

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.

_____ В.И.Туев

« ____ » _____ 2014г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И
ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

УЧЕНИЕ О ГИДРОСФЕРЕ

для специальностей и направлений « Экология», «Экология и
природопользование», «Геоэкология».

«Учение о гидросфере». Методические рекомендации по выполнению практических занятий, лабораторных работ и организации самостоятельной работы для специальностей и направлений «Экология и природопользование», «Геоэкология», «Экология».

Разработчик – С.А.Полякова. – Томск: 2014.

В пособии даны базовые понятия, правовые, нормативные, методические и научные основы проведения практических и лабораторных занятий по гидрологической дисциплине. Приведены рекомендации по организации самостоятельной работы студента с указанием примерных тем.

Пособие может быть рекомендовано студентам, аспирантам, преподавателям и работникам, специализирующимся по биоэкологическим и природоохранным специальностям и направлениям.

Автор надеется, что выполнение этих заданий поможет обучающимся грамотно проводить на практике анализ проблем, связанных с воздействием на гидросферу и осуществлять оценку влияния негативных источников воздействия в области природопользования.

СОДЕРЖАНИЕ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
Практическое занятие №1. Правовой режим водопользования	4
Практическое занятие №2. Метод моделирования распространения загрязняющих веществ в водных объектах	6
Практическое занятие №3. Природные водные экосистемы.....	9
Практическое занятие №4. Определение БПК водного объекта.....	13
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	17
Лабораторная работа №1 Поддержание балансового равновесия в водном объекте.....	17
Лабораторная работа №2 Определение соответствия органолептических показателей водных объектов нормативным требованиям.....	18
Лабораторная работа №3 Экологические проблемы Белого озера....	24
Список использованных источников.....	27
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ №1	29
ПРИЛОЖЕНИЕ №2.....	35

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие № 1. Правовой режим водопользования

(Семинар, время проведения - 2 часа, самостоятельная работа – 2 часа)

Цель занятия: ознакомить студентов с требованиями по охране водных объектов и рационального использования водных ресурсов в законодательных актах РФ.

Задачи занятия: изучить структуру и содержание «Водного кодекса РФ»; правовой режим использования вод; правовые нормы охраны вод.

Контрольные вопросы к семинарскому занятию

1. Воды как объект использования и охраны.
2. Право водопользования и его виды.
3. Возникновение права водопользования и его прекращение.
4. Предоставление водных объектов для специального водопользования.
5. Правовая охрана морей, рек, озер.
6. Правовая охрана вод от истощения и загрязнения.
7. Особенности государственного управления водопользованием.
8. Государственный учет вод и их пользования, ведение государственного водного кадастра.
9. Планирование использования и охрана вод.
10. Ответственность за нарушение водного законодательства.
11. Возмещение вреда, причиненного нарушением водного законодательства.
12. Разрешение споров о водопользовании.

Упражнения и задачи к практическому занятию

1. Назовите законы и иные нормативные акты, регулирующие водопользование и охрану водных объектов.
2. Перечислите органы, осуществляющие государственный контроль за использованием и охраной вод, раскройте их компетенцию.
3. Назовите органы, разрешающие споры о водопользовании.
4. Какая ответственность предусмотрена за загрязнение вод?
5. Как возмещается ущерб, причиненный нарушением водного законодательства?
6. Расскажите о действующей системе платы за пользование водами.
7. Без оформления права водопользования завод забирал из реки большое количество воды, что привело к ее обмелению и уменьшению рыбных запасов. Это также отрицательно сказалось на деятельности ряда

фермерских хозяйств, использующих воду реки для полива и питья. Фермеры обратились с иском в арбитражный суд.

В роли судьи арбитражного суда примите решение по существу.

8. Государственная комиссия подписала акт о приеме в эксплуатацию нового лакокрасочного завода с оговоркой, что строительная организация гарантирует в течение года обеспечить ввод системы очистных сооружений. Но она свои обязательства по истечении года не выполнила. Сточные воды завода загрязнили реку. Был нанесен ущерб рыбным запасам. Кроме того, пострадали пляжи и места отдыха трудящихся. Эти сведения поступили в прокуратуру и инспекцию по регулированию и охране вод.

Нормы каких законодательных актов нарушены и какая ответственность за это предусмотрена законом?

Как на эти нарушения должен реагировать прокурор?

9. В комитет природных ресурсов поступили сведения о том, что дорожно-строительное управление без согласования с санэпидемнадзором в зоне водозабора оборудовало склад противогололедной смеси (речной песок с хлористым калием), которая попала в реку. Председатель комитета дал предписание о незамедлительной ликвидации склада с вывозом смеси. Предписание было проигнорировано.

Что необходимо предпринять председателю комитета для выполнения предписания?

10. Главный государственный санитарный врач города обратился к прокурору с тем, что стекольный завод систематически сбрасывает в местное озеро недостаточно очищенные воды, угрожая здоровью населения и живым ресурсам озера. В этой связи санитарно-эпидемиологический центр опломбировал водозаборные сооружения завода, но по распоряжению его директора пломбы были сорваны. Свои действия директор предприятия оправдывает необходимостью выполнения производственного плана.

Примите решение в роли прокурора по существу заявления.

11. В ходе прокурорской проверки в агрофирмах области в большинстве из хозяйств были выявлены следующие нарушения: сточные воды из животноводческих помещений поступают в водоемы неочищенными, отсутствуют специальные навозохранилища и очистные сооружения, ядохимикаты и минеральные удобрения хранятся под открытым небом. В водоемах возросло число болезнетворных микробов, повысилась концентрация вредных веществ, опасных для здоровья людей.

Нормы каких законодательных актов нарушены?

Какие меры воздействия могут быть применены к директору завода?

12. По местному радио было зачитано обращение к населению города, о необходимости воздержаться от употребления воды из водопроводной сети ввиду ее заражения вредными веществами. В пробах воды обнаружено большое содержание фенола, представляющего опасность для здоровья людей. По требованию санитарно-эпидемиологического органа подача

зараженной воды была прекращена. Источник заражения воды фенолом пока не выявлен.

Имеются ли основания для возбуждения уголовного дела?

Имеют ли право граждане на возмещение вреда, причиненного их здоровью?

13. По устному распоряжению генерального директора Энсклеспрома было разрешено проводить молевой сплав леса. Леспромхозы начали эту работу по девяти рекам региона. Пять из них отнесены к лососевым, где запрещен любой сплав древесины.

Какие санкции могут быть применены к нарушителям?

14. В течение года кондитерской фабрикой было сброшено в водоем 370 тонн загрязняющих сточных вод, содержащих более тонны органического вещества, чем водным ресурсам был нанесен материальный ущерб на 12 млн. рублей. Управление водного надзора обратилось с иском в арбитражный суд.

В роли арбитражного судьи рассмотрите этот иск по существу.

Практическое занятие № 2 Метод моделирования распространения загрязняющих веществ в водных объектах

(время проведения - 4 часа, самостоятельная работа – 4 часа)

Цель занятия: освоить метод моделирования распространения загрязняющих веществ в водных экосистемах.

Задачи занятия: суметь использовать комплексные качественные показатели для освоения метода моделирования загрязняющих веществ в водоёмах.

В природоохранительной практике, при отсутствии комплексного показателя качества воды в различных водоемах, нередко используются либо частные показатели для отдельных химических соединений, либо обобщенные показатели, учитывающие совместное действие нескольких химических веществ. Примерами частных показателей отдельных химических соединений в воде являются их предельно допустимые концентрации (ПДК), летальная доза ЛД50 и др. Для оценки качества воды в реках и озерах используются также интегральные показатели, такие как биологическое потребление кислорода (БПК) за пять суток - БПК5, химическое потребление кислорода – ХПК и др.

В настоящее время разработаны системы показателей оценки качества воды в водоемах с учетом их загрязнения, которые позволяют более или менее точно определять изменчивость загрязнения водных масс во времени и пространстве, обусловленные изменчивостью гидрологических характеристик.

Одной из таких систем является упрощенный метод моделирования распространения загрязняющих веществ в воде. Расчетная формула

позволяет определить значение $S_{\text{макс}}$ в зависимости от расстояния L от места сброса загрязняющих веществ.

$$S_{\text{макс}} = S_n \frac{0,14 Q_{\text{см}} \sqrt{N} \cdot B}{L \cdot Q \cdot \varphi} S_{\text{см}},$$

где:

S_n – средняя концентрация вещества в потоке ниже выпуска в мг/л;

N – характеристическое число турбулентного потока, равное $0,07 \cdot V^2 \cdot (H \cdot j)$, где V – скорость реки в км/час, а j – ее уклон в градусах. Формула, включающая в себя коэффициент Шизи, выглядит так:

$$C = \frac{V}{\sqrt{H \cdot j}}, \text{ где } j \text{ – уклон водной поверхности в градусах, а}$$

$$N = \frac{M \cdot C}{g}, \text{ где } M \text{ – величина, зависящая от } C : M = 0,7 \cdot C + 6, \text{ а } g = 9,8.$$

При $C \geq 60$, $C = 48$. H – глубина водоема в месте поступления сточных вод в м;

B – ширина водоема в месте поступления сточных вод в м;

Q – обобщенный показатель качества воды, равный $S_i : \text{ПДК}_i$, где S_i – концентрация загрязняющего вещества в потоке, а ПДК – предельно допустимая концентрация этого вещества в этом же потоке; этот показатель чаще всего берется из Водного Кадастра и для некоторых рек Западной Сибири составляет:

Бийск – 25; Барнаул – 11; Новосибирск – 12; Колпашево – 23;

Александровское – 18; Междуреченск – 3; Новокузнецк – 22; Крапивино – 19; Томск – 25; Козюлино – 7; Устье Катуня – 25; Устье Кондома – 35;

$Q_{\text{см}}$ – расход сточных вод в м³/час;

$S_{\text{см}}$ – концентрация сточных вод в мг/л;

Q_p – чистый поток, в котором концентрация загрязняющего вещества равна 0;

$L_{\text{фор}}$ – длина реки по фарватеру от места сброса ЗВ;

$L_{\text{пр}}$ – длина реки по прямой от места сброса ЗВ;

L – длина реки от места сброса ЗВ;

φ – коэффициент извилистости реки, равный частному от деления длины отрезка реки по фарватеру на длину отрезка реки по прямой;

Пример:

$$S_{\text{макс}} = 0,3 + \frac{0,14 \cdot 50 (\sqrt{N: 4,5}) \cdot 100}{\dots} \cdot 0,9$$

Практическое занятие № 3 Природные водные экосистемы.

(Время проведения - 4 часа, самостоятельная работа – 4 часа)

Цель занятия:

1. Знакомство студентов с гидрологическими характеристиками природных водных объектов.

Задачи занятия:

2. Ознакомиться с общими характеристиками водных объектов.
3. Изучить элементы реки и подземных вод.
4. Показать роль рек и подземных вод в круговороте воды в биосфере.

Реки.

Рекой называется водный поток, протекающий в естественном русле и , питающийся за счет поверхностного и подземного водостоков речного бассейна. Атмосферные осадки сначала стекают в виде временных потоков. Сливаясь вместе они образуют постоянные *притоки* прежде всего в виде ручьев, затем мелких речек и собственно рек.

Реки несут свои воды в озера, моря и океаны. Река, впадающая в один из таких водоемов, называется главной. Реки, впадающие в главную реку, называются притоками. Совокупность всех рек, сбрасывающих свои воды через главную реку в озеро или море, называется *речной системой* или *речной сетью*. Реки, озера, болота, балки, овраги данной территории составляют ее *гидрографическую сеть*.

Согласно классической классификации, притоки различают разных порядков. Реки, непосредственно впадающие в главную реку, называются притоками 1-го порядка, а притоки этих притоков составляют 2-й порядок и т.д.

Несколько иная классификация Хортон. Хортон называет рекой 1-го порядка реку, не имеющую притоков; рекой 2-го порядка – реку, принимающую притоки 1-го порядка и т.д.

Таким образом, чем больше номер реки, тем более сложный характер носит речная система, которая характеризуется протяженностью рек, ее составляющих, их извилистостью и густотой речной сети.

Протяженность – суммарная длина всех рек, составляющих данную речную систему.

Извилистость – характеризуется коэффициентом извилистости. Он определяется для отдельных участков реки, как отношения расстояния между начальным и конечным пунктами участка по прямой линии к длине реки на этом участке.

Густота сети – характеризуется коэффициентом густоты речной сети, представляющей отношение суммарной протяженности речной сети на данной площади к величине этой площади и измеряется в км/км².

Густота речной сети зависит от ряда природных факторов: рельефа, геологического строения местности, свойств почв, климата, особенно от

количества осадков. На севере густота речной сети больше, чем на юге, в горах больше, чем на равнинах.

Водоразделом называется линия на земной поверхности, разделяющая сток атмосферных осадков по двум противоположно направленным склонам. Хорошо выражены водоразделы в горной местности, где они проходят по вершинам хребтов. На равнинах водоразделы выражены не так четко, и точно определить их сложно.

Реки собирают воду не только с земной поверхности, но и из верхних слоев литосферы. В соответствии с этим различают поверхностные и подземные водоразделы, которые могут не совпадать.

Речным бассейном называется часть земной поверхности, включающая в себя данную речную систему и отделенная от других речных систем водоразделами. Поверхность суши, с которой речная система собирает свои воды, называется *водосбором* или *водосборной площадью* бассейна. В большинстве случаев площадь бассейна реки и водосборная совпадают. Но иногда водосборная площадь бывает меньше площади речного бассейна, если есть территория, с которой стоки в данную речную систему не поступают.

Морфометрические характеристики реки

Это прежде всего географическое положение речного бассейна, которое дается в географических координатах его крайних точек. В данные характеристики входят также климатические условия бассейна – количество, распределение и интенсивность атмосферных осадков, мощность и запас воды в снежном покрове, температура и радиационный баланс, рельеф местности, геологическое строение, характер почвенного и растительного покрова, данные об озерах, болотах, ледниках.

Истоком реки называется место на земной поверхности, где русло реки принимает отчетливо выраженное начертание и где в нем наблюдается течение.

Река может образоваться из слияния двух рек. Место этого слияния и принимается за *начало* такой реки. За ее исток принимается исток более длинной из этих двух рек. В этом случае различают длину реки от начала до устья и гидрографическую длину реки от устья до истока. Если обе реки имеют одинаковую длину, то за исток принимается исток левого притока.

Место, где река впадает в другую реку, озеро или море, называется устьем реки. Иногда вследствие расхода воды на испарение и фильтрацию в грунт реки заканчиваются “слепыми” устьями.

Речная долина, ее поперечный профиль

Реки обычно текут в узких вытянутых пониженных формах рельефа, характеризующихся общим наклоном своего ложа от одного конца к другому и называемых долинами.

Элементами речных долин являются - дно (ложе), тальвег, русло, пойма, склоны, террасы, бровка.

Дно долины – наиболее пониженная ее часть.

Тальвег – непрерывная, извилистая линия, соединяющая наиболее глубокие точки дна долины.

Дно долины в продольном направлении пересекается речным руслом.

Поймой называется часть дна долины, заливаемая речными водами.

Речные террасы – более или менее горизонтальные площадки, располагающиеся уступами на склоне долины на некоторой высоте над тальвегом.

Бровкой называется линия сопряжения склонов долины с поверхностью прилегающей местности.

Подземные воды.

Условия залегания подземных вод, их запасы и качество в значительной степени определяются водно-физическими свойствами горных пород.

Пористость – наличие малых пустот – капиллярных пор; скважность – наличие в породе крупных некапиллярных промежутков; *общая пористость* – пористость вместе со скважностью определяется как отношение объема всех пор к объему всей породы в сухом состоянии, выраженному в долях или процентах. Например, пористость галечников составляет 15-20%, песка – 30-35%, глины – 40-50%, торфов – 90%.

Водоотдача – способность породы, насыщенной водой, отдавать путем свободного стекания то или иное количество воды. Водоотдача характеризуется коэффициентом, то есть отношением объема стекающей воды к объему всей породы и выражается в долях единицы или в процентах.

Водопроницаемость - способность породы пропускать через себя воду.

Водопроницаемость и водоотдача зависят от пористости. По водопроницаемости породы делятся на группы:

- *водопроницаемые* - грубозернистые, грубообломочные породы (галечник, песок, гравий, массивные трещиноватые породы - мрамор, гранит, известняк);

- *водоупорные*, которые практически не пропускают через себя воду - плотные массивные, монолитные породы (мрамор, гранит, базальт) или осадочные мелкозернистые породы (глинистые сланцы).

- *полупроницаемые* - песчаники, известняки, лесс.

Водоудерживающая способность (*влагоемкость*) заключается в количестве воды, удерживаемом в почвах или породах при определенных условиях.

Выражается водоудерживающая способность как отношение объема воды в породе к весу сухой породы. Согласно этой характеристике породы делятся на несколько групп:

- * *сильно влагоемкие* – торф, глина, суглинки;
- * *слабо влагоемкие* – известняки, мел, рыхлые песчаники, лесс;
- * *невлагоемкие* – галька, песок, гравий, массивно изверженные породы.

В почве и породах вода находится под влиянием *нескольких сил*:

1. Сила тяжести.

2. Силы молекулярного взаимодействия между молекулами воды и молекулами и ионами частиц породы, вызывающие явление сорбции – то есть поглощения влаги частицами породы.

3. Капиллярные силы – проявляются в местах скопления воды в капиллярных порах вследствие влияния поверхностного натяжения;

4. Осмотические силы – проявляются в местах соприкосновения растворов с разной концентрацией;

5. Десукция силы – сосущая сила корней растений, под ее влиянием вода из почвы выводится обратно в атмосферу.

Постоянно действующей выступает сила тяжести, соотношение других сил зависит от количества воды в порах.

Виды воды в порах

Всю влагу в порах можно разделить на ряд видов, для которых в данный момент характерны передвижения под преобладающим влиянием той или иной силы:

1 - химически связанная вода – та, которая входит в состав молекулы (Fe(OH)₃). Удалить химические связи возможно только при прокаливании и разрушении минералов;

2 - кристаллизационная – входит в состав некоторых минералов, удаляется при нагревании свыше 100 ° – 200 ° С (CaSO₄ · 2H₂O);

3 - парообразная - находится в порах и пустотах и перемещается под действием диффузных сил;

4 - гигроскопическая – вода, абсорбированная частицами породы из воздуха, прочно связана с частицами грунта;

5 - пленочная – вода, которая обволакивает частицы породы сверх максимальной гигроскопичности, абсорбируется из жидкой фазы, менее прочно связана с минеральными частицами;

6 - капиллярная – заполняет сравнительно мелкие поры породы, удерживается и передвигается в грунтах под действием капиллярных сил из зоны большего увлажнения в менее увлажненную;

7- гравитационная (свободная) – заполняет некапиллярные пустоты породы, под влиянием силы тяжести просачивается в породу сверху вниз.

Тепловое загрязнение поверхности водоемов и их прибрежных территорий возникает в результате сброса нагретых сточных вод электростанциями и некоторыми промышленными производствами. Сброс нагретых вод во многих случаях обуславливает повышение температуры воды в водоемах на 6-8 градусов С. Более устойчивая температурная стратификация препятствует водообмену поверхностным и донным слоям. Растворимость кислорода уменьшается, а потребление его возрастает, поскольку с ростом температуры усиливается активность аэробных бактерий, разлагающих органическое вещество. Усиливается видовое разнообразие фитопланктона и всей флоры водорослей.

Практическое занятие № 4 Определение БПК водного объекта (Время проведения – 2 часа, самостоятельная работа – 2 часа)

Цель: обучить расчётным навыкам характеристик объектов гидросферы.

Влияние органических отходов на количество растворенного в воде кислорода (БПК)

Качественное истощение водных ресурсов. Основной причиной современной деградации природных вод Земли является антропогенное загрязнение. Главными его источниками служат:

- а) сточные воды промышленных предприятий;
- б) сточные воды коммунального хозяйства городов и др. населенных пунктов;
- в) стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и др. сельскохозяйственных объектов;
- г) атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоёмов и водосборных бассейнов. Кроме этого неорганизованный сток воды осадков ("ливневые стоки", талые воды) загрязняет водоёмы существенной частью техногенных терраполлютантов.

Антропогенное загрязнение гидросферы в настоящее время приобрело глобальный характер и существенно уменьшило доступные эксплуатационные ресурсы пресной воды на планете. Общий объем промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков достигает 1300 км³ воды (по некоторым оценкам, до 1800 км³), для разбавления которых требуется примерно 8,5 тыс. км³ воды, т.е. 20% полного и 60% устойчивого стока рек мира.

Причем по отдельным водным бассейнам антропогенная нагрузка гораздо выше средних глобальных значений.

Основным загрязнителем водоемов является нефть. Этот вид загрязнителя попадает в реки разными путями: при спуске воды после промывки цистерн из-под нефти, при аварии судов.

Нефть представляет собой вязкую маслянистую жидкость, имеющую темно - коричневый цвет и обладающую слабой флуоресценцией. Нефть состоит преимущественно из насыщенных гидроароматических углеводородов. Основные компоненты нефти - углеводороды (до 98%) - подразделяются на 4 класса:

- 1 Парафины (алкены).
- 2 Циклопарафины.
- 3 Ароматические углеводороды.
- 4 Олефины.

Легкие фракции нефти, плавая по поверхности, образуют пленку, изолирующую и затрудняющую газообмен. При этом одна капля нефтяного масла образует, растекаясь по поверхности, пятно

диаметром 30-150 см, а 1т около 12 км² нефтяной пленки. Толщина пленки измеряется от долей микрона до 2 см.

Смешиваясь с водой, нефть образует эмульсию двух типов: прямую "нефть в воде" и обратную "вода в нефти". Прямые эмульсии, составленные капельками нефти диаметром до 0,5 мкм, менее устойчивы и характерны для нефти, содержащей поверхностные вещества. При удалении летучих фракций, нефть образует вязкие обратные эмульсии, которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течением, выбрасываться на берег и оседать на дно.

Но вместе с нефтепродуктами в воду буквально вываливаются сотни и тысячи тонн ртути, меди, свинца, соединений, входящих в состав

Хорошо перемешанный в воде кислород обретает состояние насыщающей концентрации. Она представляет количество кислорода в мг, растворенного в литре воды – мг/л. Насыщающая концентрация достигает значений 8-9 мг/л в зависимости от температуры.

Если концентрация кислорода в воде достаточно велика, то при окислении органики может израсходоваться весь запас кислорода в данном объеме воды, где при этом создаются так называемые анаэробные условия: нормальная жизнь водных организмов, таких, как рыбы, становится невозможной. Здесь развиваются бактерии, которым кислород не нужен, в то время, как аэробные бактерии гибнут от недостатка кислорода. Дело в том, что анаэробным бактериям нужен не кислород, а сера.

Сера же, в свою очередь, присутствует в органических отходах. Ее атомы похожи на атомы кислорода, но имеют дополнительную электронную оболочку. Поэтому сера способна заменить кислород в реакциях окисления, при которых вместо воды образуется сульфид водорода – H₂S. Кстати, запах тухлых яиц характерен для сульфида водорода.

Преимущественное окисление органических отходов анаэробными бактериями, таким образом, ведет к исчезновению кислорода в воде, так как его приток из атмосферы убывает, а остатки расходуются на параллельный окислительный процесс органики. Убедительным примером тому служит так называемое горение озер ближе к весне, когда притоку кислорода в озеро препятствует ледяной панцирь, и на окисление отмерших водорослей расходуется осенний запас кислорода.

В проточную воду, даже подо льдом, кислород поступает. Однако при попадании в реку органических отходов, скажем, со сточными водами концентрация растворенного в воде кислорода уменьшается. Естественное перемешивание кислорода с водой способно возместить удаленный кислород, но происходит это не сразу, а по четырем зонам:

1. Зона чистой воды с высоким уровнем растворенного в ней кислорода выше по течению реки от места сброса сточных вод.
2. Зона ухудшения качества воды, где концентрация кислорода падает.
3. Зона ущерба с относительно постоянным и низким уровнем концентрации кислорода в потоке.

4. Зона восстановления, где концентрация кислорода повышается. Понятно, что если сброс сточных вод бывает многократным, то зона ущерба может протянуться на несколько километров.

К сожалению, измерить количество каждого органического вещества, присутствующего в сточных водах сложно, а порой и невозможно. Поэтому для более быстрого, хотя и менее точного, определения концентрации загрязняющих органических веществ в воде был в начале минувшего столетия предложен в Англии. Этот метод позволяет не только определить концентрацию в воде органических веществ, но и количество кислорода, затраченное бактериями на окисление всех содержащихся в воде веществ. Этот показатель называется биохимическим потреблением кислорода (БПК) и представляет собой то количество кислорода, которое необходимо для окисления бактериями и простейшими организмами всей органики в 1 л загрязненной воды. БПК выражается в миллиграммах кислорода на 1 л.

Например, мы исследуем пробу воды, загрязненной городскими сточными водами. Известно, что БПК для этой пробы составляет 120 мг/л. Это означает, что бактерии и простейшие на окисление всех органических веществ в 1 л воды израсходуют 120 мг кислорода.

Предположим, что 50 мл загрязненной воды смешали с 950 мл чистой воды, в результате чего проба оказывается разбавленной в отношении 50:1000, или 1/20 первоначальной смеси. Значение БПК при этом равно $1/20 \times 120$ или 6 мг/л.

Эта ситуация аналогична той, когда в реку попадают сточные воды в соотношении, которое нетрудно измерить, скажем, по поперечному сечению и скорости потоков. Предположим, что БПК в сточной воде составляет те же 120 мг/л. Предположим далее, что производственный комбинат сбрасывает в реку в течение суток 48 млн. л сточных вод, а забирает выше стока по реке 72 млн. л чистой воды в течение этого же времени.

БПК в данном случае для смеси (чистая вода + сток) с учетом разведения 1/20 составит 6 мг/л. Учитывая, что концентрация кислорода в чистой воде не превышает 9 мг/л, можно прийти к выводу, что концентрация кислорода ниже сброса сточных вод имеет низкий уровень. На этом основании можно сделать вывод об истощаемости кислорода в реке вследствие сброса сточных вод. При этом сам по себе показатель БПК ничего не говорит о концентрации вредных веществ в сточных водах и в реке ниже их сброса по течению. Но этот показатель дает возможность экологу быстро оценить опасность загрязнения и его последствия.

Процедура определения БПК на практике состоит из нескольких этапов.

Сначала пробу загрязненной воды известного объема разбавляют гораздо большим, также известным, объемом чистой воды. Чистая вода предварительно взбалтывается на воздухе для того, чтобы она насытилась кислородом. Смесь сточной и чистой воды заполняют бутылку доверху (обычно берется 300 мл емкость) и закрывают хорошо притертой пробкой (крышкой), чтобы исключить попадание в нее дополнительного воздуха.

Таких заполненных смесью чистой и загрязненной воды бутылок готовят две.

Одну из бутылок помещают в темное место при температуре 20°C и извлекают через пять полных суток (обычно к концу пятых суток скорость удаления кислорода из воды становится небольшой). Темнота необходима для предупреждения роста водорослей, которые могут выделять кислород в исследуемую воду в качестве побочного продукта фотосинтеза. Другая бутылка со смесью загрязненной и чистой воды исследуется сразу же для определения фактического количества растворенного кислорода.

Методы определения содержания кислорода в воде различны. Есть среди способов и химические, и электрические. Они требуют определенных реактивов, инвентаря, навыков.

Предположим, что в бутылке, которая исследуется сразу же после изготовления пробы, содержание кислорода равно 7,5 мг, а в бутылке, которая исследовалась по прошествии пяти суток, содержание кислорода равно 6 мг. Из разности этих показателей следует, что 1,5 мг кислорода удалили из бутылки микроорганизмы и никто иной, так как бутылка была тщательно закрыта и хранилась в темноте.

Допустим, что первоначальная проба загрязненной неразбавленной воды имела объем 10 мл. Отсюда следует, что на окисление органики в воде, объемом 1 л, пошло $(1,5 \cdot 100) = 150$ мг кислорода. Отсюда следует, что БПК загрязненной воды 150 мг/л.

Пример. Определить БПК загрязненной воды, если количество растворенного в бутылке кислорода исследованной сразу же после заполнения равно $m_1 = 7,5$ мг, а количество кислорода в бутылке, измеренное по прошествии пяти суток, равно $m_2 = 6,5$ мг/

$$m_1 - m_2 = 7,5 - 6,5 = 1 \text{ мг.}$$

Таким образом, на 10 мл загрязненной воды было израсходовано 1 мг кислорода, что в пересчете на 1 литр составит 100 мг. Это означает, что БПК равно 100 мг/л.

Задача. Жилой комплекс сбрасывает в речку 50 млн. л сточных вод в сутки, которые смешиваются с чистой водой в реке в соотношении 1/20. БПК сточной воды равно 100 мг/л. Какое БПК будет иметь вода в речке в зоне загрязнения?

Задание: приведите свой пример расчета БПК водоёмов, в которые попадают сбросы предприятий пищевой промышленности, цветной металлургии, предприятий фармакологии или нефтеперерабатывающих (по выбору).

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1 Поддержание балансового равновесия в водном объекте (время проведения – 4 часа самостоятельная работа – 4 часа).

Цель: изучить параметры от которых зависит состояние балансового равновесия в водном объекте.

Задачи:

1. Определение понятия равновесия отношения баланса вещества, массы и энергии.
2. Вычисление балансов вещества и энергии.
3. Формирование навыка формулировать выводы на основе полученных данных.

Оборудование: калькулятор, бланки для записи результатов.

Постановка задачи:

1. Подсчитайте баланс веществ в водном объекте при следующих условиях:

№ п/п	m^+	m^-	Δm
1	$m^+ = 0,1 \text{ кг/с}$	$m^- = 0,07 \text{ кг/с}$	
№ 2/п	$m^+ = 0,45 \text{ кг/Дж}$	$m^- = 0,45 \text{ кг/Дж}$	ЛО
3	$m^+ = 0,7 \text{ кг/с}$	$m^- = 0,72 \text{ кг/с}$	
2	397	400	
3	296	296	

2. Какой процесс из указанных можно назвать равновесным и почему?
Что будет происходить в остальных случаях в водных объектах?
Подсчитайте количество тепловой энергии в водных объектах при следующих условиях:

3. Прокомментируйте как будет изменяться тепловой статус водного объекта в каждом случае? Почему так важен этот параметр с экологической точки зрения? Поясните.

Лабораторная работа № 2 Определение соответствия органолептических показателей водных объектов нормативным требованиям

(время проведения - 4 часа, самостоятельная работа - 4 часа)

Цель: приобрести навыки определения визуальных наблюдений за состоянием водных объектов (Реки Томь, Ушайка; родники Михайловской роши; Сенная Курья).

Задачи:

1. Определить, соответствуют ли стандартам органолептические показатели воды?
2. Какие химические элементы или соединения находятся в данных источниках воды в количествах, превышающих допустимые величины?
3. Какое значение имеет повышенное содержание в воде ионов железа, свинца, ртути?
4. Из каких источников можно использовать воду для питья?
5. Вода из каких источников нуждается в обеззараживании?
6. Назовите соединения, присутствие которых в источниках свидетельствует об их загрязнении?
7. Какие заболевания может принести людям употребление воды из конкретных источников?
8. Какие методы обеззараживания воды могут быть применены к конкретным источникам?

Органолептические наблюдения

Это метод определения состояния водного объекта путем его непосредственного осмотра. При этом особое внимание обращается на явления, необычные для данного водоема и свидетельствующие о его загрязнении: гибель рыб и водных растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, повышенная мутность, посторонние окраска, запахи, цветение воды, наличие водяной пленки и т.п.

Запах, мутность, цветность и прозрачность

Запах – свойство воды вызывать у человека и животных специфическое раздражение слизистой оболочки носовых ходов. Измеряется в баллах. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате жизнедеятельности водных организмов, их разложении, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также промышленные, сельскохозяйственные и бытовые стоки. Острота запаха зависит от температуры.

Мутность природных вод вызвана присутствием тонко дисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми и коллоидными органическими или неорганическими веществами различного происхождения. При этом определение качества воды проводится описательно: сильная опалесценция, опалесценция, слабая опалесценция. В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды ее мутность не должна превышать 1,5 гр/дм куб по каолину.

Цветность – показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды и обусловленный содержанием окрашенных соединений. Цветность определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Цветность выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы и колеблется от единицы до тысяч градусов. Предельная допустимая величина цветности питьевой воды составляет 35 градусов.

Цветность обусловлена присутствием гумусовых веществ и соединений Fe(III) и зависит от геологических условий водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот в бассейне реки. Сточные воды могут давать различной интенсивности окраску воды. Высокая цветность оказывает отрицательное воздействие на жизнь водных организмов, так как резко снижает концентрацию растворенного в воде кислорода, который расходуется на окисление железа и гумуса.

Прозрачность природных вод обусловлена их цветом и мутностью, то есть содержанием в них различно окрашенных и взвешенных частиц. Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров – диск Секи или различить на белой бумаге шрифт средней жирности высотой 3,5 мм. Результаты выражаются в сантиметрах с указанием способа измерения. Ослабление прозрачности приводит к большому поглощению солнечной энергии вблизи от поверхности, а появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду. Уменьшение потока света уменьшает эффективность фотосинтеза.

Особое место среди вредных веществ, попадающих в водоемы, занимают металлы, используемые в промышленных технологиях. Большие массы металлов, применяемых в химической, бумажной, электротехнической и иных отраслях промышленности. Теми или иными путями попадают в промышленные стоки. Значительное количество металлов добывается с целью их дальнейшего рассеивания по поверхности земли. Например, алкиды свинца применяются в качестве добавок в бензин для автомобильного транспорта, а такие ядовитые вещества как мышьяк и ртуть используются в ядохимикатах для сельского хозяйства.

В настоящее время количество техногенных металлов, поступающих в природную среду, сопоставимо с процессами массообмена (таблица 1):

Таблица 1

Массы тяжелых металлов, вовлекаемых в техногенную и природную миграцию, 103 т/год

(по В.В. Добровольскому, 1998)Элемент	Годовая добыча	Выделение при сжигании кам. угля (1980 г.)	Захват годовым приростом растительности	Вынос растворенных форм с речным стоком
Mn	8500	430	41400	410
Ca	6000	30	1376	287
Zn	4400	140	5160	820
Pb	2400	27	211	44
Cr	2000	49	309	41
Ni	560	14	344	123
Sn	180	3	43	21
Mo	73	6	86	37
Co	26	5	86	10
Cd	26	2	8,5	8,2

Из сравнения данных следует, что количества марганца и хрома, поступающие в биосферу при сжигании каменного угля, близки к их количествам, выносимым в растворимых формах годовым речным стоком со всей суши. Годовая же добыча меди, свинца, олова и кадмия превышает их массы выноса растворенных форм и захвата годовым приростом растительности.

Проблема усложняется тем обстоятельством, что техногенные тяжелые металлы осаждаются вокруг источников происхождения, и, следовательно, вокруг предприятий-загрязнителей формируются биогеохимические аномалии с большими нагрузками на живые организмы.

В середине прошедшего века к наиболее опасным металлам относились ртуть, свинец и кадмий. Но уже на исходе века к ним прибавились кобальт, марганец, медь, молибден, никель, олово, хром. В этой связи эксперты ООН проблему загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами поставили на второе место после накопления в атмосфере углекислого газа.

В рамках биогеохимической аномалии обычно образуются две зоны. Первая непосредственно примыкает к источнику выброса тяжелых металлов, где отсутствует растительность, разрушена биокосная система почвы, уничтожена в значительной степени почвенная фауна и микроорганизмы. Вторая – более обширная, где угнетение биоты наблюдается, но в менее значительной степени. По мере удаления от источников выбросов тяжелых металлов интенсивность пылевидных частиц сульфидов и оксидов

уменьшается, и, напротив, возрастает, к примеру, относительное содержание водорастворимых форм свинца: от 55% на расстоянии 1,5 км до 80% на расстоянии 4 км.

Источниками рассеивания тяжелых металлов служат не только предприятия металлообрабатывающей промышленности. Так сырье для производства фосфорных удобрений содержит примеси меди, свинца, урана, цинка. Производство бумаги сопровождается рассеиванием ртути. Мощные тепловые электростанции кроме тяжелых металлов рассеивают оксиды серы в радиусе 10-20 км. Даже сам по себе город является источником рассеивания тяжелых металлов в радиусе до 2-3 км.

Аномалии свинца образуются вдоль автомагистралей, и концентрация его в почве, прилегающих водоемах напрямую зависит от интенсивности движения автотранспорта по этим магистралям. Наиболее сильное загрязнение придорожной растительности наблюдается на расстоянии до 5-10 м от обочин. Максимум загрязнения свинцом в придорожных посадках приходится на высоту 1-2 м, а выше начинает спадать.

Смена сухого периода на дождливый, изменение направления ветра изменяет конфигурацию аномалий тяжелых металлов. Содержание придорожного свинца в условиях интенсивного загрязнения возрастает от весны к осени. То же наблюдается и у растений на протяжении вегетационного периода.

Между тем практически невозможно определить влияние конкретных загрязнителей на биосферу в целом, так как она велика по сравнению с источниками загрязнения, теми же промышленными предприятиями, концернами, корпорациями и т.д. Нельзя также не учитывать того, что биосфера является динамической системой, подтверждение чему мы находим в истории Земли. Известно, что на протяжении существования планеты происходили значительные изменения концентрации многих химических элементов, находящихся в форме водных растворов, газовых смесей, минеральной. На отдельных участках земной коры изменились даже концентрации отдельных элементов.

Однако изменение общей экологической обстановки не всегда можно характеризовать как катастрофическое и видеть причину лишь в техногенной деятельности человека. Развитие техногенных процессов конечно можно сопоставлять особенно в последние десятилетия с глобальными геологическими и геохимическими природными явлениями. И в то же время экологические катастрофы последнего времени нельзя целиком относить к последствиям техногенных изменений с мутациями и вымиранием определенных видов организмов, поскольку в истории Земли подобное встречалось.

В настоящее время можно лишь констатировать, что в биосфере под воздействием различных факторов как техногенного, так и природного характера происходит целый ряд глобальных изменений: перемещение громадного количества горных пород и почв; изменение концентраций

многих химических элементов на больших пространствах в различных средах; изменение климатических условий как в региональном, так и планетарном масштабе, связанное с техногенным увеличением содержания в атмосфере углекислого газа, углеводородов, фреонов, озонов, а также строительством больших водохранилищ, осушением болот, вырубкой лесов и т.д. Эти виды изменений можно определить и качественно и количественно в комплексе с позиций перемещения и концентрации химических элементов и особенно тяжелых металлов. Для этого с точки зрения качественной оценки необходимо составлять карты геохимических ландшафтов, а с точки зрения количественной оценки необходимо учитывать перемещение и концентрацию химических элементов во всех формах их нахождения и сложных взаимоотношений элементов в различных участках биосферы.

В этой связи несомненный интерес представляет уровень загрязнения, в том числе и тяжелыми металлами, водоемов Томской области.

Томская область, расположенная в бассейне среднего течения Оби, имеет значительные запасы поверхностных и подземных вод. В области насчитывается 18100 больших, средних и малых рек, общая протяженность которых составляет 95 тыс. км. Имеется также 95 тысяч озер.

Поверхностные воды. Основной водной артерией является река Обь, имеющая на территории области протяженность 1169 км. Главными притоками Оби являются реки Томь, Чулым, Кеть, Парабель, Васюган, Тым. Рек длиной более 100 км в области насчитывается свыше 80.

Реки отличаются большой извилистостью, малым падением, незначительными уклонами, медленными течениями. Большинство рек берет начало из болот. Медленное таяние снега в лесах, обилие болот делают реки полноводными в течение длительного времени, весеннее половодье растягивается более чем на 2 месяца. Высокий уровень воды в реках поддерживается также обильными дождями. Питание рек – смешанное, основными источниками являются талые, грунтовые и дождевые воды.

Озера расположены в основном в поймах крупных рек. Их число возрастает к северу по мере увеличения степени увлажнения территории.

Подземные воды. Ресурсы пресных вод составляют 98% от общих запасов подземных вод; на долю минерализованных вод приходится соответственно 2%. Наиболее интенсивно для хозяйственно-бытовых нужд используется водоносный комплекс палеогеновых отложений, на который приходится большее число разведанных месторождений (всего разведано на 01.01.2001 г. 29 месторождений пресных подземных вод и одно – минеральное).

Прогнозные ресурсы пресных и маломинерализованных вод верхней 250-метровой толщи рыхлых отложений оценены в количестве 61,4 куб.м/сут. из расчета на 50 лет. Восполняемая часть запасов (естественные ресурсы) составляет 7,2 млн куб.м/сут. Ресурсы минеральных вод в юрских, меловых и палеозойских водоносных горизонтах практически неограниченны. Среди них имеются аналоги таких известных вод, как «Мацеста», «Евпатория»,

«Нальчик», «Карачинская» и т.д. Довольно широко распространен тип вод с редкими литиевой и калиевой составляющими.

Потоки использования. Основная нагрузка технического потребления воды приходится на поверхностные источники, причем преобладающе - на реку Томь. Количество свежей воды, забираемой из природных водных объектов в 2001 г. составило 671, 79 млн. куб. м.

За этот же период в поверхностные водоемы было сброшено 552,82 млн. куб. сточных транзитных вод.

Динамика поступления загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы Томской области

Вещества – загрязнители	2011 г.	2012 г.	+ -
БПК (тыс. т)	1,755	2,63	+ 0,605
Взвешенные вещества (тыс. т)	4,25	5,6	+ 1,35
Сухой остаток (тыс.т)	48,9	57,69	+ 8,79
Нефтепродукты	0,05	0,08	+ 0,03
Сульфаты	6,77	7,71	+ 0,94
Хлориды	4,81	5,51	+ 0,7
Фосфор общ (т)	135,95	166,89	+ 30,94
Азот аммонийный	571,33	551,4	- 19,93
Фенолы	0,14	0,21	+ 0,07
Азот нитратный	1005,9	1020	+ 14,1
СПАВ	10,78	9,6	- 1,18
Жиры	0,58	1,72	+ 1,14
Железо	91,74	155,25	+ 63,51
Медь	0,36	0,01	- 0,35
Цинк	0,51	3,71	+ 3,2
Никель	0,19	0,71	+ 0,52
Алюминий	0,01	0,5	+ 0,49
Бензол	0,16	-	- 0,16
Свинец	0,59	0,55	- 0,04
Магний	1054,6	1035,78	- 18,82
Марганец	0,22	0,16	- 0,06
Метанол	-	0,09	+ 0,09
Азот нитритный	23,96	26,41	+ 2,45
Карбамид	579,91	142	- 437,91
Фтор	144,1	164,2	+ 20,1
Фторореагенты	14,56	2,45	- 12,11

Формальдегид	5,02	4,8	- 0,22
Кальций	4812,51	4935,41	+ 122,9
Кремний	134,35	139,01	+ 4,66
Натрий	21,75	13,18	- 8,57
Хром +6	0,06	0,06	-
Толуол	0,21	-	- 0,21
Бор	-	6,88	+ 6,88
ХПК (тыс.т)	-	1,22	+ 1,22

В целом объем загрязненных сточных вод составил 33,675 млн.куб.м, из которых большинство сбрасывается в поверхностные водные объекты. Сброс загрязненных сточных вод составил одну восьмую часть от их объема в году предшествующем.

Лабораторная работа №3 Экологические проблемы Белого озера (Время проведения - 4 часа; самостоятельная работа – 4 часа)

Цель: определить экологические проблемы настоящего времени Белого озера.

Задачи: дать морфометрическую и гидрологическую характеристики озера; провести органолептические наблюдения и сделать вывод о состоянии водного объекта.

Ход работы:

1. Описание характеристики гидрогеографического положения озера.
2. Проведение органолептических наблюдения озерной воды.
3. Выводы, поведенных исследований.
4. Составление отчёта о проделанной работе.

Озера – котловины или впадины земной поверхности, заполненные водой и не имеющие прямого соединения с морем, своеобразные водные природные комплексы, резко отличающиеся от окружающих природных комплексов суши. Встречаются везде с глубиной от 10 см до 1,5 км.

Озера образуются в замкнутых понижениях на суше, которые возникают в результате эндогенных (протекающих внутри земли) и экзогенных (внешних) процессов.

Классификация озер

По характеру возникновения озера подразделяются на два класса:

1. тектонические – самые крупные и глубокие, занимающие впадины, которые возникли в результате тектонических движений Земли. Характерны для них: неровное дно, обрывистые берега, большие глубины;
2. вулканические – распространены в областях вулканической деятельности.

По характеру занимаемых углублений земной поверхности озера делятся на:

1. озера – занимающие маары – потухшие вулканы взрывного типа;
2. запрудные - образованные при извержении вулканов;
3. ледниковые – образуются не только в горах, поскольку ледники при движении оставили после себя множество больших и малых впадин, многие из которых стали озерами;
4. фиордовые – занимают древние долины, образованные ледниками;
5. старицы – небольшие и мелководные части старых русел рек;
6. плесовые – цепочки озер, растянувшиеся на десятки и сотни км;
7. дельтовые – расположенные в понижениях местности при замывании многочисленных протоков;
8. лагунные – бывшие заливы или бухты, отделенные от моря песчаными косами;
9. провальные (просадочные) – с возникающей и исчезающей водой, встречаются там, где поверхность сложена из нерастворимых пород;
10. метеоритные – образовавшиеся на местах падения метеоритов.
11. К просадочным озерам относятся – карстовые; суффузионные, образующиеся при выщелачивании глины, песка; термокарстовые – возникающие при таянии ледниковых линз и проседании рельефа;
12. эоловые – создаются в процессе выдувания грунта между барханами и дюнами.

Основной особенностью озер является замедленный водообмен, при котором водная масса и значительная часть взвешенных и растворенных в воде веществ длительное время находятся в озерной котловине.

Элементы озерного ложа:

Первоначальная форма котловин изменяется под действием размыва как поверхностным стоком в озеро, так и волнением. При этом склоны котловин выполаскиваются, неровности рельефа дна сглаживаются, заполняясь отложениями, откосы берега приобретают устойчивый профиль.

Элементы озерного ложа следующие:

- * Береговой склон представляет собой бровку вокруг озера, не подвергающуюся воздействию волнового прибоя.
- * Побережье включает в себя сухую часть склона, которая подвергается воздействию воды при сильном волнении или при высоком ее стоянии: затопляемую часть, которая покрывается водой периодически: подводную часть, которая постоянно находится под водой.
- * Береговая отмель заканчивается подводным откосом, который является границей между склоном и дном озерного ложа. Верхняя часть береговой отмели соответствует нижней границе воздействия на береговую область волнового прибоя.

Морфометрические характеристики озера.

Важной характеристикой озера является его географическое положение и высота над уровнем моря. Количественные характеристики основных элементов озера называются морфометрическими. К ним относятся: длина озера – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками; ширина озера – отношение площади к длине; длина береговой линии; извилистость береговой линии – отношение длины береговой линии к длине окружности круга, имеющего площадь, равную площади озера.

Среди количественных характеристик есть также площадь поверхности озера (зеркало), глубина, объем воды, площадь дна, средний уклон дна и др.

Список используемой литературы

- А.Б.Авакян, В.М.Широков. Рациональное использование и охрана водных ресурсов Екатеринбург, Винтор, 1994;
- О.А.Алекин. Основы гидрохимии / Л.: Гидрометеиздат, 1970;
- Б.Б.Богословский. Озероведение Изд. МГУ, 1960
- Афонин В.А. Режим использования и охрана подземных вод юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и Колывань-Томской складчатой зоны (Томская область); Автореферат дис...канд.геолого-мин. наук. – Томск, 1974. – 22 с.
- Б.Б.Боголовский, А.А.Самохин, К.Е.Иванов, Д.П.Соколов, Общая гидрология (гидрология суши) Гидрометеиздат, Л.,1984г.
- Б.Б.Богословский, А.А.Самохин, К.Е.Иванов, Д.П.Соколов Общая гидрология . Л.:Гидрометеиздат, 1984.
- Б.Б. Богословский, А.А Самохин «Общая гидрология»,1987
- Большая советская энциклопедия. Второе издание.
- А.Н.Важнов. Гидрология рек Изд. МГУ, 1976;
- Л.К.Давыдов, А.П.Дмитриева, Н.Г.Конкина. Общая гидрология Л.: Гидрометеиздат, 1973;
- В.Н.Михайлов, А.Д.Добровольский. Общая гидрология / М.: Высшая школа, 1991;
- Энциклопедия. Аванта+. Москва, 1994.
- Справочник География. Издательство «Высшая школа». Москва 1994.
- Гольдберг В.М. Гидрогеологические прогнозы качества подземных вод на водозаборах. М.: Недра, 1976. – 153 с.
- Попов В.К., Коробкин В.А и др. Проведение работ по созданию мониторинга природных вод Обь-Томского междуречья. Отчет о НИР/ ИПЖКХ – Томск, 1993 – 261 с.
- Оценка состояния природных вод г. Томска и его окрестностей./ Сметанина И.В., Хващевская А.А и др. // Основные проблемы охраны геологической среды. – Томск, 1995. – С. 151-155.
- Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич и др. Томск: Изд-во ТГАСУ, 2003.- 174с.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Самостоятельная работа студентов заключается в следующем:

1. В подготовке к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент самостоятельно отвечает на контрольные вопросы, предлагаемые в каждой практической работе, используя материалы лекций, специальную литературу и Интернет.

Для выполнения практических заданий необходимо изучить теорию вопроса и решить ряд задач, предлагаемых преподавателем. Практические работы выполняются на отдельных листах или в тетради для практических работ. По каждой практической работе студент отчитывается перед преподавателем. Студент должен знать все специальные термины, встречающиеся в работе, уметь объяснить какие законы использованы при решении задач, проанализировать физический смысл полученных результатов.

2. В самостоятельной проработке ряда тем.

Примерный список тем для самостоятельного изучения :

- Использование природных вод в народном хозяйстве и практическое значение гидрологии.

- Качество воды.

- Агрегатные состояния воды.

- Гидрологическое и физико-географическое значение физических свойств и «аномалий» воды.

- Реки и их распространение на Земном шаре.

- Проблемы крупных озер и изменение их режима.

3. В подготовке к экзамену или зачету и промежуточной аттестации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочный материал

Для определения масс химических элементов, которые содержатся в главных составных частях биосферы и могут рассматриваться в качестве резервуаров, можно использовать следующие данные (по В.В.Добровольскому, 1998):

Атмосфера, масса, т 10^{15}	5,2
Мировая суша, км ² Общая площадь 10^6	150
Площадь, за исключением территории, занятой ледниками $135 \cdot 10^6$	
площадь, за исключением территории, занятой ледниками и бесплодной пустыней $120 \cdot 10^6$	
Растительность суши (до нарушения человеком), т: Живая масса $6,25 \cdot 10^{12}$	
Сухая масса $2,5 \cdot 10^{12}$	
Примечание: биомасса природной растительности к настоящему времени уменьшилась на 20-25%.	
Органическое вещество педосферы, т: Лесные подстилки, сухая масса $0,2 \cdot 10^{12}$	
Аккумуляция торфа, сухая масса $0,5 \cdot 10^{12}$	
Почвенный гумус, сухая масса $2,4 \cdot 10^{12}$	
Сумма $3,1 \cdot 10^{12}$	
Земная кора, т:	

8200	10^{15}	Гранитный слой континентального блока
2400	10^{15}	Осадочная оболочка (за исключением эффузивов)
		В том числе, %
50		Глины и глинистые сланцы
21		Пески и песчаники
29		Карбонатные породы
		Мировой океан:
360	10^6	Площадь, кв. км
1370	10^6	Объем, м ³
3,4	10^9	Фотосинтезирующие организмы, сухая масса, т
4110	10^9	Растворенное и высокодисперсное органическое вещество, сухая масса, т
47950	10^{12}	растворенные соли (средняя соленость океанской воды 36 о/оо), т

2) для ориентировочного определения масс элементов, мигрирующих на протяжении года из одного резервуара в другой, можно использовать данные по В.В.Добровольскому, 1998:

Мировая суша:

Биотический круговорот (продукция фотосинтеза – деструкция отмершего органического вещества) – продукция растительности до ее нарушения человеком - сухая масса (средняя концентрация сора в сухой биомассе = 46%) т/год

172 10^9

С учетом антропогенного сокращения на 25% т/год

129 10^9

Круговорот воды, л/год:

Испарение с поверхности суши:

с дренируемой части суши
62 10^{15}

с бессточной части суши
7,5 10^{15}

сумма:
69 10^{15}

Атмосферные осадки, л/год:

на дренируемой части суши, включая $44 \cdot 10^{15}$ л/год осадков
океанического
происхождения (средняя минерализация атмосферных осадков над
дренируемой
частью суши = 25 мг/л)

105 10^{15}

на бессточной части суши
7,5 10^{15}

сумма
114 10^{15}

Сток воды с суши в океан, включая $3 \cdot 10^{15}$ л/год сток ледников, л/год
44 10^{15}

Вынос растительных солей с речным стоком (средняя минерализация
воды рек = 120 мг/л;

средняя концентрация Сора растворимого = 6,9 мг/л), т/год
4,9 10^9

вынос взвесей с речным стоком (средняя мутность воды рек
500 мг/л; средняя концентрация Сора взвешенного 5 мг/л), т/год
20,5 10^9

Круговорот пыли:

поступление пыльных частиц с суши в тропосферу, т/год
5,8 10^9

осаждение пылевых частиц на поверхность суши (средний
модуль осаждения пыли на Мировой суши - 6 г/кв. м в год), т/год
4 10^9

вынос пылевых частиц в океан и область ледников, т/год
1,8 10^9

Мировой океан:

биологический кругооборот фотосинтезирующих организмов,
сухая масса, т/год
110 10^9

испарение с поверхности океана, л/год
456 10^{15}

атмосферные осадки с поверхности океана (средняя минерализация
атмосферных осадков над океаном 10 мг/л), л/год
411 10^{15}

перенос атмосферных осадков с океана через тропосферу
на сушу, л/год
44 10^{15}

Основные физико-химические свойства воды (ПДК)

Запах 2 балла

pH 6,5 – 8,5 баллов

Биохимическое потребление кислорода (БПК) 2 балла

Химическое потребление кислорода (ХПК) 15 баллов

В литре воды содержится	Концентрация
Сухой остаток при 180 ⁰ С	1000 мг/л
Окисляемость	5 мг/л
Нитриты NO ₂	3,3 мг/л
Нитраты NO ₃	4,5 мг/л
Хлориды Cl	350 мг/л
Сульфаты SO ₄	500 мг/л
Железо Fe	0,3 мг/л
Марганец Mn	0,1 мг/л
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	0,5 мг/л
Нефтепродукты	0,1 мг/л
Медь Cu	1 мкг/л
Цинк Zn	0,01 мкг/л
Свинец Pb	0,3 мг/л
Кадмий Cd	0,0001 мг/л

Алюминий Al	0,5 мг/л
Молибден Mo	0,25 мг/л
Мышьяк As	0,05 мг/л
Никель Ni	0,1 мг/л
Ртуть Ag	0,005 мг/л
Селен Se	0,01 мг/л
Хром (+6) Cr	0,05 мг/л
Кальций Ca	0,61 мг/л
Магний Mg	50 мг/л
Натрий Na	200 мг/л
Калий K	50 мг/л
Бериллий Be	0,002 мг/л
Бор B	0,5 мг/л
Цианиды	0,035 мг/л

**Содержание растворимых форм химических элементов
в Мировом океане (по В.В.Добровольскому, 1998)**

Элементы и ионы	Средняя в воде мкг/л	концентрация в сумме солей, $1 \cdot 10^{-4} \%$	Отношение концентрации в сумме солей к кларку гран. слоя
Cl	19353000,0	$55,29 \cdot 10^4$	3252,0
SO_4^{2-}	2701000,1	$7,71 \cdot 10^4$	-
S	890000,0	$2,54 \cdot 10^4$	0,63
HCO_3^-	143000,0	$0,41 \cdot 10^4$	-
Na	10764000,0	$30,75 \cdot 10^4$	14,0
Mg	1297000,0	$3,71 \cdot 10^4$	3,1
Ca	408000,0	$1,16 \cdot 10^4$	0,5
K	387000,0	$1,11 \cdot 10^4$	0,4
Br	63700,0	1922,9	874,0
Sr	8100,0	231,4	1,0
B	4450,0	127,1	13,0
SiO ₂	6200,0	176,0	-
Si	3000,0	85,0	0,0028
F	1300,0	37,1	0,05
N	500,0	14,0	0,54
P	88,0	2,5	0,0031
I	64,0	1,8	3,6
Ba	21,0	0,57	0,00084

Mo	10,0	0,29	0,22
Zn	5,0	0,14	0,0027
Fe	3,4	0,097	0,0000027
U	3,3	0,94	0,036
As	2,6	0,074	0,039
Al	1,0	0,029	0,00000036
Ti	1,0	0,029	0,0000088
Cu	0,90	0,025	0,0011
Ni	0,50	0,014	0,00054
Mn	0,40	0,011	0,000016
Cr	0,90	0,025	0,0011
Hg	0,15	0,0043	0,130
Cd	0,11	0,0031	0,019
Ag	0,10	0,0029	0,065
Se	0,09	0,0026	0,019
Co	0,03	0,00086	0,0012
Ga	0,03	0,00086	0,0012
Pb	0,03	0,00086	0,0012
Zr	0,026	0,00070	0,0000041
Sn	0,020	0,00057	0,00021
Au	0,011	0,00031	0,26

ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Образец титульного листа для практической (лабораторной) работы

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Тема работы – прописными буквами

Отчет по практическому (лабораторному) занятию №
по дисциплине «Учение по гидросфере»

Выполнил(и): _____

« ____ » _____

Принял: _____

« ____ » _____

