидрография здесь представлена реками с глубокими долинами и сложными озерными системами, с множеством крупных и мелких озер. Другой широко известной зоной отдыха, в основном сформированной на базе озер является Браславская. Кроме них имеется целый ряд других живописных районов расположенных в пределах Витебской, Городокской, Нещердовской возвышенностей.

Важную роль в обеспечении комплексного использования водных ресурсов для получения гидроэнергетики, развития водного транспорта, мелиорации земель, снабжения водой населенных пунктов и промышленных предприятий играют каналы.

Большинство каналов республики небольшой протяженности, редко превышающей первые десятки километров (табл. 2.1). Большие каналы имеют комплексное значение, например Днепровско-Бугский и Микашевичский. Такие каналы как Огинский, Августовский, Березинский хотя и утратили свое первоначальное (транспортное) значение, но представляют интерес в качестве объектов туризма.

Каналы являются главным элементом мелиоративных систем. Среди них наибольшее значение принадлежит магистральным каналам. При использовании в орошении они падают воду самотеком на орошаемые земли из источника орошения, а при осушении они принимают избыточную воду с осушаемой территории и отводят ее в водоприемник. Их длина зависит от площади осушаемых массивов и их конфигурации.

Таблица 2.1

Наиболее длинные каналы Беларуси [8]

Название канала	Местонахождение (район)	Длина, км
Днепровско-Бугский	Ивановский, Дрогиченский, Кобринский	196
Августовский	Гродненский	102 в Беларуси - 22
Главный канал Вилейско-Минской водной системы	Вилейский, Молодечненский, Минский	62
Огинский	Пинский и Ивацевичский	54
Славковицко-Яминский	Стародорожский, Любанский, на границе Любанского и Глусского, Октябрьский	52
Дубайский	Столинский	47
Щелбинский	Хойницкий, Брагинский	38
Ненач	Калинковичский	38
Ганцевичский	Борисовский, Логойский	29
Березинский	Лепельский	8.4
Осовецкий	Бешенковичский	7.2
Микашевичский	Лунинецкий	7
Заозерский	Ивановский	6.6

Среди самых крупных магистральных каналов можно выделить – Славковицко-Яминский, Дубайский, Заозерский, Осовецкий, Щелбинский, Ненач.

Имеются и водопроводящие каналы, по которым подается вода для систем орошения, тепловых электростанций, питьевого и хозяйственного обеспечения, обводняющих систем. Наиболее длинным среди таких ка-

налов является главный канал Вилейско-Минской водной системы.

Реже встречаются нагорные каналы, которые предназначены для охраны мелиоративных земель от избытка поверхностных и грунтовых вод со склонов возвышенных участков. Наиболее длинный канал этого типа – Ганцевичский.

Озера и пруды. Территориальное размещение и использование

На территории Беларуси насчитывается более 10 тыс. озер, хотя распространены они не равномерно. Наибольшее их количество связано с областью поозерского оледенения и расположено на севере республики (Белорусское Поозерье).

Центральная часть Беларуси также богата озерами, но все они не большие и представлены зарастающими остаточными водоемами, речными старицами, иногда карстовыми провалами или озерами карстово-суффозионного происхождения.

В южной части Беларуси (Белорусское Полесье) распространены остаточные озерные водоемы, окруженные торфяно-болотными массивами и речными старицами.

Общая площадь всех озер Беларуси составляет 2000 км², а объем 6 км³. Почти 75% всех озер составляют водоемы с площадью зеркала не более 0.1 км², а 25% приходится на озера с площадью более 1 км².

Основными источниками питания озер Беларуси являются атмосферные осадки на зеркало, поверхностный приток и грунтовые воды. Потери воды из озер обуславливаются поверхностным и подземным стоками, а также испарением с водного зеркала.

В солевом составе озер везде преобладает гидрокарбонатный ион, который вместе с ионами Ca²⁺ и Mg²⁺ определяет в общих чертах величину минерализации воды, которая кроме этого зависит от ряда аazonальных факторов и колеблется в пределах от 20-50 до 400-450 мг/дм³. По химическому составу воды озер относятся к гидрокарбонатным кальциевым. Так же в небольших количествах в них присутствуют ионы Cl⁻, SO₄²⁻, Na⁺ и K⁺.

Значительное количество озер республики расположено близко друг к другу или соединяется общим водотоком, образуя озерные системы. Крупнейшие озерные системы - Браславская, Нарочанская, Ушачская - расположены на севере республики.

Браславская озерная система расположена в Браславском районе на границе с Литвой и Латвией. К числу наиболее крупных, с площадью более 1.0 км² относится около 20 водоемов, а общее их количество достигает 50. Образование Браславских озер связано с деятельностью и отступанием поозерского ледника. В основном они расположены в пределах Браславской конечно-моренной возвышенности.

Нарочанская система озер общей площадью водного зеркала до 100 км² расположена в Мядельском районе Минской области. Дренаруется она небольшим левым притоком р. Вилия – р. Нарочь. Общий водосбор всех озер составляет 279 км².

Ушачская озерная система, включающая более 100 водоемов, принадлежит бассейнам двух левых притоков р. Западная Двина – рр. Ушача и Дива. Эта система озер расположена в Ушачском, Полоцком и Лепельском районах. Система озер в бассейне р. Дива вытянута с северо-запада на юго-восток на расстоянии 40–45 км. Территория отличается незначительной лесистостью (не более 20% площади водосборов озер) и относительно высокой заболоченностью – более 20%.

Использование озёр в хозяйственной деятельности имеет несколько направлений: в мелиоративных системах, сельскохозяйственном производстве, в коммунально-городском хозяйстве, в энергетике, для добычи полезных ископаемых, в качестве поставщика биологической продукции, а также центров отдыха и предъявляет достаточно высокие требования, как к количеству, так и к качеству воды. Кроме того, большое количество озёр служат местообитанием многочисленных водоплавающих, лежат на пути миграции перелетных птиц, в их прибрежной зоне находятся редкие и охраняемые виды флоры.

Возможность использования озерных вод в хозяйственных целях определяется показателями качества воды, к которым относятся состав и количество растворенных солей, содержание биогенных и органических соединений, величина прозрачности и цветности, насыщение воды кислородом, биологические показатели.

По качеству вод озера республики подразделяют на три группы.

К первой группе относятся мезотрофные и олиготрофные с признаками олиготрофии озера. Это, например, оз. Снуды, Струсто, Нарочь, Долгое и др., которые характеризуются большим запасом воды высокого качества. Озера данной группы составляют 6% от общего количества и могут использоваться в качестве источников водоснабжения, для рыбозаводства и разведения особо ценных пород рыб.

Вторая группа представлена в основном эвтрофными водоемами, с



разной степенью трофности. Они, как правило, характеризуются условно чистой и слабозагрязненной водой, которая может быть использована для бытовых и хозяйственных нужд, рыболовства и рыбоводства, рекреации, орошения. К ним относятся немногим более 81 % общего количества озер, это, например слабозвтрофные – оз. Дрисвяты, Яново, и высокозвтрофные – оз. Шо, Черствяты.

К третьей группе относятся озера, которые испытали или испытывают антропогенное влияние. Сюда относятся загрязненные озера различных генетических типов, например, оз. Круглик, Сенно, Миорское и др. Озера этой группы составляют около 10% и могут использоваться при добыче сапропеля, орошения технических культур, отдельных (бесконтактных) видов рекреации.

В энергетике озёра используются в качестве водоемов – охладителей тепловых электростанций. К таким озёрам относятся: Ореховское, Лукомльское (БелГРЭС, Лукомльская ГРЭС, Оршанский район), Белое и Чёрное (Березовская ГЭС, Березовский район).

К важнейшим природным ресурсам озёр относятся сапропели, находящие своё применение в сельском хозяйстве, медицине, разведанные запасы, которых составляют около 370 млн. м³. Добыча этого сырья производится на мелководных озерах. Наибольшими запасами располагают Витебская и Минская области. Перспективным является использование сапропелей в качестве лечебных грязей, запасы отложений которых на базе 39 водоемов оцениваются в 72. 6 млн. м³.

Биологические ресурсы озер включают в себя животные и растительные. К первым относятся рыбные запасы и запасы животного корма.

Растительные ресурсы озер формируются за счет запасов высшей водной растительности и годовой продукции фитопланктона. Высшая водная растительность является источником технических, пищевых, кормовых, лекарственных, витаминных и др. растительных ресурсов. Многие водные растения находят свое применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, медицине и быту.

В общем виде по кормовым ресурсам озера республики относятся к мало-, средnekормным (масса зоопланктона до 2.0 г/м³ и зообентоса до 5 г/м²) и высококормным (биомасса планктона 5-8 г/м³ и биомасса бентоса 8-155 г/м²).

В озерах, характеризующихся естественной кормовой базой и соответствующими условиями, обитают такие виды, как лещ, судак, угорь, карп и др.

К перспективным видам использования озер относится рекреаци-

онное хозяйство. В республике на базе озер сформировано более двух десятков рекреационных зон. Крупнейшие рекреационные зоны включают в себя целые озерные группы с прилегающей территорией и имеют площадь до 25 тыс. га и более.

Пруды республики по площади водного зеркала относятся к малым (до 10 га), средним (10.1 - 25 га) и большим (более 25 га); 79 % действующих прудов преимущественно малые и средние. Их общее количество, по данным 2000 г., равняется 1313, с общей площадью зеркала 157 км² и общим объемом 268 млн. м³.

Распределение прудов по областям территории Беларуси весьма неравномерно. Основная часть прудового фонда республики (более 50%) принадлежит территории Белорусского Полесья. В Поозерье их количество не велико, что обуславливается наличием здесь многочисленных озёр и рек, в связи, с чем в ряде районов (Ушачский, Городокский, Верхнедвинский, Россонский) строительство прудов не ведется.

В основном пруды распространены в долинах малых рек, оврагах и балках, бывших карьерах, а также на месте торфоразработок. Поэтому по характеру размещения их разделяют на 4 типа: речные или русловые; овражно-балочные; наливные; карьерные.

Использование прудов преимущественно ведётся в следующих направлениях: орошение и рыборазведение, хозяйственно-бытовые, противопожарные и рекреационные цели. Некоторые пруды сочетают несколько функций.

Использование прудов для целей орошения на территории республики в основном применяется в районах необеспеченных водными ресурсами, так как естественные водоисточники не всегда расположены в нужном месте, и с отсутствием должной зарегулированности местного стока. Широкое применение орошения за счет привлечения водных ресурсов прудов получило в четырёх областях республики: Гомельской, Минской, Могилевской, Гродненской.

Основная масса прудов для хозяйственно-коммунального водопотребления на селе построена в Минской и Могилёвской областях. Вода используется для водоснабжения животноводческих ферм, водопоя скота, поливов огородов и др.

Пруды, используемые в республике в противопожарных целях, расположены в Гродненской, Минской и Могилёвской областях.

Большое значение имеют пруды для рыборазведения. Однако рыбхозы и рыбопитомники в республике распределены неравномерно. Наибольшее количество рыбхозов создано в Минской и Брестской об-

ластях. Прудовой фонд рыбобпитомников в основном приходится на Витебскую и Минскую области.

Важной сферой использования искусственных водоёмов является вовлечение их как объектов отдыха и туризма. Однако в республике прудов рекреационного назначения не так много. Для рекреационных нужд создано и используется более 120 прудов, при средней площади водоёма 15 га.

Водохранилища и их использование

В Беларуси созданы в основном низконапорные, сравнительно небольшие водохранилища, морфометрические показатели и морфологические особенности которых предопределены равнинным рельефом территории, наличием озерных котловин и геоморфологией речных долин.

По объёму и площади зеркала водохранилища Беларуси делятся на три группы: средние (объём 0.5-0.1 км³, площадь зеркала 100-25 км²), небольшие (объём 0.1-0.01 км³, площадь зеркала 25-3 км²) и малые (объём менее 0.01 км³, площадь зеркала менее 3 км²). В основном преобладают малые водохранилища (76.2 %), небольшие и средние составляют соответственно 19.2 и 4.6 %. Более половины малых водохранилищ (53 %) имеют объём 1-2 млн. м³ и относятся к очень малым.

На территории республики расположено 153 водохранилища с общей площадью зеркала 822 км² и общим объёмом 3136 млн. м³. Из них большая часть приходится на водохранилища относящиеся к речной типологической группе, примерно половина относится к искусственным котловинообразным и чуть более 10% сооружено на базе озёр.

Размещение водохранилищ по территории республики обусловлено потребностью в воде народного хозяйства и природными факторами. Основные искусственные водоемы находятся в районе Белорусского Полесья и принадлежат бассейнам рр. Припять и Днепр.

Водохранилища бассейна р. Западная Двина предназначены в основном для энергетических целей. Здесь расположено ряд водохранилищ, относящихся к категории средних. Среди них Селявское, Лукомская ГРЭС, Гомельское, Езерищенское и др. (табл. 2.2).

Водохранилища бассейна р. Неман характеризуются небольшими объёмами - от 1.04 до 5.4 млн. м³, площадью зеркала от 0.61 до 3.45 км² и относятся к категории малых. Исключение составляет Вилейское водохранилище.

В бассейне р. Западный Буг построены в основном малые водохранилища. Используются они для рыбного хозяйства и орошения прилегающих земель.

В бассейне р. Днепр построены водохранилища в основном относящиеся к категории малых, а также ряд средних. Большинство водохранилищ предназначено для регулирования почвенной влаги мелиорированных земель.

Таблица 2.2

Водохранилища Беларуси* [10]

№	Название водохранилища	Местоположение (область, район)	Водный объект	Полный объем, млн. м ³	Площадь, км ²
<i>Бассейн р. Западная Двина</i>					
1.	Селявское	Минская, Крупский	р. Югна	61.0	24.5
2.	Лукомское	Витебская, Чашникский	оз. Лукомское	243.0	36.7
3.	Лепельское	Витебская, Лепельский	р. Улла	74.67	10.24
4.	Езерищенское	Витебская, Городокский	р. Оболь	65.4	17.08
5.	Дружба Народов	Витебская, Браสลавский	р. Дрысвята	313.0	44.5
6.	Освейское	Витебская, Верхнедвинский	Канал Дегтяревка	104.0	52.8
7.	Хоробровка	Витебская, Миорский	р. Вята	128.65	31.97
8.	Браславское	Витебская, Браславский	р. Друйка	584.7	104.3
<i>Бассейн р. Неман</i>					
9.	Вилейское	Минская, Вилейский	р. Виляя	260.0	77.0

<i>Бассейн р. Днепр</i>					
10.	Чигиринское	Могилевская, на границе Кировского и Быховского	р. Друть	62.58	26.4
11.	Заславское	Минская, Минский	р. Свислочь	108.0	26.86
12.	Светлогорское	Гомельская, Светлогорский		64.4	14.4
<i>Бассейн р. Припять</i>					
12.	Селец	Брестская, Березовский	р. Ясельда	56.3	20.7
13.	Погост	Брестская, Пинский	р. Бобрик, оз. Погостское	54.48	16.16
14.	Солигорское	Минская, Солигорский	р. Случь	55.9	23.1
15.	Краснослободское	Минская, Солигорский	р. Морочь	69.5	23.65
16.	Локтыши	Брестская, Ганцевичский	р. Лань	50.2	18.9

*Указаны водохранилища с объемом более 50 млн. м³

В бассейне р. Припять созданные водохранилища преимущественно наливного типа. Большинство из них относится к категории малых. Наиболее значительными по запасам водной массы являются Селец, Погост, Солигорское, Краснослободское, Локтыши. Искусственные водоемы Полесья играют существенную роль в снижении паводочных расходов и затрат на мероприятия по регулированию русел рек.

Водоохранилища имеют важное природное и экономическое значение при комплексном хозяйственном освоении многих водосборных бассейнов. Строительство водохранилищ на территории республики изначально было обусловлено работами, связанными с электрификацией, развернувшейся в 50-е годы (Осиповичская, Чигиринская и др. ГЭС). Со временем (70-е гг.) многие из водохранилищ утратили свое первоначаль-

ное целевое назначение, некоторые были закрыты. В настоящее время они имеют комплексное назначение и используются в других отраслях хозяйства (рекреация, водоснабжение и др.).

При использовании водохранилищ в рекреационных целях на их берегах организуются санатории, турбазы, базы проката лодок. Так, на Волчковичском, Вяче, Заславском, Чижовском водохранилищах имеются базы для занятий парусным, гребным, воднолыжным и водномоторным спортом.

Зона отдыха на Заславском водохранилище (Минское море) представляет собой основное звено в системе мест кратковременного оздоровительного отдыха населения г. Минск и занимает район около 16,5 тыс. га, центральной частью которого является водохранилище.

Общая рекреационная вместимость, с учетом каскада малых водохранилищ на р. Свислочь (Криницы, Дрозды) и элементов водно-зеленого диаметра города, рассчитана на 150 тыс. человек. Зона отдыха на водохранилище Вяча расположена в 19 км от города на юго-восточном склоне Минской возвышенности и выполняет функции оздоровительного отдыха.

Рыбохозяйственное использование речных водохранилищ способствует повышению эффективности эксплуатации водохранилищ, улучшению качества воды. Рыборазведение и вылов рыбы в значительной степени утилизирует бактерио-, фито- и зоопланктон, мелкую водную растительность, а также позволяет обеспечить потребность населения в ценном белковом продукте.

Для развития рыбного хозяйства водохранилищный фонд республики используется недостаточно. За рыбным хозяйством закреплено ряд водохранилищ: Осиповичское, Чигиринское, Тетеринское, Краснослободское, Любанское, Локтыши, Браславское, Езерищенское. Наиболее продуктивными являются Осиповичское, Чигиринское и Тетеринское водохранилища.

В водохранилищах обитают такие виды рыб, как: густера, укляя, плотва, голавль, линь, красноперка, щука, окунь, ерш, пескарь, налим, жерех, карп, серебряный карась.

ТЕМА 3 РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

1. Гидрогеологическое районирование
2. Распространение основных водоносных горизонтов и комплексов пресных подземных вод и их использование
3. Минеральные, промышленные и термальные воды

Гидрогеологическое районирование

По современным представлениям (Кудельский А.В. и др.), на территории Беларуси принято выделять гидрогеологические массивы (ГМ), гидрогеологические бассейны (ГБ) и гидрогеологические районы. В пределах республики выделено 3 гидрогеологических массива, границы, распространения которых пространственно совпадают с тектоническими структурами Белорусской и Воронежской антеклиз и Украинского кристаллического щита. Гидрогеологические бассейны выделены в пределах одноименных прогибов и впадин. С относительно малыми тектоническими формами (выступами, горстами, синеклизами) связаны гидрогеологические районы. Такая схема районирования основана на принципе соответствия структурно-геологических и гидрогеологических особенностей региона.

В подземной части гидросферы бассейнов выделяются два гидрогеологических этажа, соответствующих смене поверхностных условий глубинными.

В верхнем гидрогеологическом этаже подземные воды до глубины 150-200 м на северо-востоке и 300-400 м на западе находятся в условиях интенсивного водообмена и являются пресными. Исключение составляют участки глубокого вреза речных долин, где отмечается подток минерализованных вод из глубокорасположенных водоносных горизонтов (район г. Полоцк), а также площади, примыкающие к зонам региональных разломов в Припятском прогибе (районы гг. Глуск, Речица, Петриков, Слуцк).

В условиях замедленного водообмена наблюдается закономерность в смене пресных гидрокарбонатных магниево-кальциевых и кальциевых вод на минерализованные сульфатные натриевые или сульфат-

ные кальциевые, которые сменяются в более глубоких горизонтах высокоминерализованными водами хлоридного натриевого и хлоридного кальциевого состава. Многочисленные исследования позволяют говорить о сосредоточении в этих зонах значительных запасов лечебных, промышленных и термальных вод.

Распространение основных водоносных горизонтов и комплексов пресных подземных вод и их использование

Пресные подземные воды как источник хозяйственно-питьевого водоснабжения имеют ряд существенных преимуществ перед поверхностными. Прежде всего, это более высокое качество и защищенность их от различных видов загрязнения. Кроме того, подземные воды не испытывают значительных сезонных и многолетних колебаний температуры и изменения ресурсов и во многих случаях могут добываться и использоваться в непосредственной близости от потребителя.

По состоянию на 2002 г. в республике разведано 248 месторождений и участков подземных вод. На базе утвержденных эксплуатационных запасов функционирует 147 водозаборов для водоснабжения 85 городов (по данным на 01.01.2001 г.). Кроме этого, эксплуатация подземных вод, в основном в сельской местности, осуществляется за счет использования около 400 тыс. колодцев.

Для водоснабжения могут использоваться подземные воды только тех водоносных горизонтов (комплексов), которые отличаются повышенной водопроницаемостью водовмещающих пород и характеризуются благоприятными условиями формирования эксплуатационных запасов подземных вод. Обычно из нескольких водоносных горизонтов (комплексов) того или иного района для централизованного водоснабжения перспективны один - два.

Пресные подземные воды связаны с четвертичными, палеогеновыми, верхнемеловыми, верхнеюрскими, девонскими и верхнепротерозойскими отложениями.

Наибольшие эксплуатационные запасы подземных вод связаны с четвертичными и девонскими отложениями. Меньшие запасы сосредоточены в неоген-палеогеновых, меловых, верхнеюрских и верхнепротерозойских отложениях.

На территории Беларуси *четвертичные* отложения распространены

повсеместно. В них содержатся грунтовые (безнапорные) и межморенные (напорные) воды.

Они активно эксплуатируются групповыми водозаборами в гг. Минск, Молодечно, Борисов, Вилейка, Столбцы, Жлобин, Поставы и др., а также большим количеством одиночных скважин и колодцев в сельской местности. В толще четвертичных отложений формируются пресные и ультрапресные воды с минерализацией от 0.015 до 0.7 г/дм³ и более, составляя в среднем 0.2-0.4 г/дм³, преимущественно гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава.

Неоген-палеогеновые водоносные отложения распространены в основном в на территории Белорусского Полесья. Преобладают условия, когда песчаные отложения неоген-палеогена вместе с четвертичными отложениями образуют единый водоносный комплекс. Водоносный комплекс содержит напорные воды. По химическому составу они преимущественно гидрокарбонатные магниево-кальциевые, иногда с повышенным содержанием Cl⁻ и Na⁺. Общая минерализация вод комплекса колеблется от 0.3 до 1 г/дм³, а на участках разгрузки глубинных минерализованных вод в долинах рек может достигать 1.7-6.7 г/дм³. Воды этого комплекса широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения гг. Калинковичи, Гомель, Мозырь и др.

Пресные воды *мелового* возраста развиты на большей части Беларуси и отсутствуют лишь на участках глубоких эрозионных врезов древних долин крупных рек. Воды напорные. Пресные воды меловых отложений гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией от 0.12 до 1 г/дм³. Используется для водоснабжения в гг. Быхов, Жлобин, Рогачев, Гомель, Речица, Ветка, Корма, Добруш, Кобрин, Лида, и др.

Подземные воды *юрских* отложений используемые для водоснабжения, распространены в пределах Белорусского ГМ, Брестского ГБ и Припятского ГБ. Воды напорные. По составу они гидрокарбонатные магниево-кальциевые, с минерализацией 0.2-0.9 г/дм³. Воды юрских отложений являются источником централизованного водоснабжения для гг. Гродно, Брест, Кобрин, Волковыск и др.

Подземные воды *девонских* отложений распространены в центральной северной и северо-восточной частях Беларуси, а также узкой полосой окаймляют Припятский прогиб с западной и северной стороны и Микашевичско-Житковичский выступ - с северной, и являются основным источником централизованного водоснабжения гг. Витебск, Орша, Полоцк, Городок, Слуцк, Могилев, Бобруйск, Быхов и др. Пресные воды имеют гидрокарбонатный кальциевый и гидрокарбонатный магниево-кальцие-

вый состав, с минерализацией, не превышающей 0.1-0.3 г/дм³.

Водоносный комплекс *верхнепротерозойских* отложений развит в центральной и частично юго-западной части республики, в пределах Белорусской антеклизы, Полесской седловины и их склонов. На большей части территории воды напорные. Их минерализация изменяется от 0.2 до 1.0 г/дм³, преобладает 0.3-0.8 г/дм³. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые, натриево-кальциевые и кальциево-натриевые. Подземные воды комплекса используются для централизованного водоснабжения в гг. Молодечно, Барановичи, Пинск, Лида и др.

Минеральные лечебные, промышленные и термальные воды

Минеральные воды различного химического состава и минерализации, пригодные для использования в лечебно-питьевых и бальнеологических целях, широко распространены на территории Беларуси. Приурочены они к погруженным частям Припятского, Оршанского, Брестского ГБ, Белорусского ГМ и связаны с отложениями девона, верхнего протерозоя и кембрия.

Среди них выделяются: *минеральные воды и рассолы без специфических компонентов и свойств* (группа А). Внутри данного вида по анионному составу выделены группы минеральных вод: хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные; сульфатные; хлоридно-сульфатные; сульфатно-хлоридные; хлоридные, различной минерализации и катионного состава. По соотношению катионов преобладают натриевые, кальциево-натриевые, магниевые-кальциево-натриевые, кальциевые, магниевые-кальциевые, натриево-магниевые-кальциевые и натриево-магниевые. На их основе функционирует более 70 лечебно-профилактических учреждений Беларуси и, которые используются при лечении желудочно-кишечных заболеваний, печени, нарушения обмена веществ, нервной системы, опорно-двигательного аппарата, гинекологических заболеваний, а также разливаются в бутылки для продажи населению (Минская-4, Минская-3, Случанская, Речицкая-1, Рогачевская и др.).

В южной части Припятского ГБ, вблизи г. Ельск установлены *сульфидные и сероводородные* воды и рассолы (группа В), содержащие свободный сероводород или сульфидные ионы (HS). Сульфидные рассолы с минерализацией (323.6 г/дм³) и высоким содержанием сероводорода (более 214 г/дм³) и углекислоты (до 326 г/дм³) вскрыты вблизи д. Богути-

чи.

В породах кристаллического фундамента, обогащенных радиоактивными элементами, обнаружены *радоновые* воды (группа Е). Они вскрыты в наиболее приподнятой части Белорусской антеклизы: в Мостовском, Новогрудском районах Гродненской области и др. Воды от пресных гидрокарбонатных кальциевых (магниево-кальциевых) до хлоридных натриевых. По содержанию радона данные воды классифицируются как слабо- и среднерадоновые ($R_h - 20-60$ нКи/дм³, 274-822 Бк/дм³). Радоновые воды используются для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, отдельных сердечно-сосудистых болезней. На базе одного из месторождений радоновых вод функционирует санаторий «Радон» (Гродненская область).

Борные воды открыты в пределах Оршанского ГБ (Ушачский район) и приурочены к отложениям верхнего протерозоя и среднего девона. Содержание ортоборной кислоты ($H_3 BO_3$) в них составляет 40 мг/дм³.

Железистые воды (группа Г) выявлены в зоне сочленения Припятского прогиба и Микашевичско-Житковичского выступа. Данные воды хлоридные магниево-кальциево-натриевые с минерализацией 4-5 г/дм³ и содержанием двухвалентного железа 86 мг/дм³. Из других бальнеологически активных компонентов установлен бром (до 5 мг/дм³). Данные воды могут найти применение для лечения железо-дефицитных анемий и им подобных заболеваний.

Минеральные воды с *повышенным содержанием органического вещества* хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава и малой минерализации (2.0-2.7 г/дм³) вскрыты в средние и верхнеюрских отложениях (297-399 м) на правом берегу р. Припять в 15 км юго-восточнее г. Мозырь на территории лечебно-профилактического комплекса «Сосны». Характерной особенностью данных вод является очень высокие (175-300 мг/дм³) концентрации гуминовых веществ. Используются они для лечения патологий желудочно-кишечного тракта, мочевыводящих путей, болезней обмена веществ.

Проведенные белорусскими специалистами исследования позволяют говорить о наличии в республике других групп минеральных вод гипотетического состава. Среди них вероятны гидрокарбонатно-содовые воды с относительно высокой минерализацией (до 5-10 г/дм³), которые по своим химическим свойствам являются близкими аналогами минеральной воды «Боржом».

Воды, содержащие *промышленное* количество хлористого натрия, калия, брома, йода, редких металлов, имеющие повышенную минерали-

зацию до 300 г/дм³, залегающие на больших глубинах (от первых сотен до нескольких тысяч метров), приурочены к отложениям палеозоя юго-восточной части Беларуси (Припятский ГБ). Величины концентрации рассолов, их состав и содержание различных микроэлементов обусловлены в основном широким развитием в отложениях палеозоя мощных толщ каменной соли.

В пределах наиболее погруженной части Припятской прогиба обнаружены термальные рассолы: 1) хлоридного натриевого и хлоридного кальциевого состава с высоким содержанием сероводорода; 2) хлоридно-натриевого и хлоридного кальциевого состава с повышенным содержанием брома.

Наибольшие температуры в Припятском прогибе составляют 100.5-102.2°C на глубинах более 4 тыс. м.

ТЕМА 4

НАРУШЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЧНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОСВОЕНИИ ЗЕМЕЛЬ

1. Нарушение гидродинамического режима
2. Нарушение химического состава поверхностных и подземных вод

Нарушение гидродинамического режима

Значительное влияние на *гидродинамический режим* вод оказывает осушение болот и заболоченных земель. Вследствие улучшения дренированности и ускорения отвода воды происходит снижение уровня грунтовых вод, как на осушаемых, так и на прилегающих к ним землям.

Наиболее интенсивно мелиоративные работы проводились в период с 1960-1970 гг. Например, в Брестской области в это время ежегодно осушалось в среднем около 30 тыс. га, в Гомельской и Минской областях – по 27 тыс. га, а в целом по республике – 118 тыс. га. В Витебской области максимальные темпы осушения приходились на период с 1985-1990 гг. За последнее десятилетие прирост осушенных земель резко снизился. Так, в период с 1990 по 1995 г. в республике осушалось в среднем 29 тыс. га за год. Начиная с 1995 г. количество осушаемых земель не пре-

вышло 10 тыс. га, и в 2002 г. их площадь составила 3416.8 тыс. га, или 16.4% территории республики, а сельскохозяйственные поля орошения занимали свыше 7 тыс. га.

На территории республики наибольшее количество осушенных земель приходится на Брестскую область, в которой осушительная мелиорация проведена на 22.7% территории, а в отдельных районах (Дрогиченском, Жабинковском, Ивановском) составляет более 30-35%. Высока доля осушенных земель в некоторых районах Минской (Любанском, Слуцком, Солигорском – 31.1-37.6%) и Витебской области (Шарковщинский район – 35%).

Мелиоративные работы особенно в начальной их стадии в 70-е гг. проводились без учета экологических условий и требований охраны природных комплексов. В результате чего на Полесье произошло иссушение почв, участились атмосферные засухи, поздневесенние и ранневесенние заморозки, а часть мелкозалежных торфяников в настоящее время минерализовалось, и стала непригодна для посевов.

По силе воздействия и распространению в пространстве принято выделять локальные и региональные изменения, вызванные мелиорацией. К локальным относятся изменения, отмечаемые на интенсивно осушаемых землях и в полосе, непосредственно прилегающей к болоту. Это выражается в снижении уровней грунтовых вод и в перераспределении элементов их баланса, как на объектах осушения, так и на сопредельных с ними землях, в усадке торфа и др. Региональные изменения выражаются в снижении уровней поверхностных и грунтовых вод на значительной территории и сопровождающиеся не только перераспределением баланса грунтовых вод, но и изменением соотношения уровней грунтовых и напорных вод.

Мелиоративные мероприятия оказывают сильное антропогенное воздействие на малые реки. При осушительной мелиорации малые водотоки часто используют в качестве водоприемников мелиоративной сети. При регулировании рек в качестве водоприемников изменяется густота русловой сети за счет мелиоративной, увеличивается или уменьшается длина водотоков, часто меняются и характеристики потока. После регулирования рек чаще всего увеличиваются скорости потока и уменьшаются глубины русел. Установлено, что на территории Беларуси малые реки на протяжении 7.2 тыс. км полностью выправлены и зарегулированы, а их поймы практически полностью распаханы. В результате более 500 малых рек претерпели существенные изменения в водности, русловом режиме, потеряли гидравлическую связь с питающими грунтовыми водами.

Типичными примерами такого воздействия являются поймы рр. Бобрик, Морочь, Лань, Ясельда и др.

Существует ряд общих закономерностей, обуславливающих изменение режима грунтовых вод под влиянием мелиораций с определенными типами территорий.

Отличительной особенностью территории Белорусского Полесья является отсутствие выдержанных водоупоров, в связи с чем водоносные горизонты различного возраста образуют единый водоносный комплекс. Осушение болот приводит к снижению уровней подземных вод на значительных расстояниях от массива (до 6-7 км). Так, по результатам исследований мелиорированных территорий Полесья, были выявлены изменения в уровненом режиме грунтовых вод, глубины, залегания которых увеличились с 1 до 2-3 м. При этом они первоначально носили локальный, но со временем приобрели региональный характер.

Нарушение химического состава поверхностных и подземных вод

Активное сельскохозяйственное освоение земель сказывается и на химическом составе поверхностных и подземных вод. Его изменения в той или иной степени прослеживаются во всех геохимических провинциях Беларуси и зависят главным образом от четырех факторов: изменения направленности и интенсивности почвообразовательных процессов на мелиорированных землях; увеличения содержания техногенных элементов в атмосферных осадках и изменения их свойств; закономерного повышения доз удобрений и других химмелиорантов, применяемых на территории водосборов, степени освоенности водосбора (лесистость, заболоченность, распаханность и т.д.).

Одной из существенных причин, влияющих на режим рек, водоемов, подземных вод, развитие эрозионных процессов, климатические условия выступает обезлесивание территорий и увеличение распаханности водосборов.

Для территории Беларуси содержание химических элементов в речных водах колеблется в значительных пределах (мг/дм³): Ca²⁺ - 10-86; Mg²⁺ -2-38; Na+K -0.1-70; HCO₃⁻ -32-270; SO₄²⁻ -1-30; Cl⁻ -0-125; Fe_{общ} -0.01-12; сумма ионов – 50-470.

Существует прямая зависимость между химическим составом речных вод и степенью мелиорированности и освоенности водосборов. Установлено, что изменение удельного веса осушенных земель на 1% при-

водит к увеличению минерализации вод на 13.6 г/дм^3 , за счет роста ионов Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} .

Антропогенное эвтрофирование проявляется и в развитии сине-зеленых водорослей, которые вызывают «цветение воды». Сине-зеленые водоросли достаточно ядовиты и выделяют в водную среду токсины. В результате ухудшается качество воды, изменяется кислородный режим, термогидродинамические, морфометрические характеристики водоема. Особенно это проявляется в реках с замедленными скоростями течения. В результате исчезают ценные виды рыб, ухудшается эксплуатация гидроузлов, снижается рекреационная значимость водоема, возможны отравления токсинами водорослей животных и человека.

Широкое развитие на территории республики получили эрозионные процессы, возникновение которых обусловлено особенностями рельефа, характером почвообразующих пород и интенсивной антропогенной нагрузкой.

В республике водной и ветровой эрозии подвержено 424.8 тыс. га или 7.5% общей площади обрабатываемых земель. При этом на долю водной эрозии приходится 84%, а дефляции 16% эрозионной деградации почвенного покрова. Из общей площади почв, подверженных водной эрозии, 238.0 тыс. га (67%) - слабоэродированные, 97.3 тыс. га (27%) – среднеэродированные и 20.4 тыс. га (~ 6%) – сильноэродированные. На долю слабодефлированных почв приходится 57.9 тыс. га (84%), на средне- и сильнодефлированные – 10.5 тыс. га (15%) и около 0.5 тыс. га (1%) соответственно.

Водно-эрозионные процессы преобладают в Витебской, Минской, Могилевской и Гродненской областях (73.8-98.5% из общей площади эродированных и дефлированных почв). В Гомельской области наиболее распространены дефляционные процессы, которые обусловлены характером рельефа и почвенно-климатическими условиями (76.6% или 23.7 тыс. га от общей площади эродированных и дефлированных почв).

С обрабатываемых склонов или открытых массивов с осушенными торфяниками и минеральными легкими по гранулометрическому составу почвами ежегодно выносятся от 0.1 до 100 и более т/га почвы. С жидким стоком, смываемой и выдуваемой почвой ежегодно теряется в среднем (кг/га): 150-180 - гумуса, 8-10 – азота, 5-6 – фосфора и калия. Например, в Могилевской области, для водосборов рр. Беседь и Сож отмечено поступление азота и фосфора в количестве 9.7 и 9.3 кг с 1 га водосбора соответственно.

Изменения химического состава свойственно и для грунтовых вод

Осушение и последующее активное вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот вызывает изменение, как состава, так и свойств болотных вод. Под влиянием осушения происходит увеличение минерализации, растет щелочность, увеличивается содержания кальция, магния, фосфатов, гидрокарбонатов. Минерализация болотных вод, содержание отдельных элементов подвержено сезонным изменениям и на неосушенном болоте отмечается плавный ход возрастания минерализации от весны к осени. На осушенных же землях сезонная динамика носит скачкообразный характер.

После обвалования и создания польдерных систем происходит трансформация ландшафтно-геохимических условий поймы, изменяется структура почвенного покрова. Осушение и освоение земель меняет направленность почвообразовательных процессов. Восстановительные процессы сменяются окислительными. Создание оптимальных условий водно-воздушного режима в пойме усиливает разложение органического вещества почв с образованием легкорастворимых минеральных веществ. Под влиянием почвенных микроорганизмов происходит разрушение органического вещества (гумуса и торфа) и его минерализация, конечным продуктом которой являются сульфаты, азотсодержащие и др. минеральные соединения. Последние легко растворяются и нисходящим током вод переносятся в расположенные ниже горизонты, а затем в почвенно-грунтовые воды, состав которых значительно отличается от вод, сформировавшихся на целинных землях. Такие изменения отчетливо прослеживаются на участках с максимальным количеством внесенных удобрений в пределах мелиорированной поймы р. Припять, где произошла трансформация типа вод и наряду с гидрокарбонатными кальциевыми водами формируются воды со сложным сульфатно-хлоридным и сульфатно-нитратным кальциево-натриевым составом. Наблюдается увеличение их минерализации ($0.3-1.2 \text{ г/дм}^3$) за счет роста концентраций Cl^- (до 0.18 г/дм^3), SO_4^{2-} (до 0.24 г/дм^3), Ca^{2+} ($0.073-0.23 \text{ г/дм}^3$), NO_3^- (0.6 г/дм^3), которые часто становятся преобладающими. Также возрастает содержание NH_4^+ -иона до $1.4-2.6$, иногда и до 11 мг/дм^3 , а pH изменяется в пределах $6.0-6.9$.

Неблагоприятное воздействие на поверхностные и подземные воды оказывают крупные *агропромышленные животноводческие и птицеводческие комплексы*. Загрязнение поверхностных и подземных вод в их пределах может происходить в результате сброса недостаточно очищенных и обеззараженных сточных вод в водоемы, фильтрации их в грунт и с поверхностным смывом из мест накопителей и при утилизации жидких

стоков на сельскохозяйственных полях орошения. Практика использования сточных вод для орошения полей, показала, что в случае превышения их нормы внесения происходит в основном азотное загрязнение подземных вод. В отходах промышленного животноводства содержатся хлориды, сульфаты, фосфаты, тяжелые металлы и др. химические элементы и при длительном орошении, почвы насыщаются этими соединениями. Происходит их засоление, что в итоге сказывается на качестве грунтовых вод, степень изменения которых зависит от защитных возможностей зоны аэрации. Кроме того, вблизи животноводческих комплексов загрязняющие вещества встречаются и в глубоко залегающих напорных водах на глубинах 10-15, иногда 60 и более метров. Такой вид загрязнения подземных вод имеет место во многих районах Беларуси.

В районе массива орошения совхоза-комбината «Союз» (Гомельский район) в водах грунтовых и напорных горизонтов (межморенный березинско-днепровский и палеогеновый) было отмечено содержание нитратов (0.02-0.78 г/дм³) и аммиака (1.9-21.9 мг/дм³), превышающее допустимое, а также повышенное значение сухого остатка (1.2 г/дм³) в грунтовых водах. Подобные изменения выявлены в Каменецком (совхоз «Беловежский») и Брестском районах (совхоз «Западный»), где в водах межморенных сожских и днепровских отложений, содержание аммиака колебалось от 4.86 до 18 мг/дм³, а содержание нитратов изменялось от 58 до 632 мг/дм³. На полях орошения животноводческими стоками в пределах мелиоративной системы «Замошье», было установлено, что в верхней зоне грунтовых вод произошел рост NO₃⁻ с 2-5 до 50-90, Cl⁻ с 5-8 до 100-180, NH₄⁺ с 0.1-0.5 до 5-18 мг/дм³.

При орошении навозными стоками в почвах также происходит изменение, в сторону увеличения, содержания микроэлементов (Mn, Cu, Co, Ni, Cr и др.).

ТЕМА 5

КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИСТОЩЕНИЕ РЕЧНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННО- УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ

1. Качественное состояние речных и подземных вод
2. Количественное истощение водных ресурсов

Качественное состояние речных и подземных вод

Значительные изменения качественного состава речных и подземных вод происходят в районах промышленно – урбанизированных территорий, а также месторождений энергетического сырья.

Для урбанизированных территорий республики наиболее характерно коммунально-бытовое и загрязнение, связанное с промышленным производством. С ними ассоциируется химическое, бактериальное и тепловое загрязнение вод.

Основными компонентами коммунально-бытового загрязнения являются органические вещества и продукты их распада, азотные соединения, хлориды, сульфаты.

Тепловое загрязнение формируется в основном в результате утечек из теплотрасс теплоносителя. Увеличение температуры подземных вод повышает их растворяющую способность и способствует сохранению в водах бактериального загрязнения.

К загрязняющим компонентам промышленных районов относятся фенолы, пестициды, детергенты, НП, тяжелые металлы, соли и др.

Основными источниками загрязняющих веществ поверхностных водных объектов являются сточные воды. Как правило, наибольший их объем поступления связан с жилищно-коммунальным хозяйством, на долю которого приходится около 60% стоков, а доля промышленных и сельскохозяйственных стоков не превышает 30 и 15% соответственно. За период с 1985 по 2002 г. наметилась тенденция явного снижения сбросов сточных вод, хотя их объемы, содержащие загрязняющие вещества остаются достаточно внушительными.

Максимальные объемы сточных вод приходятся на Минскую область. Значительное их количество отводится в Гомельской области.

Наибольшее количество сточных вод содержащих загрязняющие

вещества приходится на г. Минск. Несколько меньше на областные центры гг. Могилев, Гомель и Гродно. В гг. Брест и Витебск их объемы наименьшие по сравнению с остальными областными центрами. Как правило, доля загрязненных сточных вод колеблется от 90 до 99% от общего объема сточных вод.

Характерными примерами воздействия на гидросферу крупных промышленных районов могут служить: Солигорский, Светлогорский, Гомельский и др.

Источником химического загрязнения в Солигорском горнопромышленном районе служат твердые и жидкие галитовые отходы с присутствием в них аминов, которые образуются при производстве калийных удобрений и поступают на участки складирования - солеотвалы и шламохранилища, где накапливаются в твердом виде преимущественно легкорастворимые соли и хлоридные натриевые насыщенные рассолы с минерализацией до 350 г/дм^3 , что создает благоприятные условия для миграции солей в породы и подземные воды. Уже произошло засоление подземных вод на площади около 15.0 км^2 и на $100 - 200 \text{ м}$ вглубь геологического разреза, а максимальные концентрации азота амонийного, соединений меди, никеля, фенолов, НП, превышают ПДК в 2 - 30 раз.

Значительное загрязнение грунтовых вод отмечалось на территории Светлогорского промышленного объединения «Химволокно», в которых выше допустимых пределов обнаружены (мг/дм^3): цинк (3.44-4.77), сульфаты (990.2-1427.7), НП до 1.43, железо - до 10.09, марганец (2.25-2.84). В водах нижне-среднеплейстоценового водноледникового горизонта также отмечается загрязнение, превышающее ПДК по отношению к фоновому составу по марганцу ($0.6-2.86 \text{ мг/дм}^3$) и НП ($0.6-0.7 \text{ мг/дм}^3$).

Наибольшую опасность загрязнения подземных вод на территории Гомельского химического завода представляют отвалы фосфогипса (площадь 56 га) особенно свежие, при уплотнении которых отжимается рапа содержащая хлориды, сульфаты, кальций, ртуть. Под отвалами фосфогипса и цехами завода в грунтовом водоносном горизонте, залегающем на глубине до 5.5 м, сформировалась единая зона загрязнения, длиной порядка 4.5 км и шириной от сотен метров до 1.7 км, вытянутая в широтном направлении. Загрязнение наблюдается также в водах подморенного и палеогенового горизонтов. Кроме того, отжимаемый рассол скапливается в болоте, где заполняется дождевыми и талыми водами, стекающими со склонов отвалов и далее по временному водотоку попадающими в ручей Рандовский и затем в р. Уза, загрязняя их.

Значительную опасность представляют сточные воды предприятий

машиностроения и пищевой промышленности.

Сточные воды молочной и маслосыродельной промышленности, образующиеся в результате различных технологических операций, содержат большое количество загрязнений органического и минерального происхождения. Среди стоков пищевых предприятий сточные воды крахмальных, спиртовых и пивоваренных заводов отличаются наиболее высокой концентрацией органических веществ и биогенных элементов. При их сбросе нарушается кислородный режим водоёма, а поступление значительных количеств азота и фосфора вызывает вторичное загрязнение воды.

Сточные воды предприятий машиностроения содержат большое количество масел и НП, взвешенных веществ, солей тяжёлых металлов, кислот и щелочей.

Широкое распространение получило загрязнение подземных вод, связанное с нефтепоисковыми работами. Так, на площадках строительства нефтяных скважин в Припятском прогибе происходит загрязнение поверхностных и подземных вод НП, поверхностно-активными веществами (ПАВ), представляющими собой органические вещества, получаемые в основном из углеводов, спиртов, фенолов, моющих веществ и обладающие высокой проникающей способностью, высокоминерализованными рассолами, фенолами и др. химическими реагентами. Источниками их поступления в природные водоёмы являются земляные амбары, скважины, резервуары-отстойники, трубопроводы. Глубина проникновения загрязняющих компонентов варьирует от нескольких метров до 10-15, иногда 30-50 м, а площадь ореола загрязнения изменяется от 0.1 до 4 га. При этом загрязнение прослеживается в течение более чем 15 лет. Загрязнение подземных вод ПАВ обнаружено на глубине 30 м и на расстоянии 300 м от источника загрязнения. При этом ПАВ способны передвигаться с грунтовыми водами на расстояния до нескольких километров.

В общем виде различают два вида нефтяного загрязнения. К первому виду относится загрязнение, возникающее в результате просачивания сырой нефти. Загрязнение второго вида наблюдается при поступлении в водоносные горизонты минерализованных пластовых и сточных вод, содержащих нефтяные углеводороды и отдельные продукты нефтехимического синтеза. Первый вид загрязнения обычно характерен для грунтовых вод, второй - для грунтовых и пластовых вод до глубины 300 м. Формирование ореола загрязнения первого вида происходит в два этапа. Первый этап соответствует просачиванию нефти через зону аэрации под действием силы тяжести. Длительность его зависит от общего количества нефти,

поступающей на земную поверхность, ее физических свойств и фракционного состава, мощности зоны аэрации, литолого-петрографического состава пород. Второй этап формирования ореола нефтяного загрязнения первого вида соответствует образованию геохимической аномалии в самой верхней части водоносного пласта, что главным образом обуславливается преобладающей плотностью сырых нефтей (0.97 г/см^3). В пределах аномалии выделяется 3 самостоятельные зоны. В первой зоне нефть находится в виде пленки, толщина которой зависит от ее плотности и количественного поступления из зоны аэрации. Во второй зоне наблюдается образование эмульсии воды в нефти и далее по потоку - нефти в воде. В формировании ореола нефтяного загрязнения подземных вод первого вида большое значение имеют сорбционные процессы.

При нефтяном загрязнении второго вида наблюдается формирование хлоридных натриевых (кальциевых) вод содержащих растворенные нефтяные углеводороды и ПАВ. В зависимости от соотношения плотностей сточных и природных подземных вод, литолого-петрографического состава водоносных пород техногенные аномалии нефтяных углеводородов и ПАВ могут охватывать водоносный пласт на всю его мощность, развиваться в верхней или нижней его части.

Неоднозначное воздействие на качество поверхностных и подземных вод оказала авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), произошедшая в 1986 году. Значительному загрязнению радионуклидами подверглись поверхностные воды. Установлено, что максимальные концентрации ^{90}Sr в крупных реках наблюдались через год после аварии по причине его перемещения по системе притоков рек и взаимодействия с донными отложениями притоков. Серьезному радиоактивному воздействию подверглись водные организмы (рыбы, водоросли, моллюски), в основном за счет воды и донных отложений. В последующие годы основным источником поступления нуклидов в реки был смыв их поверхностным стоком.

Литературные данные свидетельствуют, что на водозаборах рек территории подвергшихся радиоактивному загрязнению в период с 1987-1999 г. произошло значительное уменьшение концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr . Например, среднегодовые концентрации ^{137}Cs , по состоянию на 1996 г. в р. Припять уменьшились в 7 раз, в р. Сож – в 26 раз и составили 0.04 и 0.048 Бк/дм³ соответственно. В 1999 г. для этих же рек они равнялись 0.019 и 0.017 Бк/дм³. Повышенные концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в основном характерны для донных отложений и водной растительности. Воды же обладают способностью к самоочищению, за счет постоянной смены водной массы.

В подземные воды радионуклиды могут попадать в результате инфильтрации атмосферных осадков или речных вод. В целом, в подземных водах содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr значительно ниже, чем в поверхностных и практически никогда не превышает ПДК.

Количественное истощение водных ресурсов

На территории Беларуси основными причинами количественного истощения и недостатка водных ресурсов являются:

- интенсивная эксплуатация водных ресурсов (чрезмерный водоотбор);
- разработка месторождений полезных ископаемых;
- потери воды при транспортировке.

Наиболее распространенными последствиями истощения ресурсов подземных вод являются: осушение колодцев, прекращение излива скважин, исчезновение родников, а при наличии гидравлической связи подземных вод эксплуатируемого горизонта с поверхностными водами - изменение гидродинамических характеристик последних.

Как правило, интенсивная эксплуатация водных ресурсов, в частности подземных вод, связана с воздействием сосредоточенного водоотбора, особенность воздействия которого заключается в мощном локальном возмущении водоносного горизонта. Это возмущение, непрерывно развиваясь в пространстве, постепенно вовлекает в свою сферу выше- и нижележащие водоносные горизонты, поверхностные водоемы и водотоки. В результате длительного водоотбора формируются глубокие депрессионные воронки, представляющие собой трехмерный перевернутый конус вокруг скважины, характеризующий объем воды извлеченной в результате водоотбора, в эксплуатируемом и смежных с ним водоносных горизонтах. Происходит сокращение или полное прекращение подземного стока и фильтрации поверхностных вод.

Значительное число рек с заметно изменённым режимом стока приурочено к центральной части Беларуси, где вследствие интенсивной эксплуатации подземных вод образовались обширные депрессионные воронки.

Особенно существенное воздействие сосредоточенный водоотбор оказывает на малые и очень малые реки. Это приводит к пересыханию и превращению малых водотоков во временные. Примером этого может служить пересыхание малых рек в районе гг. Минск, Могилев, Витебск и

др. Например, в черте г. Минск и его окрестностях некоторые водотоки настолько изменились, что их в настоящее время без специальных исследований даже трудно найти на местности. Так, практически исчезли рр. Немига, Переспа и ряд др. малых водотоков.

В крупных промышленных районах депрессионные воронки отдельных водозаборов могут сливаться, образуя обширные понижения уровней подземных вод. Например, в районе г. Минск в водоносном поозерском терригенном комплексе депрессионные воронки водозаборов слились в единую региональную депрессию, размеры которой в субширотном направлении составили 40 км, в субмеридианальном - 30 км, а общая площадь составила 750 км². В водоносном днепровско-сожском водноледниковом комплексе также сформировалась единая депрессионная воронка, размеры которой с востока на запад составили 2 км, а с севера на юг - 42 км.

Аналогичное влияние на гидрогеологическую обстановку оказывает сосредоточенный водоотбор, сопровождающий *открытую разработку месторождений полезных ископаемых*. Водоотливы из карьеров создают общее снижение уровней взаимосвязанных водоносных горизонтов, образующих в районе карьеров депрессионные воронки с радиусами, исчисляемыми километрами. В результате иссякают источники, колодцы и скважины, пересыхают пруды и заболоченные участки. В настоящее время на территории республики крупные карьеры действуют в Витебской и Брестской областях, где разрабатываются доломиты, добываются граниты. Так, снижение уровней подземных вод от карьера «Гралево», имеющего водоотбор порядка 370 тыс. м³/сут, отмечено на расстоянии более 10-12 км, а общая воронка депрессии от работы трех карьеров месторождения «Руба» и трех водозаборов имеет радиус около 25 км. За 7 лет разработки карьера строительного камня «Микашевичи» радиус влияния составил 1.3-1.5 км.

Водоотлив при добыче полезных ископаемых в условиях взаимосвязи поверхностных вод с подземными может приводить к изменению речного стока. Примером такого влияния может служить добыча доломитов на месторождении «Руба». Исследованиями было установлено, что в результате водоотлива из карьера произошло сокращение стока рр. Западная Двина и Витьба на 480 и 11.4 тыс. м³/сут.

Серьезное влияние сосредоточенный водоотбор оказывает на инженерно-геологические условия. Снижение уровней подземных вод, уменьшение пластового давления в результате интенсивного отбора воды вызывают просадки поверхности земли. Особенно заметно это прояви-

лось в районе г. Минск, на который приходится максимальный в республике водоотбор, где, на водозаборе «Новинки» снижение поверхности земли составило 0.5-0.6 м.

Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к ухудшению их качественного состояния. Показательным примером в этом отношении является практика интенсивного использования для хозяйственно-питьевых и промышленных целей подземных вод в г. Полоцк, где при эксплуатации произошло ухудшение качества воды эксплуатируемого водоносного горизонта за счет подтягивания минерализованных вод. Подобные изменения, связанные с подтоком минеральных вод наблюдаются и на некоторых других водозаборах, например в гг. Солигорск, Барановичи.

Одной из причин недостаточного количества воды являются ее потери при транспортировке. В республике наибольшее количество воды теряется в сфере жилищно-коммунального хозяйства крупных городов. За период с 1985 по 2000 г. потери воды постоянно возрастали, и если в 1985 г. они составили 1.5%, то в 2000 г. – 6.2% (117 млн. м³) от общего водоотбора. При этом наибольшие потери приходились на Минскую область (46 млн. м³), а наименьшие на Брестскую (10 млн. м³) и Гродненскую (11 млн. м³). В других областях наблюдается приблизительно равное соотношение (15-19 млн. м³).

ТЕМА 6

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАЧЕСТВО ВОД ОЗЕР, ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ

1. Качественное состояние вод озер и прудов
2. Состояние вод водохранилищ и их взаимодействие с окружающей средой

Качественное состояние вод озер и прудов

Озёрные водоёмы отличаются чуткостью к проявлению антропогенных воздействий и способностью быстро перестраиваться в условиях интенсивного хозяйственного воздействия. В первую очередь это касает-

ся многочисленных озёр, окружённых распаханными угодьями, расположенных вблизи городов и принимающих городские коммунальные и промышленные стоки.

Поставщиками загрязняющих веществ служат также отходы животноводческих ферм и многих предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственное сырьё.

Минеральные и органические удобрения служат источником таких питательных веществ, как фосфор, азот, калий. С сельскохозяйственных угодий в озёра поступают также пестициды, гербициды, хлор и др., что выражается в увеличении минерализации воды и концентраций ионов HCO_3^- , Ca^{2+} , и др.

Значительное количество озёр Беларуси в той или иной степени подвержены влиянию хозяйственной деятельности. Мелиоративные работы выступают в качестве одного из ведущих факторов, влияющих на озерные экосистемы. Может происходить понижение уровня воды и нарушение всей экосистемы. В поверхностном слое развиваются сине-зеленые водоросли, а мелководные озера зарастают.

В озерах-водоприемниках мелиоративных вод происходит рост минерализации за счет ионов Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , перенасыщение кислородом в эпилимнионе в летнее время (140-170% насыщения), вода приобретает щелочные свойства (рН 8.6-9.0).

Примерами озерных водоемов, подвергшихся сильному загрязнению с признаками экологических нарушений, могут служить озёра Лесковичи и Круглик в Шумилинском районе, Забельское - в Глубокском, Потех и Святцо - в Браславском и др.

Существенному влиянию в результате мелиоративных работ подверглись озера, расположенные на территории Полесья, где около 90% их являются водоприемниками дренажных вод, а около трети водоемов используется для орошения земель. На берегах многих озёр располагаются насосные станции, регулирующие забор и сброс воды. Мелиорация земель на многих озерах вызвала сокращение водосборных площадей и понижение уровней воды (оз. Червоное, Олтушское, Дикое, Мульное).

Проведение мелиоративных работ и бесконтрольная сработка оз. Червоное привели к его зарастанию, нарушению уровня режима, а ухудшение газового режима вызвало снижение рыбопродуктивности. В результате исчезли или утратили свое промысловое значение язь, налим, лещ. Отмечено увеличение в 2-3 раза годового стока по сравнению с до-мелиоративным периодом. Недоучет техногенных трансформаций притока с водосборной территории, экологически ненормированное водопо-

требление вызвало понижение уровня озера.

Изменения гидрологического и гидрохимического режимов имеют место при строительстве на базе озер водохранилищ. С одной стороны, это играет положительную роль, т.к. приводит к омолаживанию экосистем. Сокращаются площади органических отложений, которые заменяются минеральными, уменьшаются площади зарастания высшей водной растительностью, увеличивается прозрачность и др. С другой, изменяются природные условия. Происходит подъем уровня воды за счет искусственного подпора регулирующих плотин, изменяется проточность, перераспределяется сток и др. Так, при создании водохранилищ Лепельского, «Дружба народов», Погост и др., в которых уровень воды был поднят до 5.6 м наблюдались изменения во всем комплексе их побережий, что привело к смене существующих ландшафтов. В озерах-охладителях тепловых электростанций (оз. Белое, Березовская ГРЭС и оз. Лукомское, Лукомская ГРЭС) произошло искусственное зарегулирование стока, поднятие уровня воды на 0.3 и 1.5 м соответственно. Кроме того, изменилась температура вод, особенно около сбросных сооружений (оз. Белое – 38.3°C, оз. Лукомское – 29.9°C), при этом по акватории выделяются зоны постоянного в течение года подогрева воды относительно естественной на 1-8°C.

Мощное загрязнение на окружающую среду агроландшафта создает промышленное животноводство. Исследования сточных вод и почв в зонах действующих свинокомплексов показало, что в них создается специфический гидрохимический режим, при котором значительно возрастает по отношению к природному фону общая концентрация солей, азота и фосфора.

Добыча сапронелей приводит как к омолаживанию, так и нарушению естественного состояния озерных систем, в которых он добывается. С одной стороны, происходит улучшение газового режима высокоэвтрофных озер, сокращение содержания органического вещества в воде, увеличение глубины и др. Однако при производстве работ, особенно нарушений технологии добычи и т.д. происходит загрязнение береговой полосы, понижение уровня, обеднение водоема питательными веществами, изменение мест обитания бентальных организмов и высших водных растений.

Загрязнение *прудовых вод* связано с их загрязнением промышленными и бытовыми стоками, а также поступлением солей из солеотвалов, как, например, в некоторых прудах Солигорского и Слуцкого районов Минской области. Характерной особенностью этих прудов является де-

фицит растворенного кислорода у дна.

Загрязнение прудовых вод происходит также в результате попадания в них стоков, отводимых с сельскохозяйственных угодий. Они содержат значительное количество природных солей, удобрения и ядохимикаты, которые нарушают гидрохимический и биологический режимы, способствуют развитию микроскопических планктонных водорослей, вызывают цветение воды.

В результате аварии на ЧАЭС произошло загрязнение непроточных водоемов. К настоящему времени, по уровню загрязнения отмечается практически равновесное состояние при выраженных сезонных колебаниях концентраций радионуклидов в воде и растительных и животных организмах.

В озерах радионуклиды сосредоточены преимущественно в донных отложениях, после отмирания донной растительности, и биоте. Для озерных водных систем, расположенных в загрязненной зоне и выведенных из антропогенного процесса, проявляется тенденция к их зарастанию за счет неуправляемого роста биоты. Это способствует в определенной мере процессу очищения воды от ^{137}Cs и ^{90}Sr при одновременном возрастании радиоактивности донных отложений.

Состояние вод водохранилищ и их взаимодействие с окружающей средой

В пределах водохранилищ формируется новый ландшафт, развитие которого как природно-технической системы во многом определяется хозяйственной деятельностью человека. Происходит изменение гидрохимических, гидродинамических и микроклиматических условий прилегающих к водохранилищу территорий.

Наиболее распространенными источниками, влияющими на гидрохимический режим вод водохранилищ, являются городские, промышленные и сельскохозяйственные стоки. Подобные изменения наблюдаются во многих водохранилищах Беларуси. Так, в водах Осиповичского водохранилища были установлены значительные концентрации аммонийного азота (до 9.52 мг/дм^3), фосфора (1.5 мг/дм^3) и органического вещества ($\text{БПК}_5 > 6 \text{ мг/дм}^3$), вследствие поступления в него городских стоков. В водохранилище Волчковичском (верховье р. Птичь), принимающего приточные загрязненные воды крупного поселка, БПК_5 составляло 11 мг/дм^3 . Сильным антропогенным изменениям подвержено Солигорское водохра-

нилище, засоляемое отходами калийных комбинатов. В его водах было зафиксировано повышенное содержание сульфатов ($33-38 \text{ мг/дм}^3$), хлоридов ($30-38 \text{ мг/дм}^3$), гидрокарбонатов ($215-232 \text{ мг/дм}^3$), а некоторые показатели (по азоту аммонийному – 1.3 мг/дм^3 , соединениям меди – 0.012 мг/дм^3 , никелю – 0.022 мг/дм^3) превышали ПДК в несколько раз. Показательными примерами изменения гидродинамического режима подземных вод, рек и некоторых элементов водного баланса являются Гезгальское (Дятловский район Гродненская область, объем – 1.22 млн. м^3 , площадь – 1.22 км^2) и Солигорское водохранилища. В процессе их строительства и эксплуатации были выявлены следующие изменения:

- в период строительства, при сооружении чаши водохранилища (углубление и расширение долины) наблюдалось небольшое увеличение речного и подземного стоков за счет сработки статических запасов в бортах долины;

- в период наполнения водохранилища происходило уменьшение всех категорий стока и формирование подпора грунтовых вод;

- в период эксплуатации, после формирования подпора грунтовых вод, отмечалось некоторое увеличение подземного и речного стоков, хотя они оставались ниже нормы на 40-50%.

Образование подпора грунтовых вод при наличии водопроницаемых грунтов и гидравлической связи между водохранилищем и верхними водоносными горизонтами может являться причиной подтопления прилегающих к водохранилищу территорий. В результате подтопления изменятся водный режим почво-грунтов, почвообразовательный процесс, растительность и т.д.

В процессе подтопления выделяют 3 стадии: наполнения водохранилища, направленного изменения природы побережья и стабилизации процесса подтопления.

В зоне влияния водохранилищ могут возникать новые микроклиматические условия. Они проявляются в изменении радиационного баланса, температуры и влажности воздуха, ветрового режима и осадков. Степень влияния водоемов на прилегающую сушу уменьшается по мере сокращения их размеров и объемов, и в то же время соответственно возрастает обратное влияние суши на водоем.

На рыбопродуктивность речных водохранилищ большое влияние оказывает колебание уровня воды. Работа ГЭС, забор воды на хозяйственные нужды в период нереста вызывает резкое понижение уровня, что ведет к гибели икры рыб на мелководьях. Большой урон рыбному стаду наносится в период заморозов, которые наблюдаются зимой в связи с

большой сработкой воды в осенний период.

ТЕМА 7

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЗАЩИТА РЕЧНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИСТОЩЕНИЯ

1. Факторы защищенности подземных вод
2. Защита речных и подземных вод от качественного и количественного истощения

Факторы защищенности подземных вод

По сравнению с поверхностными подземные воды в целом лучше защищены от загрязнения более или менее мощной толщей пород. Однако грунтовые воды, не имеющие водоупорной кровли, защищены в меньшей мере, чем глубокие подземные воды, и обычно воспринимают основную часть техногенных загрязнений с поверхности. Из грунтовых вод загрязнения могут проникать в глубоко залегающие водоносные горизонты, в случае понижения в них напоров, наличия «гидрологических окон» (участков, где нарушается сплошность водоупорного пласта) в их кровле и др.

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

К основным природным факторам относятся: наличие в разрезе пород слабопроницаемых отложений; глубина залегания подземных вод; мощность, литология и фильтрационные свойства пород, перекрывающих водоносный горизонт; поглощающие свойства пород; соотношение уровней исследуемого и вышележащего водоносных горизонтов.

К техногенным факторам относятся условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли (хранение отходов в накопителях, шламохранилищах, сброс сточных вод на поля фильтрации, орошение сточными водами и др.) и определяемый этими условиями характер проникновения загрязняющих веществ в подземные воды.

К физико-химическим факторам относятся специфические свойства загрязняющих веществ, их миграционная способность, сорбируемость вещества, взаимодействие загрязняющих веществ с породами, время распада, или химическая стойкость загрязняющего вещества с подземными водами.

Основная техногенная нагрузка приходится на грунтовые воды и воды первых от поверхности напорных горизонтов, поэтому взаимосвязь данных вод представляет особый интерес.

Водовмещающими породами для грунтовых вод Беларуси служат пески различного гранулометрического состава – от тонких до крупнозернистых и гравелистых. Воды этих отложений имеют свободную поверхность и лишь на участках распространения линз и прослоев суглинков, супесей, глин создаются местные напоры (2-3 м). Во время весенних и осенних паводков воды могут достигать дневной поверхности, а иногда устанавливаются и выше, образуя болота.

На большей части территории республики грунтовые воды не защищены, так как мощность зоны аэрации незначительна (в основном от 1-3 до 5 м) и сложена песчаными отложениями с хорошими фильтрационными свойствами.

На территории Беларуси первый от поверхности напорный горизонт гидравлически связан с грунтовыми водами. Это предопределяет возможность поступления загрязняющих веществ из грунтового в нижележащие водоносные горизонты.

Для техногенного ореола, сформировавшегося после аварии на ЧАЭС, выделено 3 категории защищенности грунтовых вод, основанные на времени перемещения ^{90}Sr : условно защищенные, условно менее защищенные и условно не защищенные. Для первой категории время миграции ^{90}Sr составляет более 100 лет, для 2-ой – от 30 до 100 лет, для 3-ей – менее 30 лет.

Защита речных и подземных вод от качественного и количественного истощения

Защита речных и подземных вод от загрязнения, в целом сводится к применению мероприятий *общего* и *специального* характера.

К мероприятиям *общего* характера относятся установление водоохранных зон по берегам рек и в окрестностях водозаборов.

Водоохранные зоны и прибрежные полосы, выделяемые по берегам рек, способствуют улучшению водного режима и санитарного состояния вод. В состав водоохранной зоны включаются, как правило, пойма, часть долины реки и крутые склоны коренного берега, а также крутые ложбины, балки и овраги, непосредственно впадающие в речную долину.

В условиях городов в состав водоохранных зон включаются территории, формирующие поля загрязнений (промпредприятия, многоэтажная жилая застройка и т.д.), и территории, выполняющие в различной степени saniрующие функции (жилые территории с приусадебными участками, спортивные сооружения, зеленые насаждения и т.д.).

В целях предотвращения загрязнения в окрестностях водозаборов подземных вод устанавливаются зоны санитарной охраны, в которой обычно выделяют три пояса: I – строго режима и II и III – зоны ограниченного режима. В Беларуси санитарно-эпидемиологические требования по организации и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения регламентируются санитарными правилами и нормами (СанПиН) «СанПиН 10-113 РБ 99. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения».

Большое внимание вопросам охраны речных и подземных вод уделяется при мелиорации земель. Общими направлениями, предусматривающими или снижающими отрицательное влияние, являются предотвращение возможных последствий изменения водного режима, создание польдерных систем, сохранение естественного режима на отдельных участках водотоков, восполнение запасов подземных вод, создание водохранилищ, использование дренажного стока на орошение прилегающих территорий.

Наиболее важным мероприятием по охране водной среды является посадка лесных полос и лесных массивов в верховьях рек. В дополнение к таким посадкам рекомендуется создавать водоохранные зоны шириной до 0,5 км, в которые включают всю пойму реки. В водоохранной зоне организуются мероприятия агротехнического, лесотехнического, санитар-

но-гигиенического направления с целью предупреждения эрозии почвы и загрязнения воды. Внутри зоны отводится берегозащитная полоса, на которой организуется комплекс мероприятий, направленный на задержание твердых стоков, загрязненных вод и предупреждающий берегообрушения. В пределах берегозащитных полос запрещается рубка деревьев, применение ядохимикатов, организация выпаса скота, разбивка туристских лагерей. Если берегозащитная полоса служит местом миграции промысловых диких животных или используется для гнездования птиц, ширина ее может быть увеличена.

Для избежания чрезмерного снижения уровня грунтовых вод, необходимо предусматривать мероприятия по задержанию стока поверхностных вод и созданию условий для инфильтрации его в грунтовые воды. При подъеме уровня грунтовых вод, что приводит к засолению и заболачиванию, основным мероприятием является строительство дренажных систем.

Специальные мероприятия используются не только для предупреждения загрязнения, но при необходимости и для локализации или ликвидации уже создавшегося в водоносном пласте участка загрязненных подземных вод. Они осуществляются с помощью разнообразных инженерных сооружений и подразделяются на профилактические, локализационные и восстановительные.

Профилактические мероприятия используются для защиты водоносных горизонтов от случайных утечек и фильтрации сточных и технологических вод на промплощадках. Для этого необходима надежная изоляция, которая может быть осуществлена, например, с применением противоинфильтрационных завес и дренажных устройств.

Локализационные мероприятия при защите подземных вод от загрязнения осуществляются в тех случаях, когда участок водоносного пласта оказался уже загрязненным. Они осуществляются с помощью преграждающих или перехватывающих устройств (различных завес, стенок-барражей и др.).

Восстановительные мероприятия используются при ликвидации загрязнения водоносного горизонта и восстанавливают природное качество подземных вод. Сущность их заключается в извлечении из пласта через дренажные скважины всего объема загрязненной воды или интенсивной промывке пласта с помощью нагнетаний и откачек вод или специальных растворов. Однако такие мероприятия могут решаться лишь при небольших очагах загрязнения, требуют много времени и являются дорогостоящими.

В качестве мероприятия по охране подземных вод от количественного истощения выступает искусственное восполнение и увеличение ресурсов подземных вод за счет перевода поверхностного стока в подземный. Одним из приемов является пополнение запасов первых от поверхности водоносных горизонтов. Эксплуатация приуроченных к ним подземных вод обычно характеризуется высокой экономической эффективностью, но в естественных условиях они только в отдельных случаях пригодны для крупного централизованного водоснабжения.

В республике мероприятия по искусственному восполнению запасов грунтовых вод не получили распространения.

ТЕМА 8

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ВОД ОЗЕР, ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ

1. Мероприятия по охране вод озер и прудов
2. Водоохранные мероприятия в пределах водохранилищ

Мероприятия по охране вод озер и прудов

В борьбе с антропогенным эвтрофированием озер и прудов различают две группы методов: профилактические и восстановительные.

В первом случае основное внимание уделяется источнику поступления веществ, и результаты имеют долговременный характер. Такие методы предусматривают установление зон строгой охраны и зоны ограничения, а также 30 - метровой зоны строгой охраны вдоль водотока, питающего пруд.

В целях защиты почв, подверженных склоновому смыву и непосредственно примыкающих к охранной зоне, производится посев озимых культур и многолетних трав поперек склона, бороздование и лункование пашни, заравнивание мелких оврагов. Необходимо применять противоэрозионные лесопосадки, чередуя их с посадкой кустарников, максимально ограничивать возможность выноса минеральных удобрений и ядохимикатов. Пестициды необходимо применять не ближе чем в 300 м от водоема, строго определять количество удобрений, вносить в опти-

мальные сроки, с учетом погоды, что снизит их вымывание.

В озерах и прудах запрещается стирка белья, мойка автомобилей, забор воды с заездом в пруд, сброс животноводческих стоков, неочищенных сточных вод. Необходимо не допускать строительство ферм, складов, мастерских в непосредственной близости от водоемов. Важным является проведение мероприятий по борьбе с цветением и зарастанием водоемов.

С целью сохранения уникальной флоры, исчезающих и реликтовых видов растений (водяной орех, меч-трава и др.) и животных (понтоторея, мизида и др.), уникальных особенностей строения ледниковых котловин, распространения редких видов осадков, сохранности типичных озерно-ледниковых ландшафтов озера с прилегающими территориями включаются в разряд особо охраняемых. Такие озера существуют на территории Браславского национального парка, Березинского заповедника (Манец, Плавно), целого ряда заказников и отдельных озер (Долгое, Белое, Сосно и др.).

Восстановительные методы основаны на удалении биологических веществ из воды. Способы восстановления озер можно разделить на две группы. К первой относится - воздействие на абиотические факторы среды, т.е. может включать аэрацию воды и донных отложений, отвод вод гипolimниона, увеличение проточности, углубление водоема и т.д. Вторая включает непосредственное воздействие на биоту, т.е. сбор биомассы, применение химических веществ для борьбы с «цветением» и др.

Водоохранн ые мероприятия в пределах водохранилищ

Водоохранн ые мероприятия в пределах водохранилищ проводятся в период их создания и в течение всего срока их существования. Они разрабатываются заранее, еще на стадии проектной документации водохранилища.

Эксплуатационные мероприятия водоохранного характера включают комплекс организационно-хозяйственных, гидротехнических, агролесомелиоративных и др. мер, который отвечает цели постоянного поддержания благоприятной санитарной обстановки в зоне собственно водохранилища (1-я группа) и в водосборном бассейне (2-я группа).

К первой группе мероприятий относятся: поддержание нормативного качества воды; рациональное использование природных ресурсов водохранилища с учетом их воспроизводства и охраны; организация пра-

вильного природопользования побережий водохранилища и соответствующих охранных мероприятий; определение загрязнения водохранилища производственными и животноводческими сточными водами.

Ко второй группе относятся: организация правильного использования земель водосборного бассейна; агролесомелиорирование, гидротехнические и др. мероприятия по предотвращению водной и ветровой эрозии на территории водосборного бассейна; строгое соблюдение правил и норм применения минеральных удобрений и ядохимикатов на землях, используемых в сельском хозяйстве; мероприятия по поддержанию в хорошем состоянии водоохраных лесов и лесозащитных насаждений в различных районах водосборного бассейна.

Для поддержания чистоты воды водохранилищ, на прилегающей к ним части водосбора создают прибрежные водоохранные зоны. Это, как правило, четко очерченная полоса суши, непосредственно примыкающая к урезу воды по всему периметру водохранилища и находящаяся в постоянной взаимосвязи с его водной массой и водосбором. Характерная особенность водоохранной зоны - постоянный склоновый сток с прилегающего малого водосбора и режим грунтовых вод. В ее пределах устанавливается особый режим, способствующий уменьшению или предотвращению загрязнения, засорения и истощения вод, уменьшению интенсивности проявления нежелательных экзогенных (происходящих на поверхности земли) геологических и геоморфологических процессов, заболачивания земель, деградации почв и растительности.

Большое значение имеют эстетическая и экологическая стороны водоохраных зон. Создание кустарникового и древесного ярусов в водоохранной зоне значительно повышает экологический потенциал ландшафта. Они положительно влияют на микроклимат в прибрежной зоне, создают благоприятные условия для животного и растительного мира в интенсивно осваиваемых районах.

ТЕМА 9

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

1. Технологические методы улучшения качества природных вод
2. Политика управления водными ресурсами в Республике Беларусь

Технологические методы улучшения качества природных вод

В проблеме обеспечения населения и отраслей экономики Республики Беларусь качественной водой важное место отводится очистке сточных вод промышленных предприятий, специфика и объёмы которых требуют разработки новых методов и технологий.

Методы очистки загрязнённых вод основываются на физических, химических и биохимических процессах.

Для сточных вод предприятий машиностроения характерно наличие масел и нефтепродуктов, взвешенных веществ, солей тяжёлых металлов, кислот и щелочей, которые представляют опасность для водоёмов. Основным методом очистки сточных вод, содержащих взвешенные вещества и нефтепродукты, является отстаивание, обеспечивающее эффект очистки на 50-70 %. На некоторых заводах применяются электрохимические методы с последующей фильтрацией.

При переработке нефти образуется множество технологических нефтесодержащих стоков и эмульсий, от эффективности очистки которых зависит уровень выбросов в окружающую среду и потерь углеводородного сырья.

Одной из самых радикальных и эффективных мер снижения потерь нефтепродуктов, сокращения загрязнения окружающей среды и нормализации работы очистных сооружений является устройство в местах образования и сброса наиболее концентрированных стоков локальных очистных установок (сепараторов).

В процессах водоочистки в настоящее время все большее значение приобретают адсорбционные методы. Институтом проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Б, предложено использовать для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов

гранулированный сорбент на основе торфа и лигнина, обеспечивающий высокую степень очистки стоков (до 90% по загрязняющему веществу).

На территории Беларуси размещено значительное количество гальванических производств, очистка сточных вод которых является серьезной проблемой.

Наиболее распространённый метод обезвреживания хромсодержащих сточных вод гальванических цехов - химический, позволяющий с помощью сульфидсодержащих реагентов или сульфата двухвалентного железа восстановить шестивалентный хром в трёхвалентный. Цианосодержащие сточные воды чаще всего обрабатываются хлорной известью, перманганатом калия, перекисью водорода, окисляя цианиды до безвредных соединений.

Там же разработан способ очистки жиросодержащих сточных вод предприятий мясоперерабатывающей промышленности с использованием в качестве адсорбента жиробелковых компонентов верхового сфагнового торфа, позволяющий снизить сброс со стоками жиров и белков, организовать сбор и использование этих компонентов для повышения питательной ценности верхового сфагнового торфа, используемого для приготовления нетоксичной кормовой добавки сельскохозяйственным животным.

Одним из распространённых методов обработки сточных вод комбинатов синтетического волокна является пропуск их через сооружения биохимической очистки. Основным звеном этих сооружений является эффективность работы аэротенков, принцип работы которых заключается в окислении загрязнений микроорганизмами, находящимися в слое активного ила на дне аэротенка.

Очистка окрашенных сточных вод предприятий текстильной и трикотажной промышленности осуществляется электрохимическим методом. Такая технология разработана в ЦНИИКИВРе. Она основана на методе электрокоагуляции с применением электрокоагулятора, где происходит обесцвечивание стоков в результате одновременного протекания сложных электрохимических и физико-химических процессов в растворе под воздействием электрического поля. В электрокоагуляторе красители удаляются на 60-80%. Однако не все органические красители в равной степени подвергаются обесцвечиванию с помощью этого метода. Одним из способов доочистки окрашенных сточных вод является метод ионного обмена. Очистка сточных вод этим методом происходит при контакте их с ионообменными материалами. В результате чего загрязняющие вещества сорбируются на ионах и вступают с ними в обменные реакции.

Политика управления водными ресурсами в Республике Беларусь

Важным направлением в области рационального использования и охраны водных ресурсов является установление и внедрение соответствующей законодательной основы, и проведение грамотной политики по управлению водными ресурсами.

За последние годы в республике произошли серьезные изменения в пользу совершенствования законодательной деятельности в области рационального использования водных ресурсов, что предопределило принятие ряда нормативных документов.

В целях практической реализации положений и рекомендаций конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) Национальной комиссией по устойчивому развитию РБ разработана Национальная стратегия устойчивого развития (1997 г.), направленная на сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды.

В 1998 г. принят новый Водный кодекс РБ, а в 1999 г., с целью регулирования отношений в области питьевого водоснабжения и установления государственных гарантий по обеспечению питьевой водой был принят закон РБ «О питьевом водоснабжении».

С целью сохранения в естественном состоянии и бережного использования в различных целях озер и прилегающих к ним комплексов, болотных массивов и водоемов, целому ряду из них придан статус особо охраняемых природных территорий. В 1995 г. образован национальный парк «Браславские озера», а в 1999 г. национальный парк «Нарочанский» охватившие целые озерные группы. Кроме того, создана сеть гидрологических заказников.

В 2001 г. принят Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ на 2001-2005 г. Его цель - установить приоритеты основных мер и направлений деятельности по обеспечению рационального использования природных ресурсов и дальнейшему оздоровлению окружающей среды. В нем, наряду с другими, особое внимание обращено на проблемы касающиеся использования и охраны водных ресурсов, и в качестве первоочередных задач определены охрана поверхностных и подземных водоисточников от загрязнения.

Государственное управление в РБ в области охраны водных ресурсов является составной частью общего управления природопользованием,

в котором можно выделить ряд механизмов: административный, экономический, информационно-образовательный.

Главный принцип административного управления – разрешитель-но-запретительный. Суть его в том, что Минприроды и его органами устанавливаются лимиты на использование отдельных видов природных ресурсов, выбросы загрязняющих веществ, размещение отходов в окружающей среде и т.д.

Должностные лица Минприроды и его органов в соответствии с законодательством РБ имеют право приостанавливать деятельность предприятий и производств в случае их несоответствия нормам экологической безопасности, налагать административные взыскания на граждан и должностных лиц за нарушение природоохранного законодательства. На этом же принципе основано проведение государственной экологической экспертизы, без положительного заключения которой запрещена реализация проектов.

Основными экономическими рычагами является: планирование и финансирование природоохранных мероприятий; определение лимитов на пользование тем или иным природным ресурсом; размещение отходов; допустимых выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; взимание налогов и др. платежей за использование природных ресурсов, выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и др. виды вредного воздействия на окружающую среду.

Информационно-образовательный механизм направлен на повышение экологических знаний специалистов различных отраслей, особенно производственной сферы, повышение экологической культуры всего населения. Обеспечение населения и органов государственного управления информацией о состоянии природной среды и принимаемых мерах по ее оздоровлению.

В целях регламентации качества и охраны источников водоснабжения в 1999 г. были приняты: «СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; «СанПиН 8-83-98 РБ 99. Требования к качеству воды при нецентрализованном водоснабжении. Санитарная охрана источников». Они регламентируют ПДК макро- и микрокомпонентов химического состава подземных вод, превышение которых делает их непригодными для употребления. Лимитируются также и обобщающие показатели качества подземных вод. В этом отношении для вод хозяйственно-питьевого назначения важным является установление их жесткости. При оценке качества подземных вод используют также по-

казатели бактериологической чистоты воды.

Основные принципы государственной политики в области рационального использования и охраны вод отражены во многих законодательных актах и постановлениях.

Главным документом по вопросам использования и охраны вод является «Водное законодательство Республики Беларусь», которое основывается на Конституции Республики Беларусь и включает «Водный кодекс Республики Беларусь» и другие законодательные акты. Задачами водного законодательства РБ является регулирование отношений в области использования и охраны вод в целях удовлетворения потребностей в водных ресурсах юридических и физических лиц, в том числе иностранных, охрана вод от загрязнения, истощения, предупреждение и ликвидация неблагоприятных воздействий вод, обновление и улучшение качества водных объектов.

Для регулирования отношений, возникающих при владении и распоряжении водами, создания условий для рационального использования и охраны вод, восстановления водных объектов, сохранения и улучшения водных экологических систем служит «Водный кодекс Республики Беларусь» принятый в 1998 г.

Согласно кодексу, государственное управление в области использования и охраны вод осуществляется Президентом РБ, Советом Министров РБ, местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами, республиканским органом государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды, а также его территориальными органами, и другими специально уполномоченными на то органами государственного управления в соответствии с законодательством РБ.

В кодексе указаны права (статья 31) и обязанности (статья 32) граждан и гражданских объединений в области использования и охраны вод. Имеются положения, которые ограничивают или приостанавливают права водопользователей, например, в связи с угрозой возникновения эпидемий, аварийных ситуаций и в др. случаях (статья 33-35).

Включены положения о том, каким требованиям должны отвечать водные объекты при использовании их в качестве питьевых, хозяйственно-бытовых и др. потребностей населения.

Большое внимание уделено вопросам, связанным с охраной вод (статья 69-74). В связи с этим указаны общие требования, обязанности юридических и физических лиц по охране вод, рассмотрены обязанности водопользователей по предупреждению и ликвидации последствий не-

благоприятного воздействия вод и аварий на водных объектах.

Регулированию отношений в области питьевого водоснабжения и установлению государственных гарантий по обеспечению потребителей питьевой водой посвящены разделы закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении».

В нем оговорены субъекты и объекты отношений в области питьевого водоснабжения и основные его принципы. Ряд статей посвящено вопросам государственного управления в области питьевого водоснабжения, правам и обязанностям предприятий питьевого водоснабжения и потребителей питьевой воды, охране источников и систем питьевого водоснабжения. Уделено внимание вопросам гарантий обеспечения питьевой водой и механизмам регулирования и контроля в области питьевого водоснабжения, а также ответственности за правонарушения в области питьевого водоснабжения.

За нарушение водного законодательства виновные в этом несут административную, уголовную, материальную или другую ответственность, предусмотренную законодательством Республики Беларусь.

Важным звеном в обеспечении сбора, передачи и обработки полученной информации в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предупреждения неблагоприятных последствий, а также выбора эффективных мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану вод, является государственный мониторинг вод. Он является составной частью государственного мониторинга окружающей среды и представляет систему регулярного слежения за гидрогеологическими, гидрохимическими и гидробиологическими показателями состояния вод. Государственный мониторинг водных объектов ведется органами государственного управления по гидрометеорологии, органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды и органами государственного управления по охране здоровья.

На основании данных государственного учета вод, их использования и мониторинга составлен государственный *водный кадастр*, который включает систематизированные данные о количестве и качестве вод, а также об их использовании.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Комплексное использование и охрана водных ресурсов: Учеб. пособие.- Мн.: Университетское, 1990. - 240 с.
2. Агафонов В.И. Влияние нефтепоисковых работ в Припятском прогибе на геологическую среду // Влияние хозяйственной деятельности на гидрогеологические и инженерно-геологические условия республики: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1989. - С. 83-95.
3. Агафонов В.И., Лавров А.П., Герасимова Ж.А. Термальные воды Белоруссии // Подземные воды Белоруссии, их использование и охрана: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1982. - С. 99-118.
4. Альтшуль А.Х., Белецкий С.С., Гудак С.П., Усенко В.С. Использование и охрана подземных вод Белоруссии // Водные ресурсы Белоруссии и их охрана: Сб. ст. / Мн.: Белорус. ун-т., 1982. - С. 11-31.
5. Альферович А.Н., Повалев М.К., Керницкий В.Д., Козлова Т.А. О возможностях строительства на малых равнинных реках каскадов гидроэлектростанций без создания водохранилищ // Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси: Материалы науч.-технич. конф. / Мн.: ЦНИИКИВР, 1996. - Т.2 - С. 1-3.
6. Аношко В.С., Брезгунов В.С., Окулик В.А., Шабанов И.А. Основные мероприятия по охране природных вод в антропогенных ландшафтах. // Водные ресурсы Белоруссии и их охрана: Сб. ст. / Мн.: Белорус. ун-т., 1982. - С. 31-42.
7. Аношко В.С., Брезгунов В.С. Оценка влияния мелиорации на качество природных вод Белоруссии // Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии: Сб. ст. / Мн.: БГУ, 1981. - С. 48-56.
8. Блакітная кніга Беларусі: Энцыкл. // Мн.: БелЭН, 1994. - 415 с.
9. Водные ресурсы Белорусского Поозерья: их использование и охрана // Сост. и общ. ред. П.С. Лопуха, В.М. Широкова. - Мн.: Белгосунивеситет, 1996. - 250 с.
10. Водоохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой // В.М. Широков, П.С. Лопух, Г.М.Базыленко и др.; Под ред. В.М. Широкова. - Мн.: Университетское, 1991. - 207 с.
11. Гидрогеология глубинных зон артезианских бассейнов Белоруссии. - Мн.: БелНИГРИ, 1975. - 344 с.
12. Гидрогеология СССР. Том II Белорусская ССР. Под. ред. Г.В. Богомолова. - М.: 1970. - 396 с.

13. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - 248 с.
14. Гудак С.П., Лавров А.П. Задачи рационального использования подземных вод для водоснабжения и орошения // Комплексное использование и охрана подземных вод БССР: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1976. - С. 85-89.
15. Гудак С.П., Ольховик В.А., Штаковская А.Я. и др. Обеспеченность народного хозяйства Белоруссии хозяйственно-питьевой водой // Подземные воды Белоруссии, их использование и охрана: Сб. ст. / Мн., 1982. - С. 49-62.
16. Гудак С.П., Усенко В.С., Бучурин В.И. и др. Районирование территории Белоруссии по условиям искусственного восполнения запасов грунтовых вод // Особенности формирования гидрогеологических и инженерно-геологических условий Белоруссии: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1979. - С. 31-45.
17. Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды / Сост.: Войтов И.В., Кожевникова Р.К. - Мн.: ОДО «Лоранж-2», 2001. - Вып. 27. - 160 с.
18. Использование и охрана малых рек // А.И. Альферович, В.В. Дрозд, В.Н. Плужников и др. - Мн.: Ураджай, 1989. - 152 с.
19. Кирвель И.И. Зарегулированность местного стока рек Белоруссии прудами // Гидрографическая сеть Белоруссии и регулирование речного стока: Сб. ст. / Мн.: Университетское, 1992. - С. 41-48.
20. Кодекс Республики Беларусь о земле, Кодекс Республики Беларусь о недрах, Водный кодекс Республики Беларусь. - Мн.: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 1999. - 192 с.
21. Козлов М.Ф. Гидрогеология Припятского Полесья. - Мн.: Наука и техника, 1976. - Т. 1. - 152 с.
22. Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. Подземные воды Беларуси. - Институт геологических наук НАН Беларуси. - Мн., 1998. - 260 с.
23. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. - Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1994. - 280 с.
24. Лавров А.П., Гудак С.П., Шилинская Я.М., Лисица Г.Г., Пушкина С.А. Гидрогеологическое районирование территории Белорусской ССР // Подземные воды Белоруссии, их использование и охрана: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1982. - С. 3-32.
25. Современное состояние озер Белоруссии, пути их рациональ-

ного использования и охраны // О.Ф. Якушко, И.А. Мысливец, А.Н. Рачевский, О.К. Мельников. – Мн., 1987. - 30 с.

26. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2001 г. // Под ред. В.Ф. Логинова. – Мн.: Минсктиппроект, 2002. - 232 с.

27. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь на 1 января 2000 г. – Мн., 2000. – 55 с.

28. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь на 1 января 2001 г. – Мн., 2001. – 49 с.

29. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь на 1 января 2003 г. – Мн., 2003. – 64 с.

30. Фадеева М.В., Бучурин В.И. Влияние хозяйственной деятельности на гидрогеологические условия Белоруссии // Подземные воды Белоруссии, их использование и охрана: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1982. - С. 151-159.

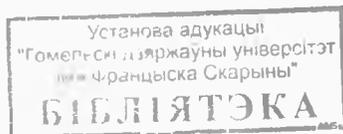
31. Фадеева М.В., Сачок Г.И., Бучурин В.И. Гидрогеологическая и гидрометеорологическая обстановка в районах широкой мелиорации земель // Комплексное использование и охрана подземных вод БССР: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1976. - С. 37-43.

32. Шаповал Л.И., Морозов А.К., Панова А.А., Медведева М.Г. Минеральные лечебные воды Белоруссии // Подземные воды Белоруссии, их использование и охрана: Сб. ст. / Мн.: БелНИГРИ, 1982. - С. 71-78.

33. Широков В.М., Кирвель И.И. Пруды Белоруссии. – Мн.: Ураджай, 1987.- 120 с.

34. Широков В.М., Лопух П.С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.

35. Якушко О.Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. – 2-е изд., перераб. – Мн.: Выш. школа, 1981. - 223 с.



Учебное издание

Шершнев Олег Владимирович

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

Лицензия ЛВ №357 от 12.02.99 г.

Подписано в печать 02.02.04. Формат 60x84 1/16.

Бумага писчая №1. Гарнитура Таймс.

Усл. п.л. 2.33. Уч.-изд. л. 3.91. Тираж 30 экз. Заказ № 37

458-06

Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

246699, г. Гомель, Советская, 104.

Отпечатано на ризографе
учреждения образования «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
246699, г. Гомель, ул. Песина, 80.