

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

О. В. Ковалева

ГИДРОЭКОЛОГИЯ
Условия жизни гидробионтов

Практическое пособие

для студентов специальности 1–33 01 02 «Геоэкология»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2017

УДК 574.5 : 581.526.3(076)
ББК 28.080 я73 + 28.581 я73
К56

Рецензенты:

кандидат технических наук В. Л. Грузинова,
кандидат биологических наук Т. А. Тимофеева

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

Ковалева, О. В.

К56 Гидроэкология. Условия жизни гидробионтов :
практическое пособие / О. В. Ковалева ; М-во образования
Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им.
Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 27 с.
ISBN 978-985-577-327-7

В практическом пособии представлен материал для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Гидроэкология»; приводятся методики определения основных факторов водной среды – цветности, мутности, прозрачности, окраски, растворенного в воде кислорода и других.

Издание предназначено для студентов специальности 1–33 01 02 «Геоэкология».

УДК 574.5 : 581.526.3(076)
ББК 28.080 я73 + 28.581 я73

ISBN 978-985-577-327-7

© Ковалева О. В., 2017

© Учреждение образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины», 2017

Оглавление

Предисловие.....	4
Лабораторная работа 1. Определение цветности воды	5
Лабораторная работа 2. Определение мутности воды	11
Лабораторная работа 3. Определение прозрачности, цвета, рН, кислотности и щелочности воды.....	14
Лабораторная работа 4. Определение растворенного в воде кислорода по методу Винклера.....	19
Лабораторная работа 5. Водоросли фитопланктона, вызывающие цветение воды.....	23
Литература	27

Предисловие

Экологическое образование должно обеспечиваться на всех этапах общеобразовательного процесса. Экологические дисциплины входят в число обязательных при подготовке студентов в высших учебных заведениях. Расширению и углублению знаний в области экологии будут способствовать не только учебные пособия по общей экологии, но и по экологии атмосферы, литосферы, гидросферы.

Студенты, обучающиеся по специальности «Геоэкология», должны обладать гидроэкологическими знаниями, понимать сущность современных проблем взаимодействия общества и гидросферы, разбираться в причинной обусловленности возможных негативных воздействий хозяйственной деятельности на водные ресурсы, уметь квалифицированно оценить характер, направленность и последствия влияния конкретной деятельности человека на природные водоемы, вырабатывать и осуществлять научно обоснованные решения гидроэкологических проблем.

В представленном практическом пособии приводятся методики определения основных физико-химических факторов водной среды – цветности, окраски, мутности, прозрачности, растворенного в воде кислорода, щелочности, кислотности, рН.

Структура пособия базируется на методических рекомендациях, изложенных в руководствах по методам оценки качества воды и состояния водных экосистем. Рассматриваются и используются национальные и международные гидроэкологические показатели, применяемые при мониторинге.

Практическое пособие адресовано студентам специальности 1–33 01 02 «Геоэкология» и предназначено для повышения эффективности самостоятельной работы студентов при подготовке к лабораторным работам, организации научно-исследовательской работы.

Лабораторная работа 1. Определение цветности воды

Цель работы: определение цветности исследуемой пробы, сравнение ее с допустимыми значениями и установление пригодности воды к использованию.

Материалы и оборудование: фотометр фотоэлектрический КФК-3, (рисунок 1) кюветы с толщиной оптического слоя 5 см (рисунок 2), растворы с определенным градусом цветности.



Рисунок 1 – Прибор КФК-3-01

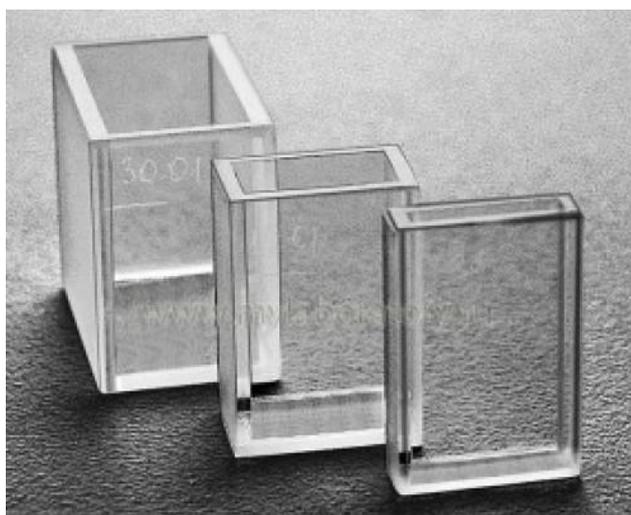


Рисунок 2 – Кюветы

Краткие сведения из теории

Цветность – показатель качества воды, характеризующий интенсивность ее окраски. Цветность воды обусловлена наличием в ней гуминовых веществ и комплексных соединений трехвалентного железа. Цвет природной воды зависит в основном от характера почв, структуры дна водоема. Однако при загрязнении водоемов стоками промышленных предприятий вода может иметь окраску, не свойственную цветности природных вод.

Цветность относится к важнейшим физико-химическим показателям свойств воды, обусловленным наличием в ней растворенных органических веществ. Вода с высоким градусом цветности отрицательно сказывается на развитии гидробионтов, а постоянное употребление питьевой воды с величиной цветности, превышающей нормативную, вредит здоровью людей.

Допустимой величиной цветности питьевой воды является 20 градусов хромово-кобальтовой шкалы. Для водоемов, используемых в культурно-бытовых целях, – 70 градусов. Цветность воды определяют фотометрически на спектрометре КФК.

Фотометрический анализ основан на измерении и пропускании, поглощении или рассеянии света определяемым веществом в области ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных волн. **Фотоколориметр** – оптический прибор, показывающий концентрацию вещества в растворе по интенсивности окраски. Световые потоки измеряют фотоэлементами, что позволяет достигнуть более высокой чувствительности, точности и объективности определений, чем при пользовании визуальными колориметрами.

При работе с фотоколориметром удобно пользоваться калибровочными кривыми (графиками).

При фотометрических измерениях, по закону Ламберта, слои вещества равной толщины поглощают равные части света. Этот закон рассматривает постепенное ослабление параллельного монохроматического пучка света при его распространении в поглощающем веществе.

Закон Бугера-Ламберта-Бэра определяет зависимость поглощения монохроматического пучка света от концентрации и толщины слоя светопоглощающего вещества в растворе. Если имеются два раствора одного и того же вещества в одном и том же растворителе, из которых один в два раза концентрированнее другого, то светопоглощение (абсорбция) в первом растворе будет равно светопоглощению

во втором растворе при условии, что толщина слоя первого раствора в два раза меньше, чем толщина слоя второго раствора.

Закон Бугера-Ламберта-Бэра выражается уравнением

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon Ch},$$

где I_0 – интенсивность пучка монохроматического света, вошедшего в слой светопоглощающего раствора толщины h ;

I_t – интенсивность света вышедшего из слоя раствора;

C – концентрация светопоглощающего растворенного вещества;

ε – молекулярный коэффициент поглощения света, зависящий от химической природы и физического состояния светопоглощающего вещества, от длины волны монохроматического света;

h – толщина колориметрируемого слоя.

Оптическую плотность можно вычислить, пользуясь формулой закона Бугера–Ламберта–Бэра:

$$D = \varepsilon h C = \lg \frac{I_0}{I}.$$

Подготовка фотометра к работе

1 Установите фотометр на рабочем месте. Следите за тем, чтобы на фотометр не попадали прямые солнечные лучи.

2 Тумблер «СЕТЬ» установите в выключенном положении. Закройте крышку кюветного отделения.

3 Подсоедините фотометр к сети 220 В, 50 Гц. Включите тумблер «СЕТЬ».

4 Подготовка фотометра к работе осуществляется в автоматическом режиме: на индикаторе отображается символ завода-изготовителя «ОАО «ЗОМЗ», сообщение «ПРОГРЕВ ПРИБОРА» и показания таймера; по истечении 2,5 минут на индикаторе отображается надпись – шифр фотометра «КФК–3–01»; по истечении 5 минут автоматически учитывается «нулевой отсчет», включается источник излучения; на индикаторе отображается значение длины волны в нм, надпись «ПРОГРЕВ ЛАМПЫ» и показания таймера; по истечении 10 минут фотометр выдает звуковой сигнал готовности к работе и на индикаторе отображается надпись «ГОТОВ К РАБОТЕ. ВВЕДИТЕ РЕЖИМ».

5 Фотометр готов к работе.

6 Для сокращения времени подготовки фотометра к работе при закрытой крышке кюветного отделения после включения тумблера «СЕТЬ» последовательно два раза с интервалом 20–30 секунд нажать клавишу «D». После звукового сигнала и появления надписи «ГОТОВ К РАБОТЕ. ВВЕДИТЕ РЕЖИМ» фотометр готов к работе. При этом погрешность измерений не нормируется.

7 Для установления рабочего режима и обеспечения стабильной работы фотометр необходимо выдержать не менее 30 минут с момента включения.

8 При работе в диапазоне длин волн 315–450 нм перед измерениями фотометр необходимо выдерживать не менее 5 минут при закрытой крышке кюветного отделения.

Ход работы

1 Подготовьте фотометр к работе, как указано выше.

2 Ручкой установки длин волн установите необходимую по роду измерений длину волны. Установите светофильтр $\lambda = 530$ нм, фотоприемник – в положение 315–540 нм.

3 Выберите необходимые кюветы с толщиной оптического слоя 5 см, предварительно протерев рабочие поверхности. В качестве кюветы сравнения используйте кювету с дистиллированной водой (0 градусов, «холостая проба»).

4 Установите в кюветное отделение кюветы с «холостой пробой» и исследуемым раствором. Кювету с «холостой пробой» установите в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювету с исследуемым раствором – в ближнее гнездо.

5 В ближнее гнездо поочередно устанавливайте кюветы со стандартными растворами (таблица 1). Растворы и дистиллированную воду следует наливать до метки на боковой стенке кюветы. Нельзя касаться пальцами боковых стенок кюветы ниже метки.

6 Ручку перемещения кювет установите в крайнее левое положение, при этом в световой пучок вводится кювета с «холостой пробой».

7 Закройте крышку кюветного отделения.

8 Клавишей выбора режима «D» («C») выберите режим измерения «x – КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКАНИЯ» («A – ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ»).

9 Нажмите клавишу «#». На индикаторе должно отобразиться «ГРАДУИРОВКА», через 3–5 секунд данная надпись исчезает и вместо нее отображается «ИЗМЕРЕНИЕ», « $t = 100,0 \pm 0,2 \%$ » (« $A=0,000 \pm 0,002$ »).

10 Если значение «100» («0,000») отобразилось с большим отклонением, повторно нажать клавишу «#».

11 Ручку перемещения кювета установите вправо до упора. При этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. На индикаторе отображается значение коэффициента пропускания в % (оптической плотности) исследуемого раствора.

12 Операции по пп. 4–11 повторите три раза. Значение коэффициента пропускания (оптической плотности) исследуемого раствора определяйте как среднее арифметическое из полученных отсчетов.

Таблица 1 – Шкала цветности стандартных растворов

Стандартный раствор	Градусы цветности													
	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Раствор бихромата калия	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Раствор сульфата кобальта	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86	84	82	80
Номер стандартного раствора	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

13 Полученные значения занесите в таблицу 2.

14 Проведите измерение всех стандартных растворов в той же последовательности (пп. 4–11).

Таблица 2 – Результаты измерений оптической плотности растворов

Номер раствора	Цветность	Оптическая плотность			
		1	2	3	средняя
1	0				
2	5				
3	10				
4	15				
Проба					

15 Постройте калибровочный график (на оси ординат откладывая средние значения оптической плотности, на оси абсцисс – цветность в градусах). Пример – на рисунке 3.

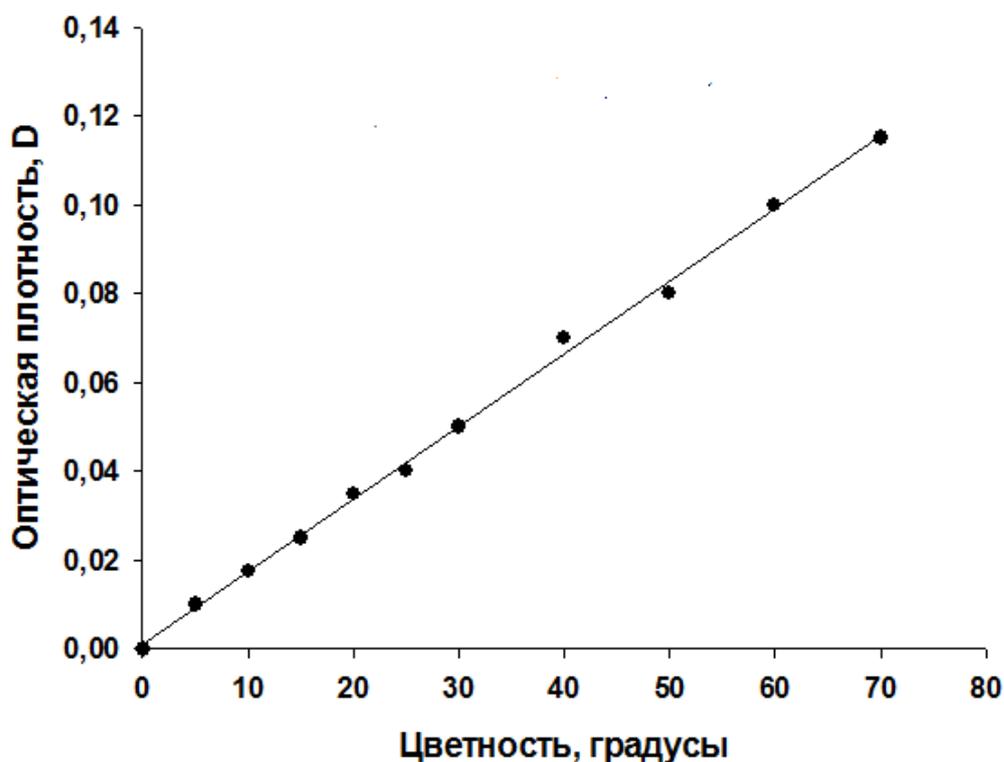


Рисунок 3 – Пример калибровочного графика для определения цветности воды

16 Измерьте оптическую плотность исследуемой пробы воды и по калибровочному графику определите ее градус цветности.

17 Сделайте вывод о пригодности воды к использованию.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что называется цветностью воды?
- 2 Чем обусловлена цветность природных вод?
- 3 Что показывает величина цветности?
- 4 Почему величина цветности нормируется?
- 5 Каковы нормативы цветности для питьевой воды и природных вод?
- 6 Какой метод получил распространение для определения цветности воды и в чем его сущность?
- 7 В чем состоит сущность закона Бугера-Ламберта-Бэра?
- 8 Что такое оптическая плотность раствора?
- 9 Как определить цветность пробы воды?
- 10 Почему нельзя дотрагиваться до боковых стенок кюветы ниже метки?

Лабораторная работа 2. Определение мутности воды

Цель работы: определение мутности исследуемой пробы, сравнение ее с допустимыми значениями и формулировка вывода о возможности использования.

Материалы и оборудование: фотометр фотоэлектрический КФК–3, кюветы с толщиной оптического слоя 5 см, растворы с определенной величиной мутности.

Краткие сведения из теории

Мутность воды обусловлена наличием в ней тонкодисперсных нерастворимых или коллоидных примесей неорганической и органической природы. Эти вещества поступают в водоемы с поверхностным стоком в периоды паводков и дождей. Зачастую повышение мутности водоема связано с поступлением в него сточных вод.

Высокие величины мутности препятствуют проникновению солнечного света в водоем, снижают эффективность фотосинтеза.

Величина мутности выражается в мг/дм³ (в случае использования стандартной суспензии каолина) или в ЕМ/литр (в случае использования стандартной суспензии формазина). ЕМ (единицы мутности) иногда обозначают как ЕМФ (единицы мутности по формазину). Для перевода единиц измерения применяются следующие соотношения:

$$\begin{aligned} 1 \text{ мг/дм}^3 &= 1,73 \text{ ЕМ/л}, \\ 1 \text{ ЕМ/л} &= 0,38 \text{ мг/дм}^3. \end{aligned}$$

Вода питьевого качества должна иметь величину мутности не более 1,5 мг/дм³ по каолину или 2,6 ЕМФ. Величину мутности пробы воды определяют фотометрическим методом, применяя в качестве растворов сравнения стандартные суспензии каолина.

Ход работы

1 Подготовьте фотометр к работе, как указано выше.

2 Ручкой установки длин волн установите необходимую по роду измерений длину волны. Установите светофильтр $\lambda = 530$ нм, фотоприемник – в положение 315–540 нм.

3 Выберите необходимые кюветы с толщиной оптического слоя 5 см, предварительно протерев рабочие поверхности. В качестве кюветы сравнения используйте кювету с дистиллированной водой («холостая проба»).

4 Установите в кюветное отделение кюветы с «холостой пробой» и исследуемым раствором. Кювету с «холостой пробой» установите в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювету с исследуемым раствором – в ближнее гнездо.

5 В ближнее гнездо поочередно устанавливайте кюветы со стандартными растворами (таблица 3). Растворы и дистиллированную воду следует наливать до метки на боковой стенке кюветы. Нельзя касаться пальцами боковых стенок кюветы ниже метки.

Таблица 3 – Величина мутности стандартных растворов суспензии каолина

Номер раствора	Мутность, мг/дм ³	Оптическая плотность			
		1	2	3	средняя
1	0,5				
2	1,0				
3	5,0				
4	10,0				
5	15,0				
6	20,0				
Проба					

6 Ручку перемещения кювет установите в крайнее левое положение, при этом в световой пучок вводится кювета с «холостой пробой».

7 Закройте крышку кюветного отделения.

8 Клавишей выбора режима «D» («C») выберите режим измерения «х – КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКАНИЯ» («А – ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ»).

9 Нажмите клавишу «#». На индикаторе должно отобразиться «ГРАДУИРОВКА», через 3–5 секунд данная надпись исчезает и вместо нее отображается «ИЗМЕРЕНИЕ», « $r = 100,0 \pm 0,2 \%$ » (« $A=0,000 \pm 0,002$ »).

10 Если значение «100» («0,000») отобразилось с большим отклонением, повторно нажать клавишу «#».

11 Ручку перемещения кювет установить вправо до упора. При этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. На индикаторе отображается значение коэффициента пропускания в % (оптической плотности) исследуемого раствора.

12 Операции по пп. 4–11 повторите три раза. Значение коэффициента пропускания (оптической плотности) исследуемого раствора определяйте как среднее арифметическое из полученных отсчетов.

13 Полученные значения занесите в таблицу 3.

14 Проведите измерение всех стандартных растворов в той же последовательности (пп. 4–11).

15 Постройте калибровочный график (на оси ординат откладывая средние значения оптической плотности, на оси абсцисс – мутность в мг/дм³). Пример – на рисунке 4.

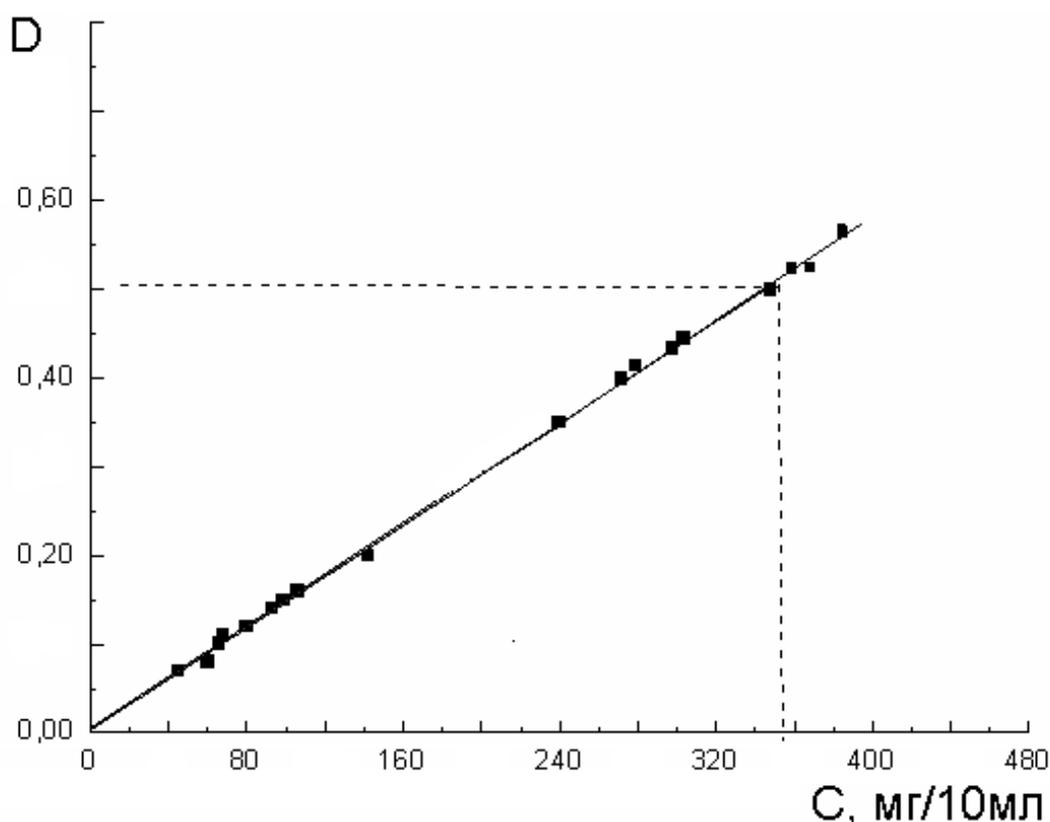


Рисунок 4 – Пример калибровочного графика для определения мутности воды

16 Измерьте оптическую плотность исследуемой пробы воды и по калибровочному графику определите величину ее мутности.

17 Сделайте вывод о пригодности воды к использованию.

Вопросы для самоконтроля

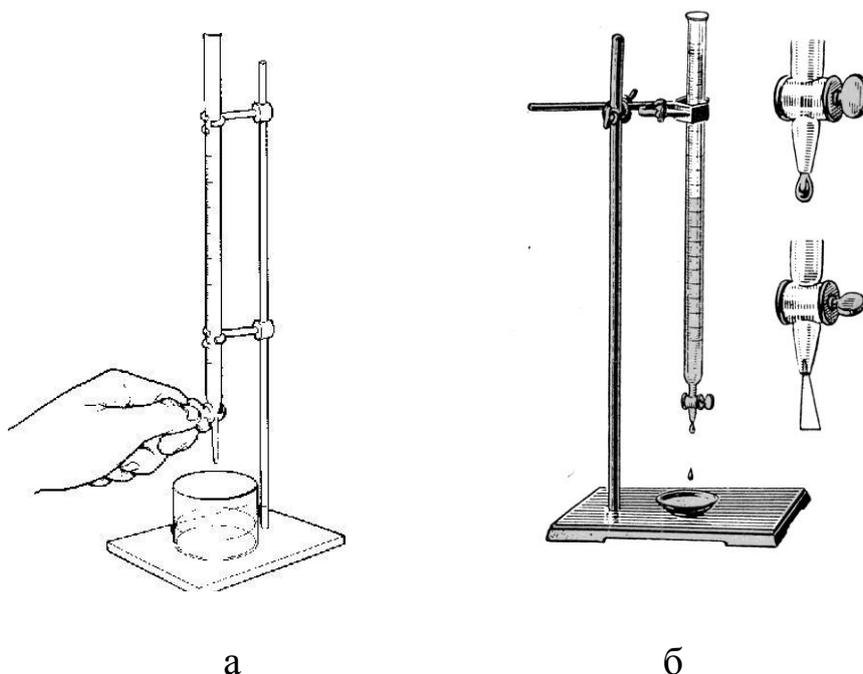
- 1 Что называется мутностью воды?
- 2 Чем обусловлена мутность природных вод?
- 3 Что показывает величина мутности?

- 4 Каков норматив мутности для питьевой воды?
- 5 Какой метод используется для определения величины мутности?
- 6 Каковы величины измерения мутности и их соотношения?
- 7 Что такое ЕМ и ЕМФ?
- 8 В чем состоит принцип построения калибровочного графика?
- 9 Как определить мутность пробы воды?
- 10 Что такое калибровочный график?

Лабораторная работа 3. Определение прозрачности, цвета, рН, кислотности и щелочности воды

Цель работы: определение прозрачности, рН, кислотности, щелочности воды и формулировка вывода о соответствии воды требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения.

Материалы и оборудование: мерные цилиндры, бюретки (рисунок 5), плоскодонные колбы, стандартный шриффт, линейка.



а – без крана; б – с краном

Рисунок 5 – Бюретки

Реактивы: 0,1н раствор соляной кислоты, 0,1 н раствор гидроксида натрия, индикаторы – метиловый оранжевый, фенолфталеин, лакмусовая или индикаторная бумага.

Краткие сведения из теории

Прозрачность зависит от цвета и мутности воды. По величине прозрачности вода подразделяется на прозрачную, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Прозрачность выражается в сантиметрах. Мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который можно еще прочесть на белой бумаге шрифт определенного размера и типа с высотой букв 3,5 см. Прозрачность, определенная таким методом, называется «прозрачность по шрифту».

Чистые природные воды почти бесцветны, наличие **окраски** связано с присутствием гуминовых веществ и соединений железа. Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике воды высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см. Принцип метода заключается в том, что проба воды, налитая в цилиндр, сравнивается с дистиллированной водой, налитой в такой же сосуд.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения рН составляет 6,5, для купания, спорта и отдыха – 8,5.

Кислотность называют содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными щелочами (с гидроксид-ионами OH^-). Кислотность воды обусловлена содержанием в ней ионов водорода (H^+) – чем больше их концентрация, тем выше кислотность. Кислотность природных вод зависит, в основном, от содержания свободной двуокиси углерода, слабых органических кислот, бикарбонатов. В результате сброса кислотсодержащих сточных вод кислотность воды в водоеме повышается.

Свободная кислотность воды обусловлена присутствием свободной двуокиси углерода и слабых органических кислот.

Общая кислотность – все формы кислотности.

Кислотность воды определяют титрованием 0,1 н раствором сильного гидроксида (NaOH).

Под **общей щелочностью** воды понимают сумму содержащихся в ней анионов слабых кислот, реагирующих с соляной или серной кислотами с образованием хлоридов или сульфатов. Щелочность природных вод зависит в основном от содержания солей угольной кислоты. Щелочность воды определяют титрованием 0,1 н раствором сильной кислоты.

Ход работы

Определение прозрачности воды

Исследования проводятся в хорошо освещенном помещении, не на прямом свете, на расстоянии 1 м от окна. Метод количественного определения прозрачности основан на определении высоты водяного столба, при которой еще можно визуальнo различить (прочесть) черный шрифт высотой 3,5 мм и шириной линии 0,35 мм на белом фоне или увидеть юстировочную метку (например, черный крест на белой бумаге).

1 Под цилиндр высотой 60 см и диаметром 3–3,5 см подложите стандартный шрифт на расстоянии 4 см от дна. Лучше для этих целей подойдет прибор Снеллена (рисунок 6).

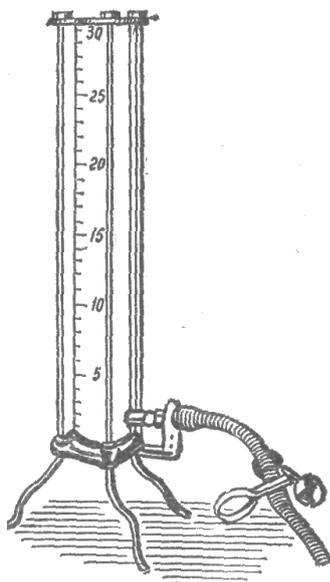


Рисунок 6 – Прибор Снеллена для определения прозрачности воды

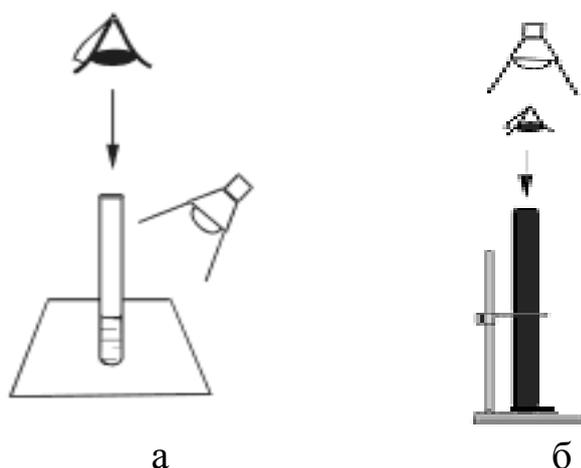
2 Стекланный цилиндр, проградуированный в единицах длины, установите на лист с напечатанным стандартным шрифтом.

3 Цилиндр защитите от бокового света экраном (рисунок 7)

4 Исследуемую воду постепенно наливайте в цилиндр до тех пор, пока буквы не станут неразличимыми.

5 Прозрачность пробы наблюдайте сверху (рисунок 7). Прозрачность определяйте с точностью 0,5 см.

6 Измерения проведите в трехкратной повторности, результаты занесите в таблицу 4. Прозрачность определяйте как среднее арифметическое.



а – боковой свет; б – защита цилиндра и проведение измерений

Рисунок 7 – Определение прозрачности воды

Таблица 4 – Результаты определения прозрачности воды

Номер измерения	1	2	3	Среднее
Высота столба воды, см				

Определение цвета воды

Исследования проводятся в хорошо освещенном помещении, не на прямом свете, на расстоянии 1 м от окна.

1 Стекланный цилиндр, проградуированный в единицах длины, установите на лист белой бумаги. В цилиндр налейте дистиллированную воду на высоту 10 см.

2 Второй такой же цилиндр установите на тот же лист бумаги. В него на высоту 10 см налейте исследуемую воду.

3 Сравните цвет воды в обоих цилиндрах, глядя сверху на расстоянии 20 см. Измерения проведите в трехкратной повторности, результаты занесите в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты определения цвета воды

Номер измерения	1	2	3	Среднее
Присутствие окраски в высоте столба воды 10 см				
Присутствие окраски в высоте столба воды 20 см				

4 Повторите измерения согласно пп. 1–3, наливая в цилиндры дистиллированную и исследуемую воду на высоту 20 см. Результаты также занесите в таблицу 2.

Определение свободной кислотности

1 К 100 мл исследуемой воды добавьте 3 капли раствора метилового оранжевого.

2 При появлении красного окрашивания титруйте пробу 0,1 н раствором NaOH до перехода окраски в золотисто-розовую. По шкале бюретки отметьте начальный и конечный объем щелочи.

3 Свободную кислотность ($K_{св}$, мг-экв/л) определите по формуле:

$$K_{св} = \frac{a \cdot 0,1 \cdot 1000}{v},$$

где a – расход щелочи на титрование, мл;

v – объем пробы, мл.

4 Если при добавлении индикатора к воде раствор сразу становится желтым, свободная кислотность равна нулю.

Определение общей кислотности

1 К 100 мл исследуемой воды добавьте 3 капли фенолфталеина.

2 Титруйте пробу 0,1 н раствором NaOH до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 2–3 мин.

3 Общую кислотность ($K_{об}$, мг-экв/л) определите по формуле

$$K_{об} = \frac{b \cdot 0,1 \cdot 1000}{v},$$

где b – расход щелочи на титрование, мл;

v – объем пробы, мл.

Определение общей щелочности

1 К 100 мл исследуемой воды добавьте 3 капли раствора метилового оранжевого.

2 Титруйте 0,1 н раствором кислоты до перехода окраски индикатора из желтой в золотисто-розовую.

3 Общую щелочность (Щ , мг-экв/л) определите по формуле

$$\text{Щ} = \frac{c \cdot 0,1 \cdot 1000}{v},$$

где c – расход кислоты на титрование, мл;

v – объем пробы, мл.

4 Сделайте вывод о пригодности использования воды в питьевых и культурно-бытовых целях.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие факторы определяют прозрачность воды?
- 2 Каким методом определяется прозрачность воды?
- 3 На какие категории делится вода по степени прозрачности?
- 4 Чем обусловлена окраска природных вод?
- 5 В чем состоит сущность метода определения окраски воды?
- 6 Каковы величины водного столба, при которых окраска не должна обнаруживаться в водах различных категорий?
- 7 Что называется кислотностью воды?
- 8 Чем обусловлена кислотность воды?
- 9 Каковы формы кислотности воды?
- 10 Как определить свободную кислотность воды?
- 11 Как определить общую кислотность воды?
- 12 Что называется общей щелочностью воды?
- 13 Как определить общую щелочность воды?

Лабораторная работа 4. Определение растворенного в воде кислорода по методу Винклера

Цель работы: определение содержания растворенного кислорода пробы воды и формулировка вывода о соответствии ее требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения.

Материалы и оборудование: кислородные склянки с притертыми пробками (рисунок 8), мерные пипетки (рисунок 9), бюретка, штатив, плоскодонные колбы, мерный цилиндр.



Рисунок 8 – Кислородные склянки с притертыми пробками

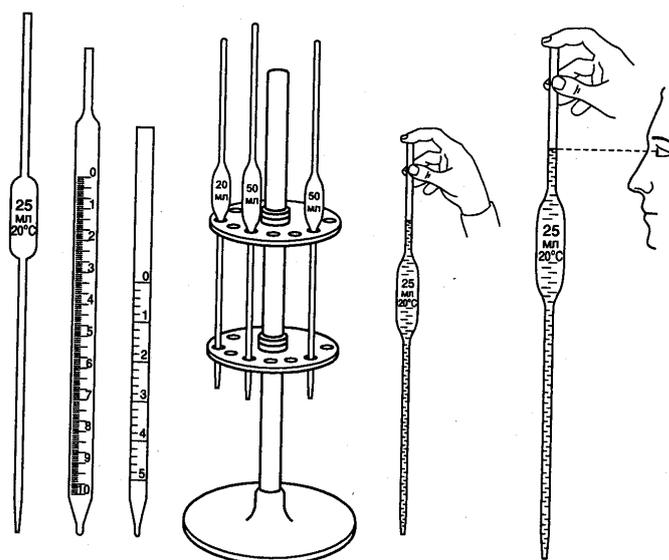


Рисунок 9 – Мерные пипетки

Реактивы: хлорид марганца, щелочной раствор иодида калия, раствор серной кислоты, 0,025 н тиосульфат натрия, 1%-ый раствор крахмала растворимого.

Краткие сведения из теории

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого и санитарного водопользования содержание растворенного кислорода в пробе, отобранной до 12 часов дня, не должно быть ниже 4 мг/дм^3 в любой период года; для водоемов рыбохозяйственного назначения концентрация растворенного в воде кислорода не должна быть ниже 4 мг/дм^3 в зимний период (при ледостае) и 6 мг/дм^3 – в летний (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание кислорода в водоемах с различной степенью загрязненности

Уровень загрязненности воды и класс качества	Растворенный кислород		
	лето, мг/дм^3	зима, мг/дм^3	% насыщения
Очень чистые, I	9	14–13	95
Чистые, II	8	12–11	80
Умеренно загрязненные, III	7–6	10–9	70
Загрязненные, IV	5–4	5–4	60
Грязные, V	3–2	5–1	30
Очень грязные, VI	0	0	0

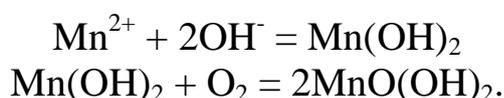
Определение кислорода в поверхностных водах включено в программы наблюдений с целью оценки условий обитания гидробионтов, в том числе рыб, а также как косвенная характеристика оценки качества поверхностных вод и регулирования процесса очистки стоков. Содержание растворенного кислорода существенно для аэробного дыхания и является индикатором биологической активности (т. е. фотосинтеза) в водоеме.

Содержание растворенного кислорода определяется методом иодометрического титрования.

Метод основан на способности гидроксида марганца (II) окисляться в щелочной среде до гидроксида марганца (IV), количественно связывая при этом кислород. В кислой среде гидроксид марганца (IV) снова переходит в двухвалентное состояние, окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество иода. Выделившийся иод оттитровывают раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала как индикатора.

Ход работы

1 К исследуемой пробе добавьте 1,5 мл хлорида марганца (II). В щелочной среде он реагирует с растворенным кислородом с образованием нерастворимого гидроксида марганца (IV):



Выпадает осадок белого цвета. Таким образом производится фиксация (количественное связывание) кислорода в пробе.

2 Далее к пробе добавьте 1 мл раствора иодида калия. Осадок приобретает бурую окраску.

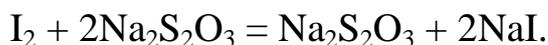
3 Слянку закройте, пробу перемешайте и оставьте на 30 минут для отстаивания.

4 Далее к пробе добавьте 2 мл раствора кислоты для растворения осадка. В результате этого протекает реакция с образованием свободного иода:



Раствор становится ярко-желтого цвета.

5 Затем пробу титруйте раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала, который добавляется для лучшего определения момента окончания титрования. Реакция описывается уравнением



6 О завершении титрования судите по исчезновению синей окраски (обесцвечиванию) раствора в точке эквивалентности. Количество раствора тиосульфата натрия, израсходованное на титрование, пропорционально концентрации растворенного кислорода.

7 Содержание растворенного кислорода в воде рассчитывайте по уравнению

$$C_{PK} = \frac{V_{TC} \times N_{TC} \times 8 \times 1000}{V_{KC} - V},$$

где V_{TC} – общий объем раствора тиосульфата, израсходованного на титрование (до и после добавления крахмала), мл;

N_{TC} – нормальность раствора тиосульфата, г-экв/л;

8 – атомарная масса кислорода;

V_{KC} – внутренний объем калиброванной кислородной склянки с закрытой пробкой, мл;

1000 – коэффициент пересчета единиц измерения (из граммов в миллиграммы);

V – объем потерь пробы при выполнении операции в мл (4,5 мл).

8 Сделайте вывод о возможности использования воды.

Вопросы для самоконтроля

1 С какой целью проводят определение содержания кислорода в воде?

2 Каким методом определяется содержание растворенного в воде кислорода?

3 В чем состоит сущность метода определения содержания растворенного в воде кислорода?

4 Для чего в иодометрическом методе используется крахмал?

5 Какими факторами обусловлено наличие в воде кислорода?

6 На какие процессы расходуется кислород в водоеме?

7 Каковы нормативы по содержанию кислорода в питьевой воде и водоемах рыбохозяйственного назначения?

Лабораторные работы 5–6. Водоросли фитопланктона, вызывающие цветение воды

Цель работы: ознакомление с представителями фитопланктона, вызывающими цветение водоемов, изучение основных мер борьбы с цветением водоемов.

Материалы и оборудование: микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, пробы по фитопланктону, фильтровальная бумага.

Краткие сведения из теории

Поверхность водоемов покрывается иногда пленкой голубоватого или серого цвета. Это явление вызвано скоплением большого числа водорослей и называется «цветением» воды (рисунок 10).

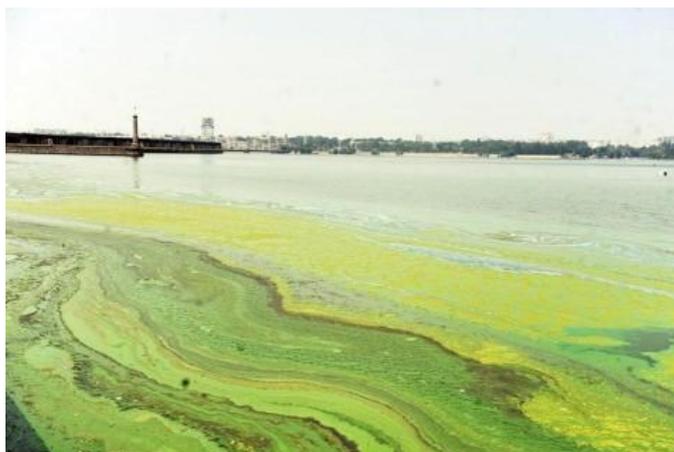


Рисунок 10 – Примеры «цветения» воды

Под термином «цветение» водоемов понимают массовое развитие водорослей в них, приводящее к ухудшению качества воды рек,

озер, водохранилищ. Цветение вызывается поступлением в водоем биогенных элементов – азота и фосфора, иногда углерода и кремния, создающих благоприятные условия для жизни и развития водорослей. При поступлении биогенов резко возрастает продуктивность водоемов за счет роста численности и биомассы водорослей, прежде всего синезеленых. Они интенсивно размножаются, «захватывают» водоем и начинают доминировать в биоценозе. Клетки водорослей, образуя многочисленные газовые вакуоли и переполняясь липидами, поднимаются к поверхности водоема.

При массовом развитии водоросли придают воде всевозможные неприятные запахи и привкусы. Например, водоросль *Anabaena lemermannii* придает воде затхлый запах, *Microcystis aeruginosa* – сильный ароматический, *Ceratium hirudinella* – запах рыбьего жира. «В особо тяжелых случаях вода приобретает цвет и консистенцию горохового супа, неприятный гнилостный запах: жизнь аэробных организмов исключена». Во время цветения в водоемах наблюдаются массовые заморы рыб. В некоторых случаях водоросли и их метаболиты могут токсически воздействовать на человека. Когда в водоеме наблюдаются случаи отравления животных, то в нем можно обнаружить до 12 видов синезеленых водорослей, большая часть которых относится к родам анабена, афанизоменон и микроцистис. Имели место случаи падежа большого числа домашнего скота, дикой и домашней птицы – овец, лошадей, свиней, собак, гусей, уток, грызунов, которые погибали, напившись воды, содержащей синезеленые водоросли.

Кроме того, массовое развитие водорослей в водоемах осложняет забор и очистку воды. Поступление больших масс водорослей на водозаборы и очистные сооружения вынуждает значительно чаще промывать их (иногда каждые 30–45 мин). Водоросли забивают поры песчанистого фильтра, их слизь оклеивает отдельные зерна, вызывая образование непроницаемой для воды пленки.

Виды фитопланктона, вызывающие цветение водоемов, приведены на рисунке 11.

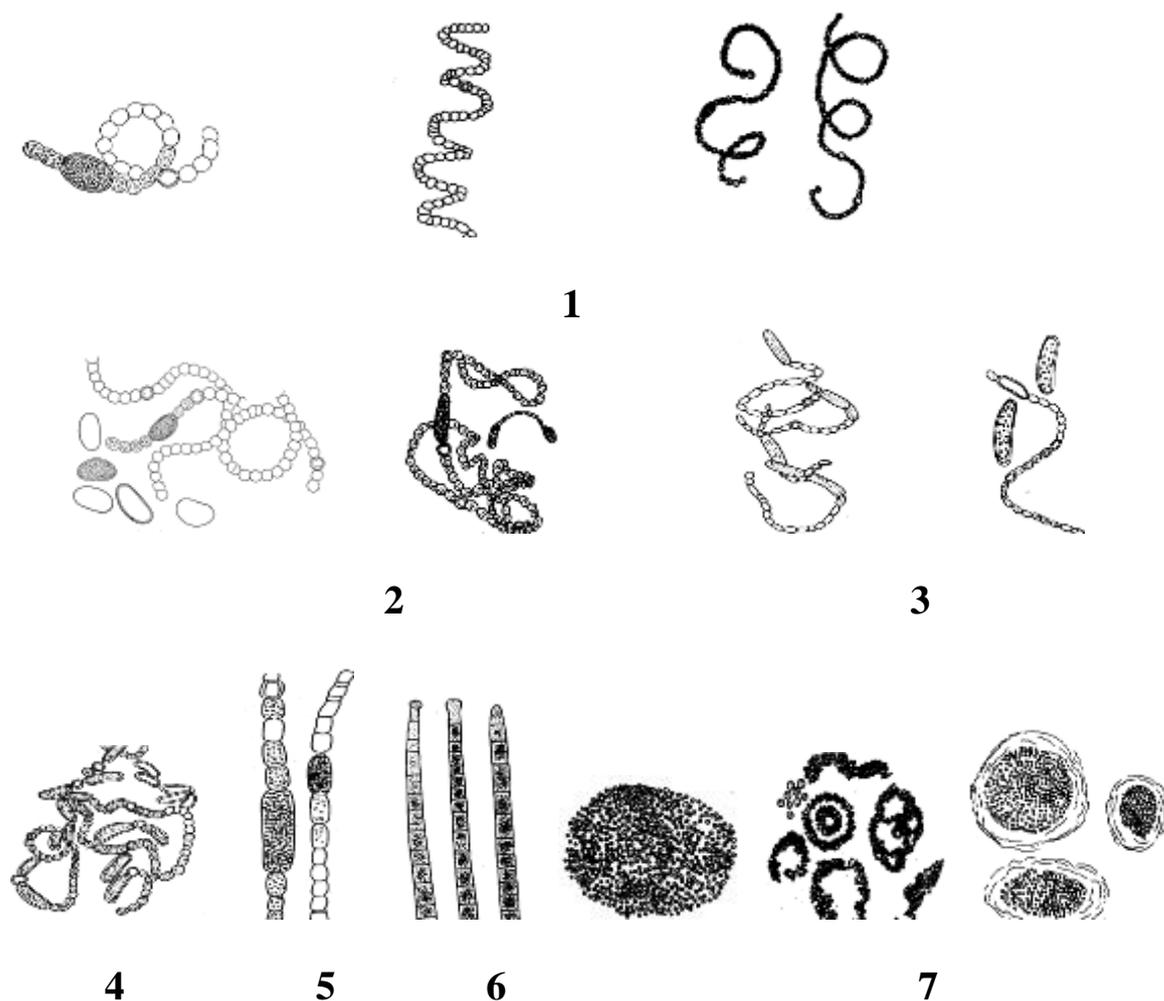
Меры борьбы с цветением водоемов:

- 1) уменьшение поступления в водоемы биогенных элементов;
- 2) снижение застойности вод;
- 3) улучшение аэрации вод;
- 4) предупреждение опасной термофикации;
- 5) механическое изъятие водорослей, образующих концентрированные скопления. Изымаемые водоросли используются в качестве сырья для производства различных медицинских препаратов и кормового концентрата для сельскохозяйственных животных.

б) химические методы (внесение в водоем ядовитых для водорослей веществ, которые безвредны для человека и не сообщают воде привкусов);

7) физические меры (искусственное увеличение мутности воды путем внесения в нее глины, благодаря чему ухудшаются условия освещения водорослей и их развитие подавляется);

8) биологический метод (создание благоприятных условий для развития донных растений, которые поглощают биогены и благодаря этому угнетают развитие фитопланктона; вселение в водоемы рыб-фитопланктофагов, например, белого толстолобика; использование различных фагов и вирусов).



1 – *Anabaena spiroides*; 2 – *A. flos-aquae*; 3 – *A. circinalis*;
 4 – *A. lemmermannii*; 5 – *Aphanizomenon flos-aquae*;
 6 – *Oscillatoria prolifica*; 7 – *Microcystis aeruginosa*

Рисунок 11 – Виды синезеленых водорослей,
 вызывающие цветение воды

Ход работы

1 Ознакомьтесь с основными определителями синезеленых водорослей.

2 Начните камеральную обработку проб по фитопланктону.

3 Определите виды водорослей, выявите их отличительные особенности.

4 Заполните таблицу 7 для всех обнаруженных видов.

Таблица 7 – Обнаруженные в водоеме (водотоке) виды фитопланктона, вызывающие цветение воды

	Краткая характеристика _____

	Индикатор _____ вод
Вид _____	Обитает _____

5 Разберите понятия: цветение воды, биогенные элементы, естественное евтрофирование, антропогенное евтрофирование, загрязнение водоемов.

6 По предлагаемой учебной литературе изучите методы борьбы с цветением водоемов.

Вопросы для самоконтроля

1 Что понимают под термином «цветение водоемов»?

2 Каковы основные причины этого явления?

3 К каким последствиям для водоема приводит явление цветения воды?

4 Чем грозит большая биомасса водорослей в природных водах водозаборам и очистным сооружениям?

5 Какие виды фитопланктона вызывают цветение воды?

6 Каковы основные меры борьбы с цветением водоемов?

7 В чем состоит сущность физического метода борьбы с цветением водоемов?

8 В чем состоит сущность химического метода борьбы с цветением водоемов?

9 В чем состоит сущность биологического метода борьбы с цветением водоемов?

10 Могут ли найти дальнейшее применение водоросли, изъятые из водоемов механическим способом?

11 Какие из методов борьбы с цветением водоемов являются, на ваш взгляд, наиболее эффективными? Почему?

Литература

- 1 Зилов, Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем) : учебное пособие / Е. А. Зилов. – Иркутск : Иркут. ун-т, 2008. – 138 с.
- 2 Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Гомельской области / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек. – Минск : Белсэнс, 2005. – 144 с.
- 3 Колупаев, Б. И. Гидроэкология: учебное пособие / Б. И. Колупаев, О. В. Светлакова. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2004. – 152 с.
- 4 Константинов, А. С. Общая гидробиология / А. С. Константинов. – М. : Высшая школа, 1986. – 472 с.
- 5 Логинова, Е. В. Гидроэкология : курс лекций / Е. В. Логинова, П. С. Лопух. – Минск : БГУ, 2011. – 300 с.
- 6 Методы исследования вредных веществ в воде водоемов / под ред. А. П. Шицковой. – М. : Медицина, 1981. – 376 с.
- 7 Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
- 8 Прожорина, Т. И. Экологическая гидрохимия : учебное пособие / Т. И. Прожорина. – Воронеж, 2004. – 129 с.
- 9 Романенко, В. Д. Основы гидроэкологии : учебник для вузов / В. Д. Романенко. – Киев : Генеза, 2004. – 664 с.
- 10 Унифицированные методы исследования качества вод. – М. : СЭВ, 1977. – Ч. 3. – 277 с.
- 11 Ясовеев, Н. Г. Водные ресурсы Республики Беларусь / Н. Г. Ясовеев, О. В. Шершнева, И. В. Кирвель. – Минск : БГПУ, 2005. – 296 с.

Производственно-практическое издание

Ковалева Оксана Владимировна

ГИДРОЭКОЛОГИЯ
Условия жизни гидробионтов

Практическое пособие

Редактор *В. И. Шкредова*

Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 28.06.2017. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 1,63.
Уч.-изд. л. 1,78. Тираж 25 экз. Заказ 581.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017.
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.
Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.