

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

Ю. М. Салтанов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД

*Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся по специальности
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки
БГСХА
2018

УДК 631.6

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры.
Протокол № 6 от 27 февраля 2018 г.*

Автор:
старший преподаватель *Ю. М. Салтанов*

Рецензент:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садовов*

Эксплуатация и охрана водных ресурсов. Комплексное использование природных вод : методические указания по выполнению лабораторных работ / Ю. М. Салтанов. – Горки : БГСХА, 2018. – 30 с.

Приведены указания по комплексному использованию природных вод. Определены цель, материалы и оборудование, ход работы, подготовлены вопросы для итоговой контрольной работы.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Особое место среди всех природных ресурсов занимают водные. Это объясняется тем, что с развитием народного хозяйства вода все больше вовлекается в сферу производства – в сельское хозяйство и промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, развитие мероприятий для отдыха и спорта, создание широкой сети лечебно-оздоровительных учреждений.

Потребление воды в народном хозяйстве превосходит суммарное потребление всех видов ресурсов и продукции.

Для добычи 1 т нефти необходимо затратить не менее 10 м³ воды, для производства 1 т стали – 100 м³, 1 т бумаги – 250 м³, 1 т ацетатного шелка – 2 600 м³, лавсана – 4 200 м³, капрона – 5 600 м³.

Комплексное использование водных ресурсов – синтетическая наука, объединяющая физико-химические, биологические, инженерные и социальные науки. При рассмотрении любого водохозяйственного проекта, кроме решения чисто инженерных вопросов, возникает целый ряд природоохранных и социологических проблем.

Таким образом, водохозяйственная система, которая включает мелиоративную систему как составную часть, состоит из множества элементов, выполняющих разнообразные функции и связанных между собой. Отличительные особенности таких систем – не только большое число входящих в нее элементов, но и тесная взаимосвязь всех элементов и частей, поэтому изучение их наиболее эффективно можно провести с позиции системного анализа (совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, экономического, научного и технического характера). Для этого необходимо провести анализ и описание принципов построения и работы системы в целом, анализ особенностей всех компонентов системы, их взаимосвязей и внутреннего строения.

Тема 1. КРУГОВОРОТ ВОДЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ЗАПАСОВ

Цель работы: изучить особенности круговорота воды и ее баланс на земле.

Материалы и оборудование: плакаты, альбомы для рисования.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) изучить баланс влагооборота и зарисовать схему круговорота воды на земле;
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Гидросфера представляет собой водную оболочку Земли, расположенную между атмосферой и литосферой. Какой бы материк мы не рассматривали, водой покрыта лишь незначительная часть его поверхности. Однако запасы воды во внутренних водоемах составляют важное звено в ее общем круговороте, от которого в конечном итоге зависят все жизненные процессы на земле.

Установлено, что почва удерживает 21 тыс. км³ воды, на долю рек и озер приходится 116 тыс. км³, а грунтовые воды – 4 млн. км³. Для сравнения укажем, что водные запасы мирового океана составляют 1,37 млрд. км³, а на долю полярных льдов приходится 24 млн. км³.

Пресная вода составляет крайне малую часть мировых запасов воды, но она не заменима как источник питьевой воды для наземных животных и как среда для жизни всех пресноводных обитателей.

Вода – самое распространенное и необыкновенное вещество на земле. Она покрывает 71,0 % земной поверхности. Гидросфера участвует во всех процессах обмена, происходящих на Земле. Между составными частями гидросферы постоянно происходит водообмен посредством круговорота воды. Круговорот воды на земле играет очень важную роль в природе. Движущими силами круговорота является энергия Солнца и сила тяжести. В результате круговорота происходит возобновление пресных вод на суше. Почвенная вода возобновляется за 1 год, речная, по некоторым данным, – за 12 суток, влага атмосферы – за 9 суток. Количественное выражение глобальный круговорот воды находит в годовом балансе Земли. При общем объеме гидросферы 1 454 млн. км³ в годовой круговорот вовлечено 525,1 тыс. км³ воды. В течение года с каждого м² испаряется 1 030 мм воды и столько же выпадает в виде атмосферных осадков.

В течение года в мировом влагообороте принимает участие всего около 0,037 % общей массы гидросферы. Полное обновление воды в этой части сферы происходит за различные промежутки времени. Так,

скорость обновления подземных вод зависит от глубины залегания и интенсивности водообмена, ледники – 8 000 лет, океаны – 3 000 лет.

Но баланс влагооборота и в планетарном и местном масштабе не может оставаться неизменным, так как в настоящее время заметное влияние за использование водных ресурсов начинает оказывать деятельность людей. На жизненные нужды человечество использует главным образом пресные воды. А их объем составляет чуть более 2 % гидросферы. Используемая часть (речной сток, озерная вода) составляет менее 1 % от общего объема вод гидросферы (табл. 1).

Таблица 1. Запасы гидросферы и активность водообмена

Части гидросферы	Объем, тыс. км ³	% общего объема
Океан	1 370 323	94,2
Подземные воды	60 000	4,12
Ледники	24 000	1,65
Озера и водохранилища	230	0,016
Почвенная влага	75	0,005
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Вся гидросфера	1 454 643	100

По водообеспеченности Беларусь находится в благоприятных условиях. Собственные водные ресурсы вполне достаточны для удовлетворения имеющихся потребностей в воде.

Удельный вес рек, озер и болот по сравнению с таковым морей и океанов в биосфере незначительный. Тем не менее они создают необходимый для огромного количества растений, животных, а также для человека запас пресной воды. К примеру, в природных льдах сосредоточено $\frac{3}{4}$ всей пресной воды планеты (табл. 2).

Таблица 2. Пресные воды гидросферы

Части гидросферы	Объем пресной воды, км ³	% от общего объема пресных вод
Ледники	24 000 000	85
Подземные воды	4 000 000	14
Озера и водохранилища	230 000	0,6
Почвенная влага	75 000	0,3
Пары атмосферы	14 000	0,05
Речные воды	1 200	0,004
Итого...	28 253 200	100

Водная среда оказывает сильное влияние на ее обитателей. В свою очередь живые существа гидросферы воздействуют на среду обитания, перерабатывают ее, вовлекая в круговорот веществ. Вода в природе находится в постоянном движении, круговороте. С поверхности океана ежегодно испаряется $448\,000\text{ км}^3$ воды или слой толщиной в 1,2 м.

Со всей поверхности планеты испаряется $519\,000\text{ км}^3$ и такое же количество воды выпадает в виде осадков (рис. 1). Атмосфера почти постоянно содержит 13 млрд. т влаги. Если бы всю влагу атмосферы распределить по земле, то это составило бы слой в 2,5 см. В среднем на землю выпадает 92 см влаги, но в разных частях суши осадков выпадает разное количество.

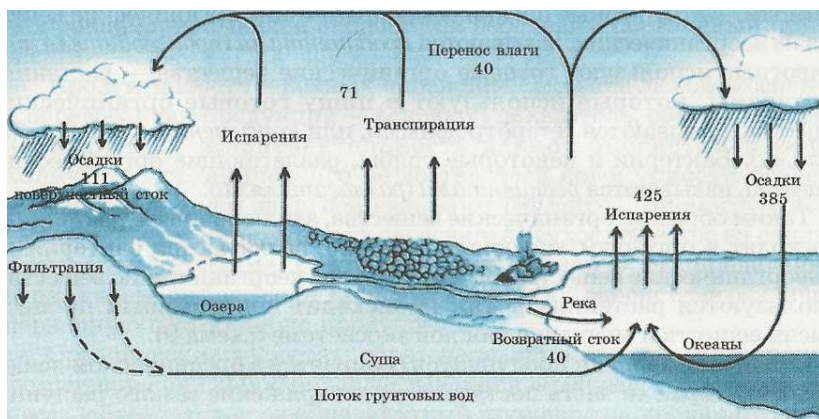


Рис. 1. Круговорот воды на земле

Подсчитано, что вода морей и океанов, рек и озер разлагается и восстанавливается в биотическом круговороте за 2,8 тыс. лет, т. е. вся она прошла через живое вещество планеты не одну тысячу раз.

Контрольные вопросы

1. Какой процент земной поверхности покрывает вода?
2. За какой период времени происходит возобновление воды?
3. Как происходит круговорот воды на земле?

Т е м а 2. ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ С ПОЧВОЙ

Цель работы: изучить особенности образования грунтовых вод и их взаимодействие с животным миром.

Материалы и оборудование: плакаты, альбомы для рисования.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) изучить способы образования грунтовых вод;
- 3) ознакомиться с экологическими связями между грунтовыми водами и почвой;
- 4) ответить на контрольные вопросы.

Подземные воды – наиболее устойчивый источник пресных вод, пригодных по своей чистоте для питьевого водоснабжения.

Под грунтовыми водами следует понимать всю воду, находящуюся под поверхностью земли в наружном слое земной коры. Все время пополняясь за счет осадков, эта вода стекает по щелям, трещинам и пустотам, имеющимся в различных горных породах, образуя подземные потоки, и в конце концов в виде родников и ключей снова попадает в наземные водоемы. На формирование подземных вод влияют климат, рельеф и структурно-гидрологический фактор.

Когда дождевая вода просачивается сквозь почву, на поверхности почвенных частиц удерживается тонкая почвенная пленка, проточная вода просачивается дальше и заполняет в глубине все пустоты. Свободная поверхность (зеркало) грунтовых вод отделяет зону почвенного увлажнения от собственно грунтовых вод. Вода заполняет проницаемые для нее водоносные слои с пустотами, пока не достигает водонепроницаемых (водоупорных) горных пород, под которыми подземные потоки текут более или менее широким фронтом. Если в глубине водоносные слои чередуются с водоупорными, говорят о водоносных горизонтах. Там, где выше расположенный водоносный горизонт соединяется с более глубоким, давление верхнего передается на нижний – так образуются напорные грунтовые воды. Если прорубить скважину до их уровня, вода под давлением поднимается вверх – артезианский колодец.

Наиболее проницаемы для грунтовых вод рыхлые речные и ледниковые отложения. В легкорастворимых горных породах из доломита, известняка и гипса в результате совместного действия просачивания поверхностных вод и растворения образуются соединения между собой – карстовые пустоты. В них текут подземные ручьи и реки, коле-

бания уровня воды в течение года могут достигать более 10 м.

Грунтовые воды, заполняющие промежутки между песчаниками и гравием, трещины, расселины и полости, порой населены весьма своеобразными бесцветными слепыми существами. Постоянный ток воды под землей создает условия для формирования специфических сообществ, так как необходимые для поддержания их жизни вещества могут поступать только с водой. Постоянно обновляемые грунтовые воды должны содержать хотя бы минимальное количество растворенного O_2 и быть лишены вредных веществ, например сероводорода.

Возможность существования подземного мира животных зависит от кормовой базы. Она может пополняться только от постоянного обмена грунтовых вод: органические остатки попадают с поверхности земли и служат начальным звеном пищевой цепи, так как в темноте не могут существовать фотосинтезирующие растения, производители первичных питательных веществ.

Известен ряд почвенных обитателей, которые временно могут жить в воде. Многие виды, особенно нематод и кольчатых червей, вообще нельзя отнести к группе водных или кольчатых организмов. В зоне постоянного колебания уровня грунтовых вод почвенные животные могут переходить к жизни в воде, и наоборот.

В этой столь экологически изменчивой зоне понятия «грунтовая вода» и «почва» представляют собой лишь названия двух сменяющих друг друга состояний местообитания – явление, которое легко можно объяснить, так как грунтовые воды и почва как тип местообитания отличаются собственно лишь по доле содержания в них воды.

В местообитание «грунтовые воды», кроме подземной воды, следует включать также системы полостей в рыхлых и прочных горных породах, принесенные водой частицы горных пород и перетертые остатки растений, являющиеся начальным звеном пищевых цепей. Те же самые слова в геологии используют для определения понятия «почва». В противоположность мертвой горной породе почва – всегда местообитание каких-либо организмов, тогда как грунтовые воды только там становятся местообитанием, где в них содержатся структурные элементы почвы.

Подземные местообитания, омываемые грунтовыми водами, могут представлять собой пещерные озера, заполненные водой щели в скальных породах или промежутки между камнями в щебнистых осыпях, а также системы пор в песчано-гравийных рыхлых породах на террасах и в поймах рек. В гравийно-галечном ложе ручьев и рек обра-

зается важная экологически пограничная зона между грунтовыми и поверхностными водами – так называемые «экологические ворота» из одного местообитания в другое. Здесь происходит смешивание поверхностных и грунтовых вод. Из глубин по водоносной системе в песке и гравии близко к свободнотекущей воде проникают слепые молочно-белые подземные организмы. Там они встречаются с обитателями дна водоема (бентосом), которые попытаются устроиться глубже в промежутках между камнями. Обе группы (настоящие обитатели грунтовых вод и мигранты, объединяются в одно сообщество. Так, в ложе рек возникают длительно существующие смешанные сообщества из стигобионтов – слепых, бесцветных настоящих подземных обитателей – и стигофилов, когда-то попавших сюда лишь в качестве гостей. Среди водяных клещей есть виды, которые встречаются исключительно в близких к берегу грунтовых водах. Эту группу называют стигоритлами.

По мере удаления от ложа реки убывает число видов, которое может жить и в поверхностных водоемах, и в подземных сообществах, начинают преобладать уже обычные слепые формы. В конце концов там, где влияние поверхностных вод уже не сказывается, представлены сообщества типично подземного типа – эустигальные.

Многие животные эволюционировали из грунтовых вод морских побережий. Для ряда обитателей грунтовых вод характерны малые размеры и узкое вытянутое тело. Обитатели грунтовых вод чрезвычайно долго подвергались воздействию характерных особенностей своего местообитания – пространства в виде узких щелей и отсутствие света.

В порах песчаного грунта обитают коловратки, брюхоресничные черви (гастротрихи), тихоходки, нематоды, веслоногие рачки.

В грунтовых водах горного ручья обнаружены нематоды, мелкощетинковые черви, веслоногие рачки, водяные клещи, колодезные рачки.

Контрольные вопросы

1. Как происходит механизм образования грунтовых вод?
2. Какие организмы обитают в подземных грунтовых водах?
3. От каких факторов зависит возможность существования живых организмов в грунтовых водах?

Тема 3. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Цель работы: изучить основные пути и направления рационального и комплексного использования природных ресурсов.

Материалы и оборудование: плакаты, видеофильм.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) дать определение понятию «комплексное использование водных ресурсов»;
- 3) определить перечень требований, предъявляемых к водохозяйственному комплексу.
- 4) ответить на контрольные вопросы.

В регулировании отношений между водопользователями большое значение придается рациональному, комплексному использованию вод (водных объектов). Термины «рациональное» и «комплексное» использование вод не равнозначны.

Рациональное использование – это всестороннее научно-обоснованное использование вод, обеспечивающее оптимально полезный эффект для общества в текущий период и в течение принятого периода расчетной перспективы при обязательном соблюдении всех требований водного законодательства.

Комплексное использование – это такое использование, при котором находят экономически оправданное применение все полезные свойства того или иного водного объекта для удовлетворения разнообразных потребностей всех заинтересованных водопользователей – населения и народного хозяйства. Комплексное использование вод имеет место при пользовании одним водным объектом несколькими водопользователями или одним водопользователем, но для нескольких целей. Комплексное использование вод не означает равного удовлетворения всех потребностей в воде. При комплексном использовании вод некоторым водопользователям дается предпочтение в соответствии с местными хозяйственными и природными условиями. При этом потребность населения в питьевой воде обеспечивается в первоочередном порядке.

Комплексное использование и охрана водных ресурсов предусматривают:

- всестороннюю оценку природных вод в отдельных речных бассейнах и экономических районах с учетом антропогенной деятельности в современных условиях и на перспективу;

- выявление потребностей в воде всех отраслей народного хозяйства, обоснование норм водопотребления с учетом повторного или последовательного использования воды, определение объема безвозвратных потерь;

- согласование запросов отдельных водопользователей с выделением наиболее эффективных и экономично расходуемых вод;

- разработку водохозяйственных балансов и выделение на основе их районов, испытывающих наибольший дефицит в воде;

- установление мер по охране природных вод от истощения и загрязнения, а также разработку мер, предложений по очистке, обеззараживанию и использованию промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных стоков;

- оценку изменений природных условий в зонах проведения крупных водохозяйственных мероприятий.

Использование воды в зависимости от целей подразделяют на хозяйственно-питьевое, коммунальное, сельскохозяйственное, промышленное, транспортное, рыбохозяйственное и т. д.

Требования, предъявляемые к водохозяйственному комплексу:

1) рациональное обеспечение потребителей водой в достаточном количестве и соответствующего качества;

2) сохранение природных условий и гарантии охраны воды от загрязнения, засорения и истощения;

3) обеспечение наибольшего народохозяйственного экономического эффекта;

4) гарантии простой и надежной работы.

Запросы различных участников водохозяйственного комплекса удовлетворяются не всегда полностью. Требования их бывают достаточно противоречивы.

Водохозяйственный комплекс содержит ряд участников:

1) водоснабжение;

2) гидротехнические мелиорации;

3) гидроэнергетика;

4) водный транспорт;

5) лесосплав;

6) рыбное хозяйство;

7) здравоохранение;

8) водные рекреации и др.

Схемы комплексного использования и охраны вод, охватывающие планирование ресурсов поверхностных и подземных вод в зависимо-

сти от реального водообеспечения и источников засорения и истощения ресурсов, разрабатываются на основе водохозяйственного комплекса (ВХК).

При обосновании параметров водохозяйственного комплекса учитывают три связанные между собой части: природную, экономическую и техническую.

Природная часть обуславливает возможности функционирования и развития ВХК, определяет положительные и отрицательные стороны его влияния на окружающую природную среду. Экономическая часть учитывает интересы отраслей народного хозяйства и отдельных водопользователей. Цель ее состоит в достижении наибольшего экономического эффекта при функционировании водохозяйственного комплекса и минимизации ущерба от недополучения воды и нанесения ущерба водным ресурсам в результате их загрязнения, засорения и истощения. Техническая часть определяет систему взаимосвязанных, технических решений по возведению и эксплуатации сооружений и оборудования, обеспечивающих эффективную работу элементов системы комплекса в конкретных местных условиях.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения понятиям «рациональное использование» и «комплексное использование» водных ресурсов.
2. Что предусматривает комплексное использование и охрана водных ресурсов?
3. Какие требования предъявляются к водохозяйственному комплексу?

Тема 4. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Цель работы: изучить особенности и отличия водопользования от водопотребления.

Материалы и оборудование: плакаты.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) знать два вида использования водных ресурсов: водопользование и водопотребление;
- 3) описать две группы водопотребителей;
- 4) ответить на контрольные вопросы.

До начала XX в. люди воспринимали воду как бесплатный и неистощаемый дар природы: ее недоставало только в безлюдных пустынях. В наши дни во многих густонаселенных промышленно развитых странах чистой воды уже не хватает, а потребности в ней растут. Не существует ни одной отрасли хозяйства, которая могла бы существовать и развиваться без воды. Быстрыми темпами растет водопотребление и в Беларуси.

В основе водопользования в нашей стране лежит государственная собственность на воду, т. е. вода в природных источниках не является предметом купли-продажи и не может быть использована в целях наживы или стать основой эксплуатации человеком. Это создает наиболее благоприятные условия для планового и комплексного использования воды с максимальным народнохозяйственным эффектом, помогает обеспечить наилучшие условия труда, быта, отдыха и охраны здоровья людей. Общее водопользование в Беларуси – удовлетворение питьевых потребностей населения, водопой скота, купание, водный туризм и др. – осуществляется бесплатно, в порядке, установленном основами водного законодательства. Расход воды для удовлетворения физиологических потребностей человека невелик – он составляет около 3 л/сут, но с учетом коммунальных услуг резко возрастает.

В отличие от общего водопользования специальное водопользование различными объектами народного хозяйства осуществляется только с разрешения государственных органов и во многих случаях требует оплаты.

Различают два вида использования водных ресурсов: водопользование и водопотребление.

При водопользовании вода не изымается из водоемов (рек, озер и др.) и не расходуется, а лишь используется для выполнения определенных функций. Примерами водопользования могут служить гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, лесосплав, использование воды в целях рекреации.

При водопотреблении вода забирается из водных объектов, причем часть ее теряется безвозвратно (например, испаряется), часть расходуется промышленностью и сельским хозяйством на производство продукции и др. Кроме того, при недопотреблении резко ухудшается качество той части воды, которая возвращается в реки и озера: она засоряется и загрязняется. В современных условиях строгую границу между водопользованием и водопотреблением провести трудно. Поэтому при комплексном использовании водных ресурсов обе его разновидности объединяют под общим термином – водопользование.

Качество используемой воды и потребность в ней зависят от видов водопользования.

Самые стабильные водопользователи – это населенные пункты, которые используют воду наивысшего качества (из подземных источников и незагрязненных водоемов и водотоков). Постоянного во времени расхода воды требуют также тепловые и атомные электростанции и промышленные предприятия с непрерывным циклом работы. Здесь пригодна вода более низкого качества, за исключением производств, в которых она служит технологическим сырьем. Значительно менее стабильные водопользователи – объекты орошения, водный транспорт и рыбное хозяйство. Орошение нуждается в больших объемах воды лишь в течение вегетационного периода и при промывных поливах, водный транспорт и лесосплав – в период навигации, рыбное хозяйство – во время нереста рыб. Для рыбного хозяйства нужна достаточно чистая вода, в то время как для гидроэнергетики, судоходства и лесосплава качество воды практически не имеет значения. Таким образом, требования различных отраслей народного хозяйства к качеству, количеству и срокам подачи воды весьма разнообразны и нередко противоречивы, что существенно усложняет планирование водопользования и распределение воды между различными водопользователями.

При решении различных технико-экономических вопросов целесообразно различать две группы водопотребителей: хозяйственно-питьевое (коммунальное) и производственное. Обе группы водопотребления могут быть как в промышленных, так и в сельскохозяйственных зонах размещения населения. Для обеспечения потребителей водой необходим комплекс сооружений и технических мероприятий, который принято называть системой водоснабжения, а в простейших случаях – водопроводом.

Системы водоснабжения также принято делить на хозяйственно-питьевые и производственные.

Удовлетворение потребностей в пресной воде обеспечивается за счет использования: поверхностных вод, пресных подземных вод, опресненных соленых морских или подземных вод, очищенных сточных вод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «водопользование».
2. Дайте определение понятию «водопотребление».

3. В чем заключается отличие водопользования от водопотребления?

4. Назовите основных представителей водопользования и водопотребления.

Т е м а 5. МОНИТОРИНГ И КАДАСТР РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Цель работы: изучить систему мониторинга и рассмотреть особенности составления водного кадастра в Республике Беларусь.

Материалы и оборудование: плакаты, карта Республики Беларусь со всеми крупными реками и озерами.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) знать методы ведения мониторинга и особенности составления водного кадастра;
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Мониторинг (от лат. слова *monitor* – надзирающий) представляет собой систему наблюдений за состоянием окружающей природной среды, обеспечивая предупреждение о появлении или изменении критических ситуаций, вредных или опасных для здоровья людей, животного и растительного мира.

По методам слежения мониторинг подразделяют: 1) наземный; 2) космический; 3) авиационный. Кроме того: на метеорологический, гидрологический, почвенный, лесной, гидробиологический, ихтиологический и др., а также экологический, включающий все компоненты живой и неживой природы.

Кадастр (от лат. слова *capitastum* – запись, перечень) представляет собой систематизированный свод данных, включающих количественные и качественные характеристики водных объектов и явлений, составленных на основе непрерывных или периодических наблюдений. Классификация выделяет водный кадастр, климатический, растительный, рекреационный и т. д. С позиции экологического подхода рассматривается гидроэкологический кадастр, включающий как водные ресурсы, климат, грунты, так и растительный и животный мир, непосредственно связанные с гидрологическим режимом водотоков и водоемов.

Водный кадастр подразделяется:

1) на водноресурсный; 2) водноэнергетический; 3) водоснабженческий; 4) воднотранспортный; 5) использование водных ресурсов, водохозяйственных балансов и т. д.

Сеть мониторинга в речных бассейнах строится по экологическому принципу, охватывающему все элементы живой и неживой природы. С одной стороны, наблюдения должны охватывать все природные зоны государства, дающие возможности оценивать динамику естественных природных процессов в различных зонах (например, наблюдения за снеготаянием, формированием половодий и паводков и возможность их прогноза и т. д.).

С другой стороны, наблюдательная сеть должна обеспечивать оценку воздействия антропогенной деятельности на характер природных процессов. Для того чтобы получить объективную оценку экологического состояния водного объекта, одновременно должны вестись наблюдения за компонентами живой природы, фито- и зоопланктоном, высшей водной растительностью, пойменными лугами и лесами, беспозвоночными, рыбами, земноводными, околородными млекопитающими и птицами.

Наибольшее распространение получили методы наземного слежения за окружающей средой, в том числе за речными бассейнами. На территории Республики Беларусь мониторинг водной среды ведет Комитет по гидрометеорологии при Министерстве по Чрезвычайным Ситуациям. Кроме того, все промышленные предприятия, а также колхозы и совхозы отчитываются ежегодно перед Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды об использовании водных ресурсов, включая забор, потребление и сброс сточных вод с соответствующими загрязнениями.

Однако перспектива за **дистанционными методами**. Дистанционные методы представляют собой комплекс аппаратных и методических разработок, позволяющих получать, а затем интерпретировать соответствующим образом фото-, кино- и телевизионные изобретения, спектральные снимки природных и искусственных (водохранилищ, городов, ферм, предприятий) объектов, которые доставляются или передаются на землю с помощью аэрокосмических средств наблюдения.

Их преимущества:

1) на одном изображении получают большие участки поверхности земли, например, в период половодья хорошо видна волна его формирования и возможность прогноза;

2) получение на одном снимке различных элементов природы, почвы, воды, лесов, городов, дамб и т. д.

Работа приборов для дистанционных исследований основана на избирательном поглощении и отражении света природными образованиями в инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой областях солнечного спектра или лазерных и радарных сканирующих приборах.

Хорошие результаты получают при сочетании наземных и дистанционных методов наблюдения, когда с установленных на земле датчиков информация собирается аэрокосмическими методами и сразу передается на обработку базы данных.

Вся собранная первичная информация о количественных и качественных характеристиках водных экосистем подвергается статистической обработке, которая включает расчет параметров кривых распределения, построение карт распределения ежегодных и многолетних характеристик стока, показатели качества, производительности водорослей, беспозвоночных, рыб, пойменных лугов и многое другое. На основе этих обобщенных данных издаются бюллетени и другие кадастровые материалы, которые используются Министерством природы для проведения и планирования соответствующих мероприятий проектными и научными организациями для целей планирования, проектирования и получения новых научных результатов.

Локальный мониторинг сброса сточных вод был организован на выпусках в поверхностные водоемы и системы канализации на 18 предприятиях.

Из объектов, сбрасывающих сточные воды в поверхностные водоемы, следует отметить общегородские очистные сооружения в городах Минск, Гомель, Витебск, Гродно с расходом сточных вод, который колеблется от 243 тыс. м³/год до 270 430 тыс. м³/год, а также контролируемые выпуски таких крупных предприятий, как «Полимер» и «Нафтан» (г. Новополоцк), «Химволокно» (г. Могилев), «Азот» (г. Гродно), Мозырский НПЗ с объемом стоков до 76 972 тыс. м³/год.

На объекте от одного раза в неделю до трех раз в месяц определяются следующие показатели: рН, взвешенные вещества, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), минеральный состав (хлориды, сульфаты), биогенные элементы, нефтепродукты, тяжелые металлы (Сг, Zn, Fe, Cu, Ni и др.), специфические вещества для данного предприятия (фтор, фенолы и др.)

Предприятия Министерства энергетики осуществляют сброс сточных вод (преимущественно нормативно чистых) либо в системы лив-

невой канализации, либо в поверхностные водоемы. Мониторинг осуществляется, как правило, два раза в месяц. При этом определяют: рН, взвешенные вещества, БПК₅, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, сухой остаток.

На выпусках сточных вод прочих предприятий определяют такие показатели, как рН, взвешенные вещества, БПК₅, нефтепродукты, СПАВ, в ряде случаев тяжелые металлы (преимущественно на предприятиях Министерства промышленности), некоторые специфические вещества с периодичностью один раз в месяц.

Контрольные вопросы

1. Что такое мониторинг водных ресурсов?
2. Какие бывают виды мониторинга?
3. Что такое водный кадастр? Как осуществляется его составление?

Тема 6. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС

Цель работы: изучить особенности составления и использования водохозяйственного баланса.

Материалы и оборудование: плакаты, схемы.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) дать определение понятию и произвести расчет водохозяйственного баланса;
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Водохозяйственным балансом (ВХБ) называется соотношение между наличием водных ресурсов и их потреблением в пределах одного или нескольких речных бассейнов в отличие от водного баланса, отражающего соотношение между приходом и расходом воды в природных условиях.

При разработке комплексных водохозяйственных систем ВХБ позволяет оценивать эффективность отдельных решений проблемы, увязывать и корректировать эти решения для достижения оптимального использования водных ресурсов.

Правильные представления о количестве и состоянии водных ресурсов – важная предпосылка для их рационального использования. Большое значение для такого представления принадлежит водохозяйственному балансу, предусматривающему количественное сопостав-

ление эксплуатационных водных ресурсов с потребностями в воде населения и народного хозяйства рассматриваемой территории. Водохозяйственный баланс способствует составлению согласованных планов использования водных ресурсов, облегчает исследование сложившихся и ожидаемых пропорций в направлениях их использования.

ВХБ выступает как один из источников исходной информации при планировании и эксплуатации объектов водного хозяйства, необходимость составления которых определена основами водного законодательства Беларуси.

Таким образом, водохозяйственный баланс есть отражение сложного взаимодействия водных ресурсов, формирование которых обусловлено природными и антропогенными факторами, с потребностями в воде человеческого общества, определяемыми экономическими, технологическими и социальными факторами.

Дальнейшее развитие народного хозяйства требует составления и использования всех видов водохозяйственных балансов: отчетных, оперативных, плановых и перспективных.

Отчетные ВХБ отражают уже достигнутое использование водных ресурсов и служат для анализа роста водопотребления в отдельных районах страны, условий его обеспечения, эффективности работы существующих водохозяйственных систем и целесообразности использования водных ресурсов.

Оперативные ВХБ разрабатывают на текущий год для особенно напряженных по водопотреблению речных бассейнов в целях эффективного распределения ожидаемых водных ресурсов между отдельными отраслями народного хозяйства или объектами.

Плановые ВХБ разрабатывают в соответствии с государственными планами развития народного хозяйства как их необходимую составную часть и включают перечень и объем водохозяйственных мероприятий.

Перспективные ВХБ составляют на перспективу развития народного хозяйства для правильного учета и оценки влияния водного фактора на размещение и развитие производительных сил, обоснования долгосрочных планов научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ.

Водохозяйственный балансовый метод применяют для анализа и планирования водных ресурсов обычно на трех уровнях: в целом по республике (по обобщенным показателям); по отдельным водопотре-

бителям и водопользователям (орошение, водоснабжение, гидроэнергетика и т. д.); по отдельным водохозяйственным районам.

При составлении ВХБ степень надежности полного удовлетворения потребностей в воде определяется нормативом расчетной обеспеченности. Этот критерий является исходным при составлении баланса.

При расчете ВХБ немаловажный фактор – выявление требований к количеству, качеству и срокам использования воды. Для определения обоснованных требований к воде в рамках рассматриваемого района необходимо установить состав водопотребителей, размещение на территории бассейна, масштабы развития водопотребителей, ориентированные во времени нормы водопотребления и ожидаемые их изменения на разных уровнях развития.

ВХБ является основополагающим при экономической оценке рационального использования водных ресурсов и при введении платы за воду.

ВХБ составляют и анализируют по подземным и поверхностным водам раздельно.

Составление ВХБ по подземным водам заключается в сопоставлении обеспечения потребностей водопотребителей на участке за счет подземных вод и ресурсов этих вод, доступных для использования на данном расчетном уровне.

Для положительного баланса необходимо, чтобы

$$P - Q_n > 0, \quad (1)$$

где P – эксплуатационные запасы или естественные ресурсы подземных вод, доступные для использования на рассматриваемом участке;

Q_n – суммарный отбор подземных вод на участке, намеченный на данном расчетном уровне.

В случае отрицательного баланса подземных вод рассматривают возможности компенсации недостающего объема их за счет увеличения забора поверхностных вод, искусственного восполнения и обогащения подземных вод. Водохозяйственные балансы по подземным водам составляют на год.

ВХБ по поверхностным водам составляют по каждому участку и анализируют в годовом размере для 50%-ной обеспеченности, а также за год, месяц и сезон для среднезасушливых (75, 80, 85 %) и острозасушливых (95 %) лет при заданных уровнях развития народного хозяйства.

Уравнение водохозяйственного баланса (B) по поверхностным водам за каждый интервал времени на данном участке имеет вид:

$$B = R_B + \Delta R - \psi - T \pm \Delta V, \quad (2)$$

где R_B – сток, поступающий на рассматриваемый участок с других участков и территорий;

ΔR – сток, формирующийся на участке;

ψ – безвозвратное потребление поверхностных вод на участке;

$$\psi = Q_P + \Delta Q_P - q_{\text{повт}}, \quad (3)$$

где Q_P – суммарный отбор речных вод на участке для нужд тех водопотребителей, которых намечается обеспечить за счет поверхностных вод, а также для подачи на другие участки территории;

ΔQ_P – уменьшение речного стока за счет отбора подземных вод;

$q_{\text{повт}}$ – промышленные, коммунально-бытовые, дренажные и другие сточные воды, которые поступают в речную сеть на участке и могут быть использованы повторно;

T – требуемый транзитный сток (попуск) в замыкающем участок створе в интересах водопользователей;

ΔV – наполнение (–) или сработка (+) водохранилищ, расположенных на данном участке.

Ресурсы поверхностных вод учитывают в водохозяйственном балансе в их естественном состоянии, т. е. объем годового стока и его внутригодовое распределение принимают такими, какими они формируются до создания ВХК.

В водохозяйственных балансах приходная часть представлена естественными водными ресурсами, использование которых экономически целесообразно на данном этапе развития производительных сил общества. Расходная часть ВХБ включает потребности в воде всего комплекса водопотребителей (использующих водные ресурсы с изъятием воды из источников) и водопользователей (без изъятия воды из источников). Результат баланса – соотношение между приходной и расходной частями.

При составлении ВХБ возможны различные соотношения между его расходной и приходной частями, а именно: водные ресурсы достаточны и их распределение во времени во всех точках территории обес-

печивает покрытие графиков водопотребления с учетом необходимых транзитных попусков, т. е. $B > 0$.

В этом случае нет дефицита воды в данном регионе. В целях повышения экономической эффективности использования водных ресурсов возможно развитие и расширение отраслей народного хозяйства.

При $B < 0$ абсолютные значения баланса численно характеризуют величину дефицита воды на участке, который подлежит устранению путем проведения мероприятий по регулированию и перераспределению стока.

Контрольные вопросы

1. Понятие и назначение водохозяйственного баланса.
2. Методика расчета водохозяйственного баланса.

Тема 7. РЕКРЕАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ

Цель работы: изучить назначение рекреационной системы.

Материалы и оборудование: плакаты, схемы.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) изучить назначение рекреационной системы и методику количественной оценки рекреационных ресурсов;
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Восстановление сил человека, израсходованных в процессе трудовой деятельности, происходит в период отдыха – рекреации. Потребности населения в рекреации возрастают с развитием научно-технической революции.

Установлено, что зоны активной рекреационной деятельности людей определяются побережьями озер, рек, водохранилищ. Рекреационное обслуживание населения превращается в крупную отрасль экономики. При анализе составляющих водного хозяйства рекреацию следует рассматривать как важного участника водохозяйственного комплекса и проводить соответствующую технико-экономическую оценку этого вида водопользования.

В настоящее время существующая рекреационная сеть на водных объектах в Республике Беларусь не полностью удовлетворяет потреб-

ности населения в отдыхе. Следует отметить, что для организации отдыха в первую очередь весьма пригодны водоемы и водотоки в радиусе 1–1,5-часовой доступности от городов. При рассмотрении водоемов как рекреационных объектов предпочтение отдавалось проточным водоемам – озерам и водохранилищам с площадью более 100 га, шириной не менее 1 км, протяжением более 2 км.

На территории страны на озерах и водохранилищах возможно формирование рекреационных систем двух рангов – республиканского и местного.

Республиканская рекреационная система формируется на базе наиболее ценных ресурсов для удовлетворения потребностей населения на республиканском и международном уровне в кратковременном и продолжительном отдыхе, туризме, санаторно-курортном лечении как в летний, так и в зимний периоды.

Местная рекреационная система формируется для удовлетворения потребностей населения в отдыхе вблизи мест проживания на базе водохранилищ и озер, благоприятных для организации массовых видов кратковременного отдыха.

Проведенная оценка пригодности водохранилищ и озер позволила рекомендовать многие из них для использования в рекреационных целях на республиканском уровне. Это находящиеся в Брестской области водохранилища Береза-1, Гать, Либерполь, Локтыши, Луковское, Миничи, Паперня, Селец, озера Завищовское и Белое. В этом же списке – Осиповичское водохранилище, расположенное в Могилевской области, а также водохранилища Вилейское, Волма, Волчковичское, Дрозды, Заславское, Криницы, Селявское, Солигорское, озера Баторино, Бледное, Балук, Дягели, Кузьмичи, Лотвины, Нарочь, Свирь, Рудаково, которые относятся к Минской области. Кроме того, рекомендуется к использованию в целях рекреации на республиканском уровне около 50 озер Витебщины, в том числе Браславское, Гомельское, Езерищенское, Лепельское и др.

На местном уровне могут быть использованы практически все водохранилища и озера Республики Беларусь. Реки нашей страны – весьма ценный рекреационный ресурс. Наиболее благоприятными для рекреации являются Днепр, Березина, Западная Двина, Мухавец. Оценка комфортного периода рекреации на реках, выполненная с учетом влияния температурного фактора, показала, что рекреация на реках благоприятна в течение 150–170 дней в году.

Для целей усиления охраны этих ресурсов и создания стимулов для их рационального использования (через установление платы за эксплуатацию естественных богатств) необходима их экономическая оценка. Такая оценка позволяет определять эффективность различных мероприятий, направленных на более полное и рациональное использование ресурсов. Сюда же примыкает тот аспект экономической оценки природных ресурсов, который был назван инвестиционным. Капитальные затраты и природные ресурсы по существу используются в комплексе. Переход от одних технологических способов добычи и использования природных ресурсов к другим может вызвать различные потребности в дополнительных капитальных вложениях или, наоборот, освободить от какой-то части капитальных затрат. К тому же практически все природные ресурсы допускают альтернативное использование.

В связи с этим разработаны и апробированы методы качественной оценки привлекательности различных природных объектов экскурсионного показа и методы количественной оценки рекреационных ресурсов.

Понятие «пляжно-купальные» ресурсы (R , чел.-дн.) рассматривается как произведение площади пляжа (S , га), его экологической и психофизиологической нагрузки (N , чел/га) и длительности (T , дн.) пляжно-купального сезона, т. е. в виде формулы

$$R = S \cdot N \cdot T. \quad (4)$$

Далее, зная величину ресурсов (R , чел.-дн.) и определив стоимость одного посещения пляжа (C , руб/чел.-дн.), мы можем рассчитать экономический эффект использования данного вида ресурса (Ээ , руб.) по формуле

$$\text{Ээ} = R \cdot C. \quad (5)$$

Таким образом, представленный метод прост в употреблении, не трудоемок и позволяет при минимуме исходных данных осуществить необходимые рекреационно-экономические расчеты.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет рекреационная система и какова ее цель?
2. Формирование рекреационной системы.
3. Методы количественной оценки рекреационных ресурсов.

Тема 8. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О КАЧЕСТВЕ ВОДЫ. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ВОДЫ

Цель работы: дать понятие о качестве воды и изучить особенности биологической индикации воды.

Материалы и оборудование: плакаты, схемы.

Задание:

- 1) ознакомиться с методическими указаниями;
- 2) изучить общие понятия о качестве воды;
- 3) охарактеризовать биологическую индикацию воды;
- 4) ответить на контрольные вопросы.

Природная среда в отличие от химически чистой воды (H_2O) представляет собой раствор различных веществ. Природные воды по химическому составу и химическим свойствам сильно различаются. Однако существует понятие о чистой воде, которая характеризуется набором стандартных показателей, включающих химические, физические и бактериальные показатели. Таким образом, под качеством речных и озерных вод подразумевается такой состав сред, химических и бактериологических показателей, который может быть пригоден для конкретных видов водопользования (питьевое, рыбохозяйственное, внутренне-технологическое, охлаждающее, гидроэнергетическое, рекреационное).

Процесс накопления в водоисточниках различных физических (тепло и холод, радиоактивность и др.), химических (нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, биогены и др.), микробиологических (вирусы, бактерии и др.), биологических (отмершие части растений и животных) ингредиентов называется загрязнением водоисточника. В зависимости от уровня загрязненности водных объектов и оценивают качество вод, опираясь на соответствующие классификации загрязненности водных объектов по гидробиологическим, микробиологическим, химическим и физическим показателям. Водные объекты классифицируются: 1) на очень чистые; 2) чистые; 3) умеренно загрязненные; 4) загрязненные; 5) грязные; 6) очень грязные.

Широко применяются понятия об ограничивающих предельных показателях качества речных и озерных вод. Ограничивающим показателем химического качества воды служит понятие о предельно-допустимой концентрации веществ в воде (ПДК), выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов использования.

В качестве физического показателя качества воды применяется понятие о величине предельно допустимой степени изменения температуры (ПДТ) водоемисточников, мутности, радиоактивности и др.

В качестве микробиологического качества воды используется понятие о предельно допустимом числе лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в 1 дм³.

В последние годы в качестве комплексных показателей, характеризующих качество речных и озерных вод, получили применение методы биологической индикации и биологического тестирования.

Биологическая индикация воды представляет собой оценку качества по наличию тех или иных водных организмов, являющихся индикаторами ее загрязненности. Способность тех или иных видов водных организмов обитать в воде, содержащей различное количество органических веществ, называется сапробностью.

Способность тех или иных организмов обитать в воде, содержащей разное количество токсических веществ, называется токсобностью.

Например, рассмотрим распределение различных видов рыб и водных беспозвоночных по токсобности (табл. 3).

Таблица 3. Распределение организмов по токсобности

Группа организмов		Токсобность			
Экологическая	Таксономическая	Олиготоксобы	Бетамезотоксобы	Альфа мезотоксобы	Полиотоксобы
1	2	3	4	5	6
Нектон	Рыбы: лососевые и сиговые	Все виды	—	—	—
	Окуневые	Судак	Берш, окунь, ерш	—	—
	Осетровые	Все виды	—	—	—
	Карповые	—	Лещ, густера, плотва, укля	Карп, карась, линь, плотва, толстолобик, голавль, амур	—
	Щуковые	—	Щука	Щука	—
	Тресковые	—	Налим	—	—
Зоопланктон	остракоды	—	Все виды	Все виды	—
	Водные клещи	—	—	Все виды	Все виды
	Кладоцера	Дафнии	Хидориды, босминиды	—	—
	Инфузории	—	—	Подвижные формы	Подвижные формы

1	2	3	4	5	6
Зообен- тос	Ракообразные	Гамморида, речной рак	Изопода	—	—
	Моллюски	—	Двусторча- тые моллюски	Брюхоногие моллюски	—
	Водные насе- комые	Поденки	Поденки, стрекозы, ру- чейники	Хирономиды, жуки, клопы, мокрецы, кули- циды	—
	Черви	—	Олигохеты	Олигохеты, пи- явки, планарии	Тубифициды, нематоды

Анализ табличных данных показывает, что лососевые, сиговые, осетровые и щука, а также некоторые виды зоопланктона и зообентоса (дафниды, гамморида, мизиды, карофииды, речной рак и поденки) могут существовать только в олиготоксобных водах.

Берш, окунь, ерш, лещ, густера, плотва, щука, налим и некоторые виды зоопланктона и зообентоса могут нормально воспроизводиться в бетамезотоксобных водах и т. д. В альфамезотоксобных водах хорошо развиваются карп, карась, линь, толстолобик, амур и т. д., но отсутствуют лососевые, сиговые, осетровые и судак. В политоксобных водах никакие виды рыб существовать не могут. Жизнь там представлена только водными клещами, подвижными инфузориями и червями определенных видов.

Воды, в которых содержание токсичных веществ не нарушает воспроизводство, продуктивность и качество олиготоксобов, относят к олиготоксобным.

Воды, в которых содержание токсичных веществ нарушает условия жизни олиготоксобов, но не нарушает воспроизводство, продуктивность и качество бетамезотоксобов, относят к бетамезотоксобным.

Воды, в которых содержание токсичных веществ позволяет существовать только альфамезотоксобам, относятся к альфамезотоксобным.

Воды, в которых из-за высоких концентраций токсичных веществ могут существовать наиболее выносливые виды, и непригодные для любых видов рыб, относятся к политоксобным.

Биологическое тестирование воды оценивает качество речных и озерных вод по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами. В качестве тест-объектов используются специально подобранные бактерии, грибы и актиномицеты, водоросли, беспозвоночные, рыбы и ферментные препараты.

В методах биотестирования с использованием бактерий регистрируются интенсивность размножения клеток, активность окислительных ферментов и др. В биотесте с использованием грибов и актиномицетов регистрируется ростовая реакция тест-объектов. В биотестах на водорослях используются различные реакции: интенсивность размножения клеток, способность клеток к окрашиванию, плазмолиз и др.

В методах с использованием простейших регистрируются интенсивность размножения, двигательная активность, интенсивность дыхания и сердцебиения. В методах с использованием других беспозвоночных регистрируются регенерация подошвы гидры, изменения поведения пиявки, гаммарид и др. У рыб в качестве тест-функций используются поведенческие реакции, двигательная активность, интенсивность сердцебиения и дыхания и др.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «качество воды»?
2. Какие бывают ограничивающие предельные показатели качества речных и озерных вод?
3. Что такое биологическая индикация воды?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородавченко, М. И. Охрана водных ресурсов / М. И. Бородавченко, Н. В. Зарубаев, Ю. С. Васильев и др. – Москва: Колос, 1979. – 247 с.
2. Донской, Н. П. Основы экологии и экономики природопользования / Н. П. Донской, С. А. Донская. – Минск: Выш. шк., 2000. – 308 с.
3. Коробкин, В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 576 с.
4. Маврищев, В. В. Основы общей экологии / В. В. Маврищев. – Минск: Выш. шк., 2000. – 317 с.
5. Фащевский, Б. В. Основы экологической гидрологии / Б. В. Фащевский. – Минск: Экоинвест, 1996. – 240 с.
6. Юшманов, О. Л. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О. Л. Юшманов, В. В. Шабанов, И. Г. Галямина. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 303 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Круговорот воды и распределение ее запасов	4
Тема 2. Грунтовые воды и их экологические связи с почвой	7
Тема 3. Комплексное использование водных ресурсов	10
Тема 4. Водопотребление и водопользование	12
Тема 5. Мониторинг и кадастр речных бассейнов	15
Тема 6. Водохозяйственный баланс	18
Тема 7. Рекреационное использование водоемов и водотоков	22
Тема 8. Общие понятия о качестве воды. Биологическая индикация воды	25
Библиографический список	29

Учебное издание

Салтанов Юрий Михайлович

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Редактор *С. Н. Кириленко*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 05.12.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,34.

Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.