

УДК 574.5/.6(076.5)  
К 56

Рецензент – доцент кафедры химии УО «ГГУ им. Ф. Скорины», канд.  
хим. наук **Н.И. Дроздова.**

**Ковалева О.В.**

К 56 Гидробиология: Пособие по выполнению лабораторных работ. –  
Гомель: УО «БелГУТ», 2005. – 30 с.

Материал, приведенный в пособии, позволяет студентам ознакомиться с важнейшими группами гидробионтов, методами их изучения, расчетами индексов сапробности и загрязнения воды. В пособии приведены рисунки и описания представителей массовых видов простейших, фито- и зоопланктона водоемов и водотоков. Отдельные лабораторные работы посвящены методам биоиндикации качества вод, а также знакомству с фауной аэротенков очистных сооружений и водорослями, вызывающими цветение водоемов.

Предназначено для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

**УДК 574.5/.6(076.5)**

© О.В. Ковалева, 2005.

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Гидробиология** – наука, входящая в комплекс экологических наук, изучающая население гидросферы в его взаимодействии с окружающей средой и биологические явления в водоемах с целью прогноза, управления ими и разработки биологических основ рационального использования водных ресурсов.

### ***Задачи гидробиологии:***

1 Основная задача гидробиологии – изучение экологических процессов в гидросфере с целью нахождения путей управления, форм отношения людей к водным экосистемам, при которых польза от последних была бы наибольшей, а вред – наименьшим.

2 Создание научных основ охраны водных экосистем. Однако это не означает сохранение всех водных экосистем в их исходном состоянии. Человечество не может существовать только за счет природных ресурсов без превращения части естественных наземных и водных экосистем в искусственные. Охрана водных экосистем – это защита от всех воздействий, осложняющих поддержание их в состоянии наибольшего соответствия тем требованиям, которые диктуются жизненными интересами человека.

3 Повышение биологической продуктивности водоемов, то есть получение из них наибольшего количества биологического сырья.

4 Экспертная оценка экологических последствий зарегулирования, перераспределения и переброски стока рек, антропогенного изменения гидрологического режима водоемов.

5 Гидробиологическая экспертиза создаваемых промышленных и сельскохозяйственных предприятий с целью охраны природных вод от необратимых изменений.

6 Поиск мер обеспечения людей чистой водой, поскольку потребность в ней с ростом цивилизации непрерывно увеличивается, а имеющиеся природные запасы истощаются, особенно в результате загрязнения водоемов.

Вышеперечисленные задачи будут решать и выпускники кафедры «Экология и рациональное использование водных ресурсов» по специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

**ВОДОРОСЛИ ФИТОПЛАНКТОНА.  
ЗНАКОМСТВО С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ**

**Цель работы.** Познакомиться с массовыми видами фитопланктона различных водоемов и водотоков Беларуси. Научиться определять виды, выявлять их отличительные особенности.

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

**1 Краткие сведения из теории**

Водоросли представляют собой сборную группу низших, преимущественно водных растений. Общим для водорослей является их способность к автотрофному способу питания благодаря наличию фотосинтезирующего аппарата. Известно более 40000 видов водорослей, которые объединяются в отделы: диатомовые, зеленые, красные, синезеленые, бурые, пирофитовые, желтозеленые, золотистые, харовые, эвгленовые.

Способность водорослей адаптироваться к разнообразным внешним условиям, неприхотливость и высокая физиологическая пластичность способствовали их расселению по всему земному шару. Водоросли встречаются в реках и морях, на поверхности почвы и в ее толще, на деревьях, различных постройках, скалах, в снегу и горячих источниках. Однако основной средой жизни для водорослей является вода. В зависимости от экологических условий водоросли образуют различные группировки: планктонные (фитопланктон), нейстонные (фитонейстон), бентосные (фитобентос) и др.

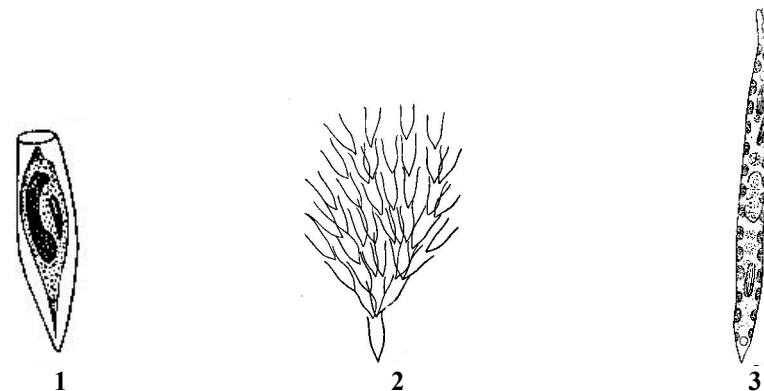
**Фитопланктон** – совокупность преимущественно микроскопических растений, обитающих в толще воды и пассивно передвигающихся под влиянием водных течений.

В озерах, реках, прудах Беларуси отмечено около 1000 видов планктонных водорослей. Среди них:

- **зеленые** (вольвокс, пандорина, педиаструм, сценедесмус и др.);
- **синезеленые** (анабена, микроцистис и др.);
- **диатомовые** (мелозира, циклотелла и др.);
- **пирофитовые** (цератиум);
- **эвгленовые** (эвглена).

Перечисленные и другие виды фитопланктона приведены на рисунке 1.

**Жгутиковые (Flagellatae)**



**Зеленые водоросли (Chlorophyceae)**

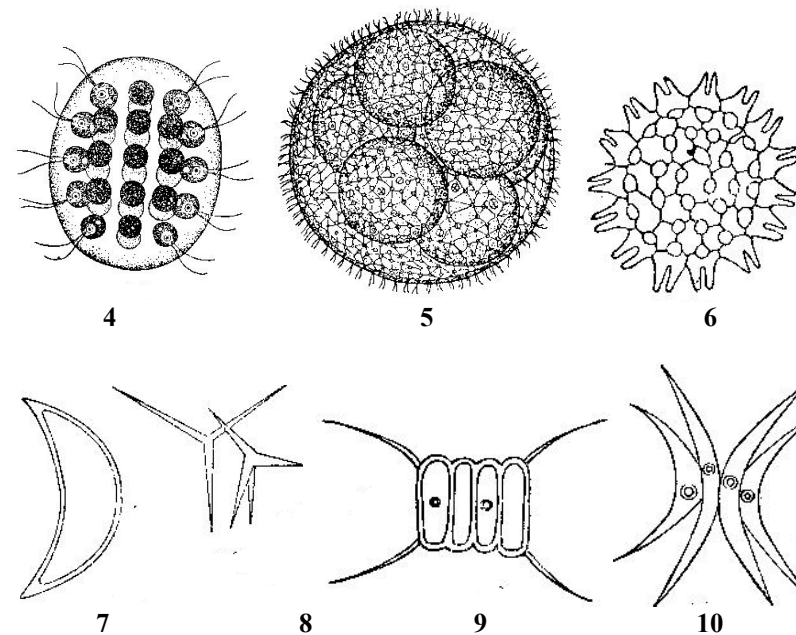
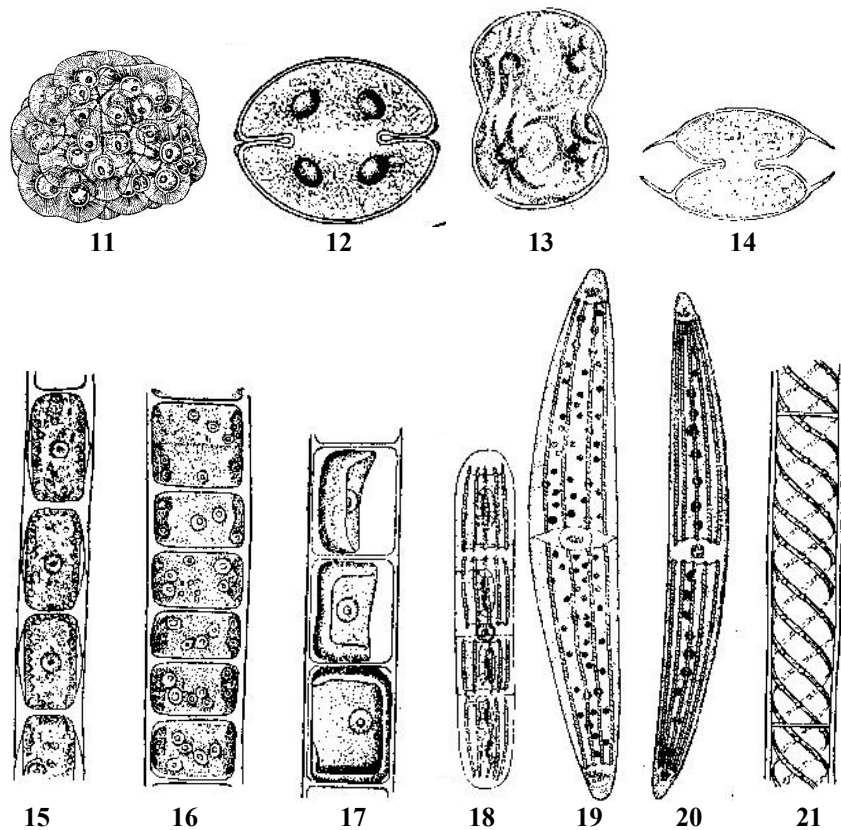


Рисунок 1 (начало)



Диатомовые водоросли (*Diatomae*)

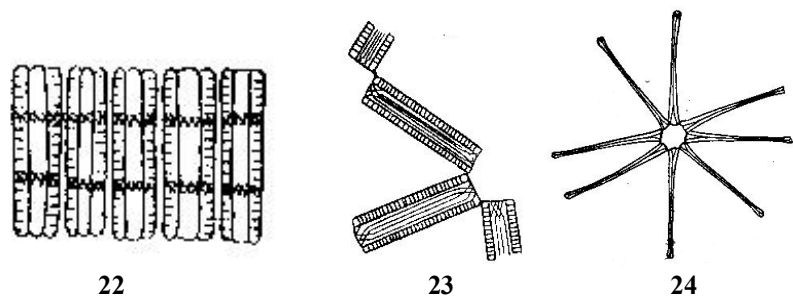
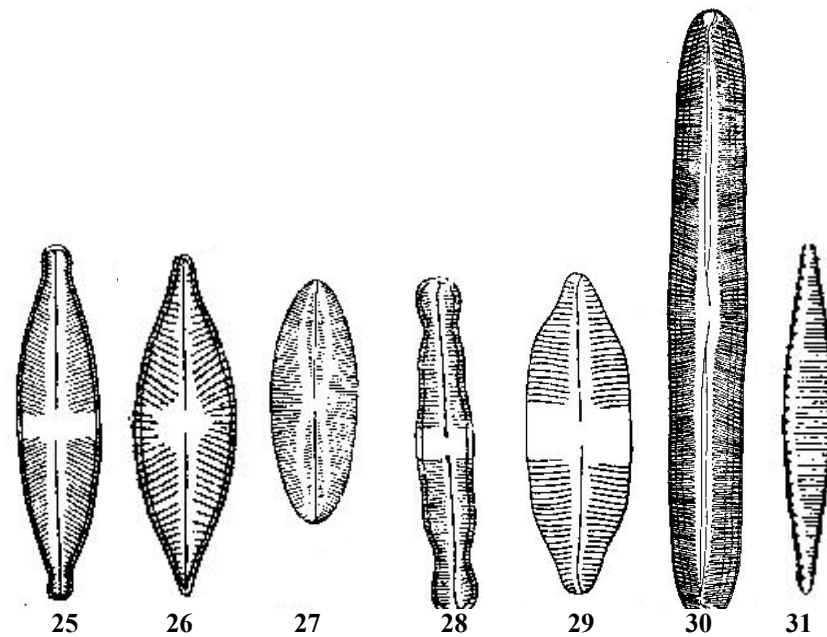


Рисунок 1 (продолжение)



Синезеленые, или циановые, водоросли (*Cyanophyceae*)

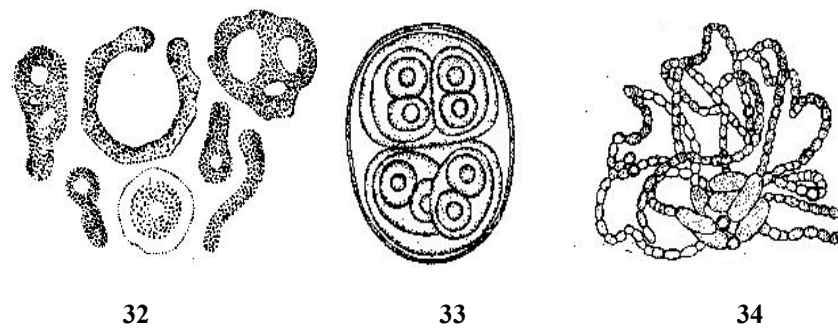


Рисунок 1 (продолжение)

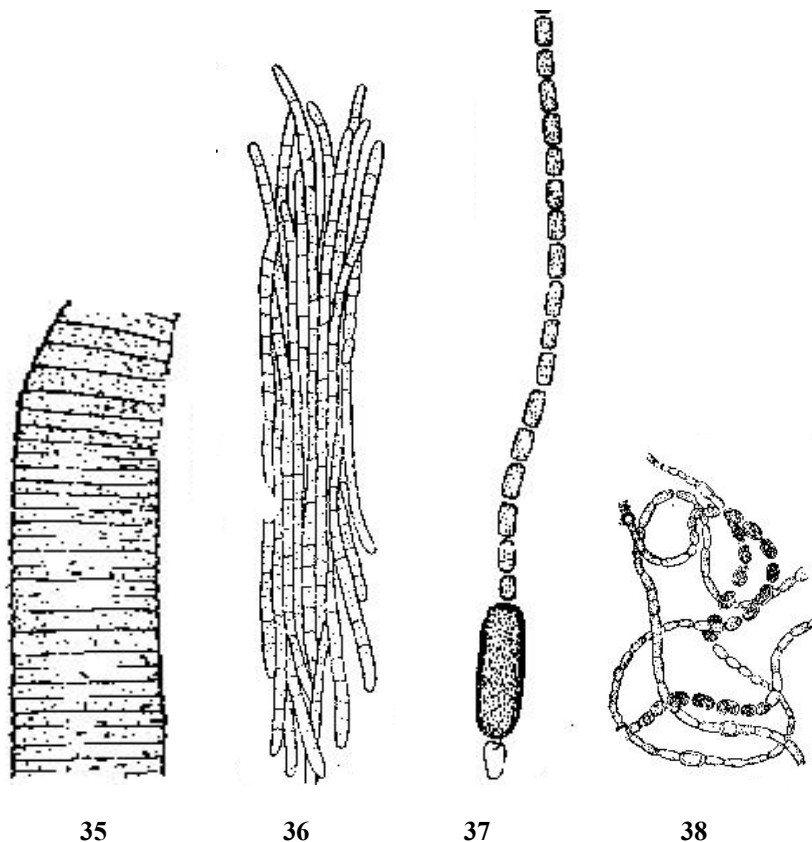


Рисунок 1 (окончание) – Виды планктонных водорослей, распространенных в различных водоемах: 1 – *Dinobryon utriculus*; 2 – *D. sertularia*; 3 – *Euglena intermedia*; 4 – *Eudorina elegans*; 5 – *Volvox globator*; 6 – *Pediastrum duplex*; 7 – *Tetraëdron lunula*; 8 – *T. longispinum*; 9 – *Scenedesmus quadricauda*; 10 – *S. acuminatus*; 11 – *Dictyosphaerium pulchellum*; 12 – *Cosmarium obsoletum*; 13 – *C. connatum*; 14 – *Arthrodesmus convergens*; 15 – *Microspora amoena*; 16 – *Ulothrix zonata*; 17 – *Mesogerron fluitans*; 18 – *Penium margaritaceum*; 19 – *Closterium lunula*; 20 – *Cl. acerosum*; 21 – *Spirogyra fluviatilis*; 22 – *Fragilaria construens*; 23 – *Diatoma vulgare*; 24 – *Asterionella formosa*; 25 – *Stauroneis anceps*; 26, 27 – виды рода *Navicula*; 28, 29 – виды рода *Pinnularia*; 30 – *P. major*; 31 – *Nitzschia kützingiana*; 32 – *Microcystis aeruginosa*; 33 – *Gloeocapsa alpina*; 34 – *Anabaena lemmermannii*; 35 – *Oscillatoria princeps*; 36 – колония *Aphanizomenon flos-aquae*; 37 – *Cylindrospermum stagnale*; 38 – *Nostoc linckia*

## 2 Порядок выполнения работы

- 1 Знакомство с устройством микроскопа и работа с ним.
- 2 Изучение основных определителей по водорослям фитопланктона.
- 3 Обработка проб по фитопланктону.
- 4 Определение видов водорослей, выявление их отличительных особенностей.
- 5 Заполнение таблицы 1 для всех обнаруженных видов фитопланктона (схематичный рисунок, название вида, описание, краткая характеристика, распространение, индикатором каких вод является – чистых, грязных, предпочитает холодные воды, соленые воды и т.д.).

Таблица 1– Виды фитопланктона, обнаруженные в водоеме (водотоке)

	Краткая характеристика _____
	_____
	Индикатор _____ вод
Вид _____	Обитает _____

## Содержание отчета

- 1 Схематичные рисунки обнаруженных видов.
- 2 Заполнение таблицы.
- 3 Оформление отчета.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.

## Контрольные вопросы

- 1 Какие растения относятся к водорослям?
- 2 Назовите отделы водорослей.
- 3 Дайте определение фитопланктона.
- 4 Назовите массовые виды фитопланктона различных водоемов Беларуси.

## ВОДОРΟΣЛИ ФИТОПЛАНКТОНА, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЦВЕТЕНИЕ ВОДЫ

**Цель работы.** Познакомиться с представителями фитопланктона, вызывающими цветение водоемов. Изучить основные меры борьбы с цветением водоемов.

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

### 1 Краткие сведения из теории

Поверхность водоемов покрывается иногда пленкой голубоватого или серого цвета. Это явление вызвано скоплением большого числа водорослей и называется «цветением» 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. Ключевую роль обычно играет фосфор. 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, что приводит к перенаселению. 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» [1]. Запахи и привкусы различного характера и интенсивности сообщают воде во время массового цветения, по существу, все водоросли.

Во время цветения в водоемах наблюдаются массовые заморы рыб. В некоторых случаях водоросли и их метаболиты могут токсически воздействовать на человека прямым путем. Когда в водоеме наблюдаются случаи отравления животных, то в нем можно обнаружить до 12 видов синезеле-

ных 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 песчаного фильтра, их слизь оклеивает отдельные зерна, вызывая образование непроницаемой для воды пленки.

#### **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.
- 6) 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).

Виды фитопланктона, вызывающие цветение водоемов, приведены на рисунке 1.

### 2 Порядок выполнения работы

- 1 Знакомство с определителями синезеленых водорослей.
- 2 Обработка проб по фитопланктону.
- 3 Определение видов водорослей, выявление их отличительных особенностей.
- 4 Заполнение таблицы 1 (см. лабораторную работу № 1) для всех обнаруженных видов.

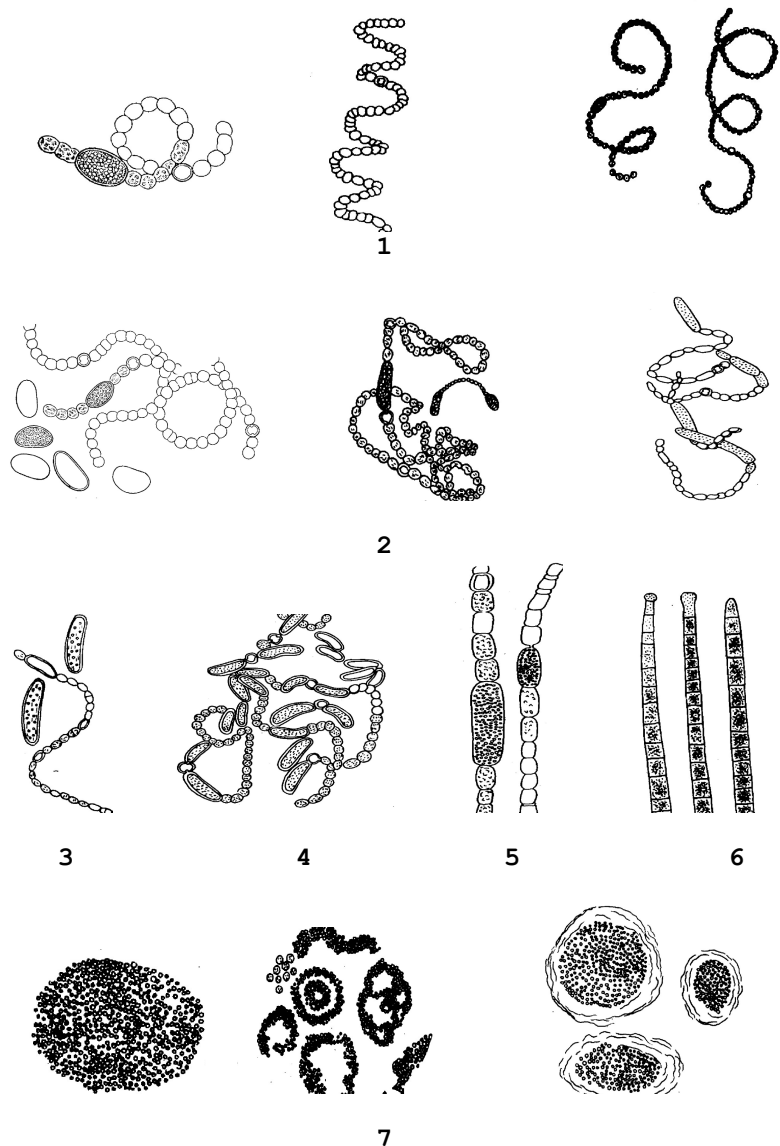


Рисунок 1 – Виды синезеленых водорослей, вызывающие цветение воды:  
 1 – *Anabaena spiroides*; 2 – *A. flos-aquae*; 3 – *A. circinalis*; 4 – *A. lemmermannii*; 5 – *Aphanizomenon flos-aquae*; 6 – *Oscillatoria prolifica*;  
 7 – *Microcystis aeruginosa*

## Содержание отчета

- 1 Схематичные рисунки обнаруженных видов.
- 2 Заполнение таблицы.
- 3 Оформление отчета.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.

## Контрольные вопросы

- 1 Что понимают под термином «цветение» водоемов?
- 2 Причины этого явления.
- 3 Последствия цветения водоемов.
- 4 Назовите виды фитопланктона, вызывающие цветение.
- 5 Перечислите меры борьбы с цветением водоемов.

## Лабораторная работа № 3

### ЗНАКОМСТВО С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЗООПЛАНКТОНА (КОЛОВРАТКИ)

**Цель работы.** Познакомиться с массовыми видами коловраток различных водоемов и водотоков Беларуси. Научиться определять виды.

**Материалы и оборудование.** Микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микrometer, жавелевая вода, пипетки, осадочные пробы по коловраткам, фильтровальная бумага.

## 1 Краткие сведения из теории

**Зоопланктон** – совокупность животных, обитающих в толще воды и не способных активно противостоять переносу течениями, то есть пассивно «парящих» в толще воды. Среди групп зоопланктона наибольшее значение в континентальных водоемах принадлежит простейшим, коловраткам, ракообразным.

Коловратки (*Rotifera*) – первичнополостные черви, принадлежат к микроскопическим организмам (длина тела чаще всего 100–300 мкм, у некоторых видов может достигать 2000 мкм), населяющим всевозможные водные экосистемы. К коловраткам относится около 2000 видов водных и полуводных беспозвоночных животных. Наиболее распространенные из них приведены на рисунке 1.

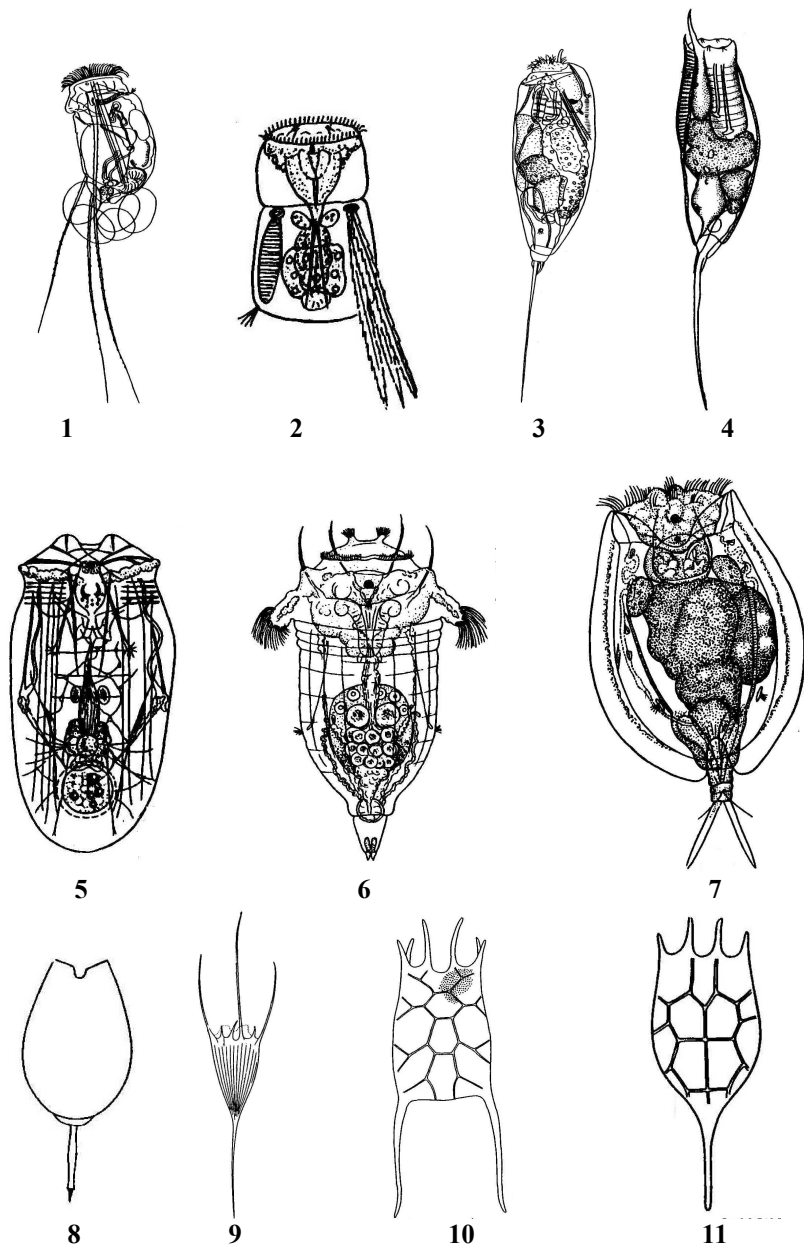


Рисунок 1 (начало)

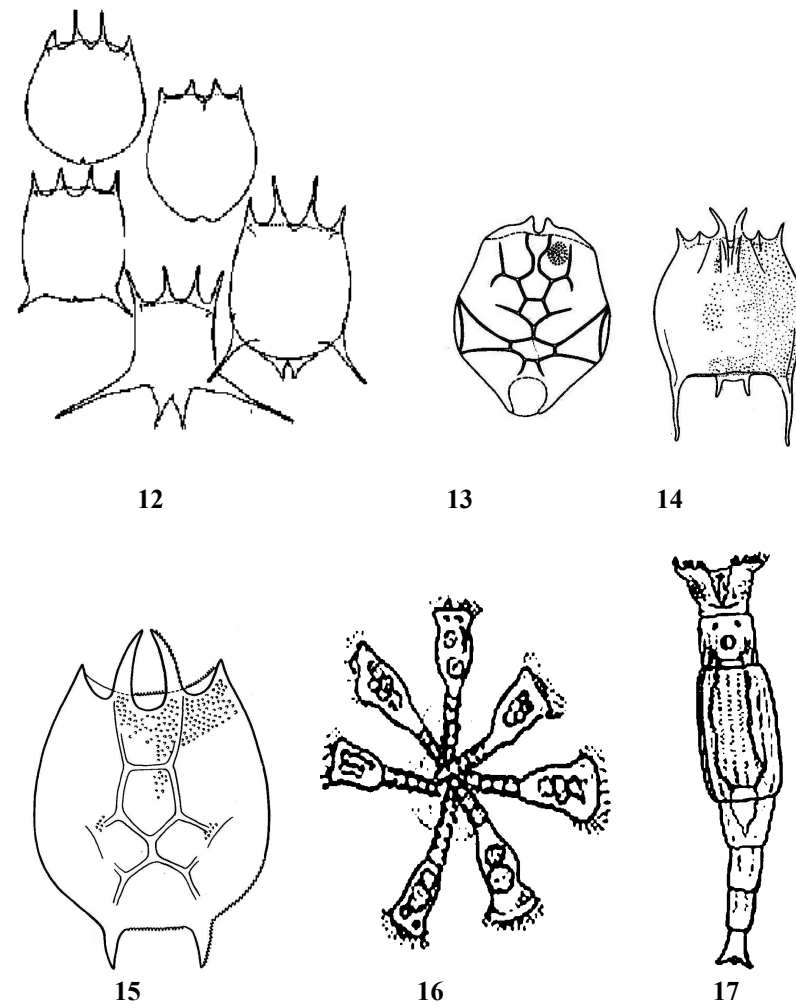


Рисунок 1 (окончание) – Наиболее распространенные виды коловраток в водных экосистемах Беларуси: 1 – *Filinia longiseta*; 2 – *Polyarthra dolichoptera*; 3 – *Trichocerca elongata*; 4 – *Tr. longiseta*; 5 – *Asplanchna priodonta*; 6 – *Synchaeta pectinata*; 7 – *Euchlanis dilatata*; 8 – *Lecane (M.) bulla*; 9 – *Kellicottia longispina*; 10 – *Keratella quadrata*; 11 – *K. cochlearis*; 12 – различные варианты *Brachionus calyciflorus*; 13 – *Br. angularis*; 14 – *Br.*

*quadridentatus*; 15 – *Platylas quadricornis*; 16 – *Conochilus unicornis*; 17 – *Philodina roseola*

Коловратки играют огромную роль в самоочищении водоемов, поскольку большинство из них питаются бактериями, частицами детрита и мелкими водорослями. Они обладают самой высокой скоростью воспроизведения среди всех многоклеточных животных; способны очень быстро осваивать свободные экологические ниши.

Многие из коловраток мало устойчивы к определенным условиям среды и могут служить индикаторами солености, кислотности, сапробности и т.д. Среди коловраток имеются виды, весьма чувствительные к евтрофикации, что можно использовать при установлении степени загрязненности воды. Абсолютное большинство видов коловраток обитают в пресных водах, около 50 видов – исключительно морские.

К настоящему времени в водоемах и водотоках Беларуси обнаружено более 460 видов и вариантов коловраток.

## 2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучение основных определителей по коловраткам.
- 2 Обработка проб по коловраточному зоопланктону.
- 3 Определение видов коловраток, выявление их отличительных особенностей.
- 4 Заполнение таблицы 1 для всех обнаруженных видов коловраток (см. лабораторную работу № 1).

## Содержание отчета

- 1 Схематичные рисунки обнаруженных видов.
- 2 Заполнение таблицы.
- 3 Оформление отчета.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.

## Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение зоопланктона.
- 2 Какие животные относятся к коловраткам?
- 3 Какую роль выполняют коловратки в водоемах?
- 4 Назовите массовые виды планктонных коловраток различных водоемов Беларуси.

## ЗНАКОМСТВО С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЗООПЛАНКТОНА (РАКООБРАЗНЫЕ)

**Цель работы.** Познакомиться с массовыми видами ветвистоусых и веслоногих ракообразных различных водоемов и водотоков Беларуси. Научиться определять виды и знать их отличительные черты.

**Материалы и оборудование.** Микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, препаровальные иглы, пробы по планктонным ракообразным, фильтровальная бумага.

### 1 Краткие сведения из теории

Планктонные ракообразные в водоемах представлены двумя основными группами (рисунок 1):

- ветвистоусые ракообразные (*Cladocera*);
- веслоногие ракообразные (*Copepoda*):
  - циклопы (*Cyclopoida*);
  - каляноиды (*Calanoida*);
  - *Harpacticoida*.

**Ветвистоусые ракообразные** могут быть распознаны по наличию 4 – 7 пар ног и двуветвистых антенн. У большинства видов имеются непарные глаза и глазки. Размеры тела ветвистоусых ракообразных 0,2–10 мм.

**Веслоногие ракообразные** встречаются во всех озерах, прудах, часто в лужах и болотах. Их можно заметить в воде невооруженным глазом. Многие из них являются индикаторами качества воды. Например, большинство калянид предпочитает чистые воды, и ни один из их видов не способен развиваться в условиях сильного загрязнения. Циклопы более выносливы к загрязнению, они часто встречаются в умеренно загрязненных водах, сильного загрязнения также не выносят. Некоторые виды веслоногих ракообразных представляют опасность в паразитологическом отношении как промежуточные хозяева некоторых гельминтов, вызывающих заболевания птиц, млекопитающих и человека. Например, *Thermocyclops crassus* известен как промежуточный хозяин ришты, *Megacyclops viridis* – лентеца широкого. Наиболее распространенные в водных экосистемах Беларуси планктонные ракообразные изображены на рисунке 1.

Рачковый зоопланктон играет огромную роль в водоемах: участвует в процессах самоочищения (большинство ветвистоусых ракообразных – фильтраторы воды), является кормовой базой рыб. Многие виды планктонных ракообразных – индикаторы качества и загрязнения воды, некоторые из них (дафнии) являются тест-объектами в водной токсикологии.



Ветвистоусые ракообразные (*Cladocera*)

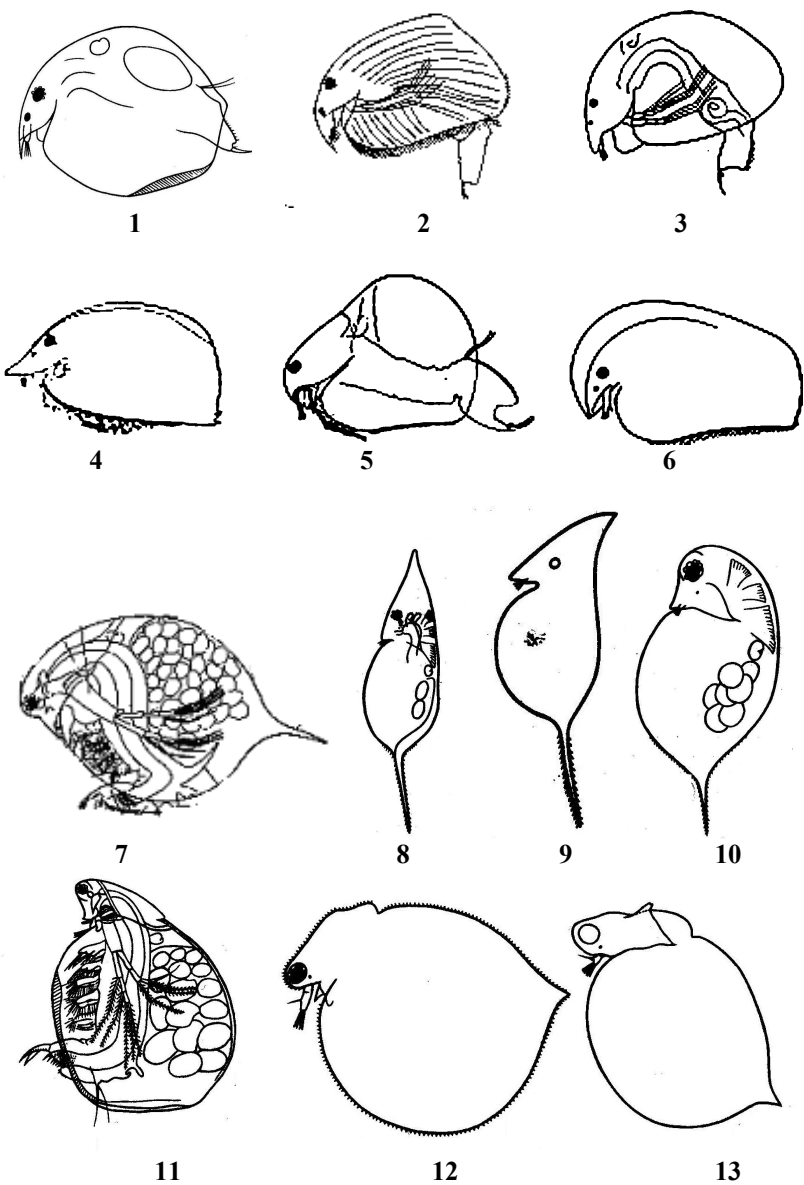


Рисунок 1 (начало)

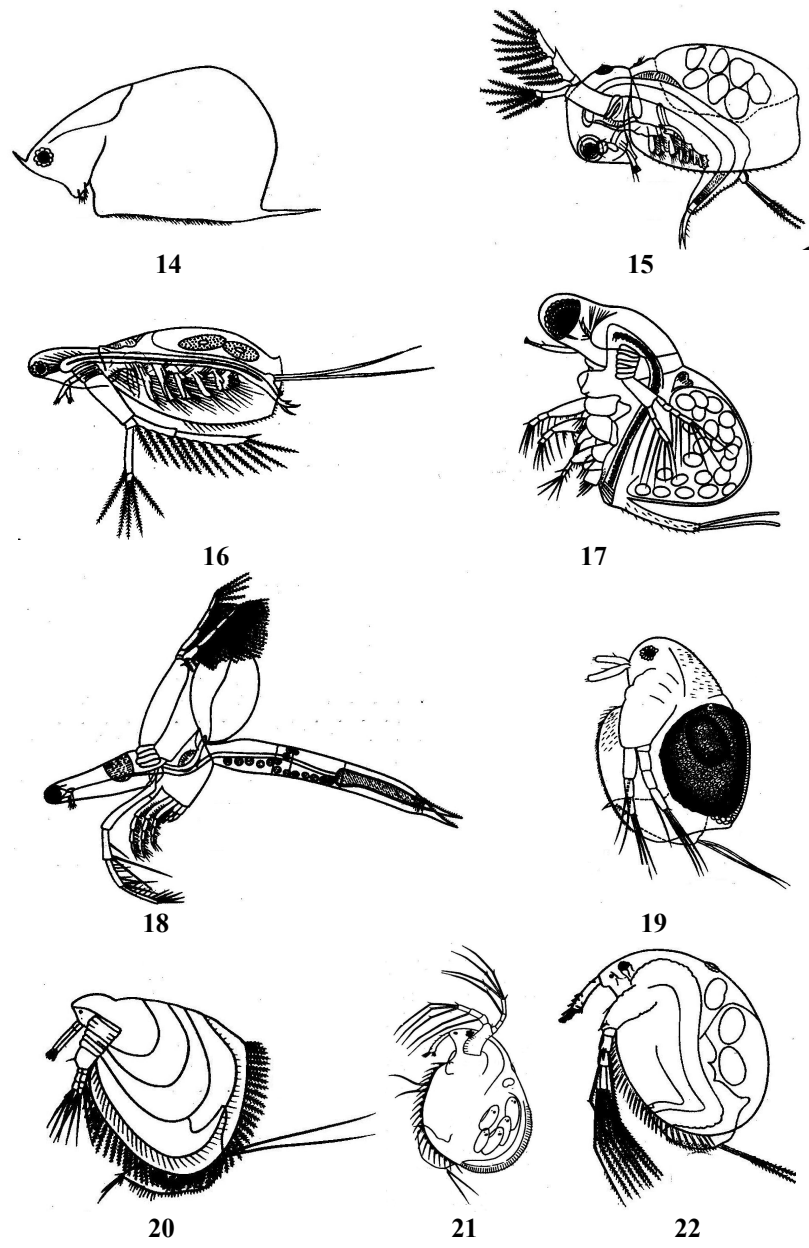
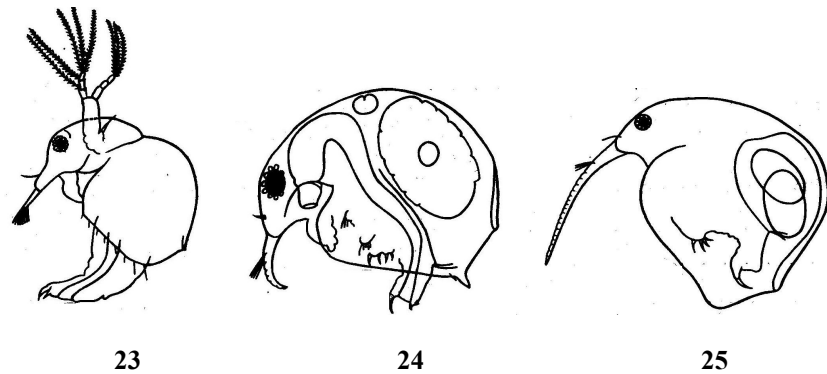


Рисунок 1 (продолжение)



Веслоногие ракообразные (*Copepoda*)

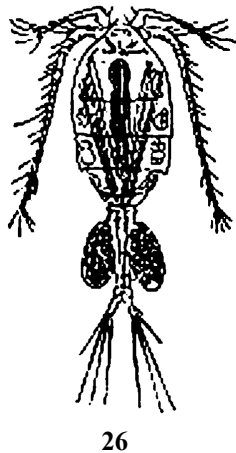


Рисунок 1 (окончание) – Наиболее распространенные виды планктонных ракообразных водоемов и водотоков Беларуси: 1 – *Chydorus sphaericus*; 2 – *Pleuroxus truncatus*; 3 – *Alona quadrangularis*; 4 – *Graptoleberis testudinaria*; 5 – *Eurycercus lamellatus*; 6 – *Acroperus harpae*; 7 – *Daphnia pulex*; 8 – *Dp. cucullata*; 9 – *Dp. cristata*; 10 – *Dp. longispina*; 11 – *Simocephalus vetulus*; 12 – *Ceriodaphnia setosa*; 13 – *Cr. reticulata*; 14 – *Scapholeberis mucronata*; 15 – *Sida crystallina*; 16 – *Diaphanosoma brachyurum*; 17 – *Polyphemus pediculus*; 18 – *Leptodora kindti*; 19 – *Moina macrocopa*; 20 – *Ilyocryptus sordidus*; 21 – *Macrothrix laticornis*; 22 – *Mr. hiscuticornis*; 23 – *Bosminopsis deitersi zernovi*; 24 – *Bosmina longirostris*; 25 – *B. coregoni*; 26 – *Cyclopoida*

## 2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучение основных определителей по ветвистоусым и веслоногим ракообразным.
- 2 Обработка проб по рачковому зоопланктону.
- 3 Определение видов планктонных ракообразных, выявление их особенностей и отличительных черт.
- 4 Заполнение таблицы 1 для всех обнаруженных видов рачкового зоопланктона (см. лабораторную работу № 1).

### Содержание отчета

- 1 Схематичные рисунки обнаруженных видов.
- 2 Заполнение таблицы.
- 3 Оформление отчета.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.

### Контрольные вопросы

- 1 Какие животные относятся к рачковому зоопланктону?
- 2 На какие группы подразделяются планктонные рачки? Каковы их отличительные особенности?
- 3 Какую роль играют планктонные ракообразные в водоемах?
- 4 Назовите наиболее распространенные в водоемах Беларуси виды рачкового зоопланктона.

## Лабораторная работа № 5

### ЗНАКОМСТВО С ОБИТАТЕЛЯМИ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Цель работы.** Ознакомиться с некоторыми видами жгутиконосцев, инфузорий, коловраток, обитающих в аэротенках очистных сооружений.

**Материалы и оборудование.** Микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, глицерин, пробы активного ила, фильтровальная бумага.

## 1 Краткие сведения из теории

В связи с постоянным ростом количества сточных вод огромное значение приобретает своевременный точный контроль как за ходом очистки в сооружениях биологической очистки, так и за качеством очищенной воды.

Процесс искусственной биологической очистки воды принципиально не отличается от процесса самоочищения ее в загрязненных природных водоемах: он заключается в распаде загрязнений под воздействием бактерий и других живых организмов (активный ил) [2]. Наиболее распространенными сооружениями биологической очистки воды являются аэротенки, представляющие собой удлиненные в плане резервуары, в которых сточные воды медленно протекают в смеси с активным илом. Однако следует учитывать, что экосистема активного ила отличается от экосистем естественных водоемов ввиду особенностей технологии очистки сточных вод (постоянная рециркуляция активного ила, интенсивная аэрация и т.д.).

**Активный ил** – искусственно выращиваемый биоценоз, населенный бактериями, простейшими и многоклеточными животными, которые удаляют загрязняющие вещества из сточных вод.

Для характеристики работы сооружений биологической очистки гидробиологический анализ имеет основное значение, поскольку характеризует состав, количественное распределение и своеобразие организмов активного ила – потребителей поступающих на очистку загрязняющих веществ. Характерные изменения в биоценозе активного ила наилучшим образом отражают протекание процесса очистки, позволяют быстро оценить его качественный уровень и сделать выводы об основных неблагоприятных факторах, ухудшающих эффективность очистки сточных вод [3].

Методика проведения оценки технологического процесса очистки воды по состоянию активного ила включает следующие этапы:

- 1 Подготовка посуды, предметных и покровных стекол.
- 2 Отбор проб.
- 3 Определение гидрохимических показателей качества сточных вод (температура, содержание кислорода, щелочность, мутность, прозрачность, взвешенные вещества, примеси и т.д.).
- 4 Анализ активного ила (общие свойства):
  - определение дозы ила по объему (осадок, скорость осаждения, цвет хлопьев, запах);
  - расчет илового индекса;
  - определение прозрачности надильной воды (описывается характер воды над осевшим илом);
  - определение дозы ила по весу.
- 5 Гидробиологический анализ активного ила:

- визуальное исследование ила в стеклянном цилиндре (состояние ила, наличие следов нефти, пены и т.д.);
- микроскопирование (определение видов);
- определение численности (количественный учет, частота встречаемости);
- оценка состояния биоценоза по видовой структуре, расчет индексов видового разнообразия (индексы Шеннона, Сива);
- описание функционального (физиологического) состояния организмов (преобладающие группы, степень упитанности, наличие цист, наличие погибших животных и т.д.);
- определение размеров;
- распределение индикаторных организмов по группам;
- обработка данных учета индикаторных организмов;
- итоговая оценка биоценоза, отнесение его к определенному типу;
- индикаторная оценка процесса биологической очистки.

На рисунке 1 представлены некоторые виды – обитатели аэротенков очистных сооружений.

## 2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучение основных определителей и атласа по фауне аэротенков.
- 2 Гидробиологический анализ активного ила (определение видов).
- 3 Описание физиологического состояния.
- 4 Определение индикаторной значимости вида.
- 5 Заполнение таблицы 1 для всех обнаруженных видов.

Таблица 1 – Виды, обнаруженные в активном иле аэротенков очистных сооружений

	Систематическая принадлежность _____
	Физиологическое состояние _____
	_____
	Особенности _____
	_____
Вид _____	Индикатор _____ вод

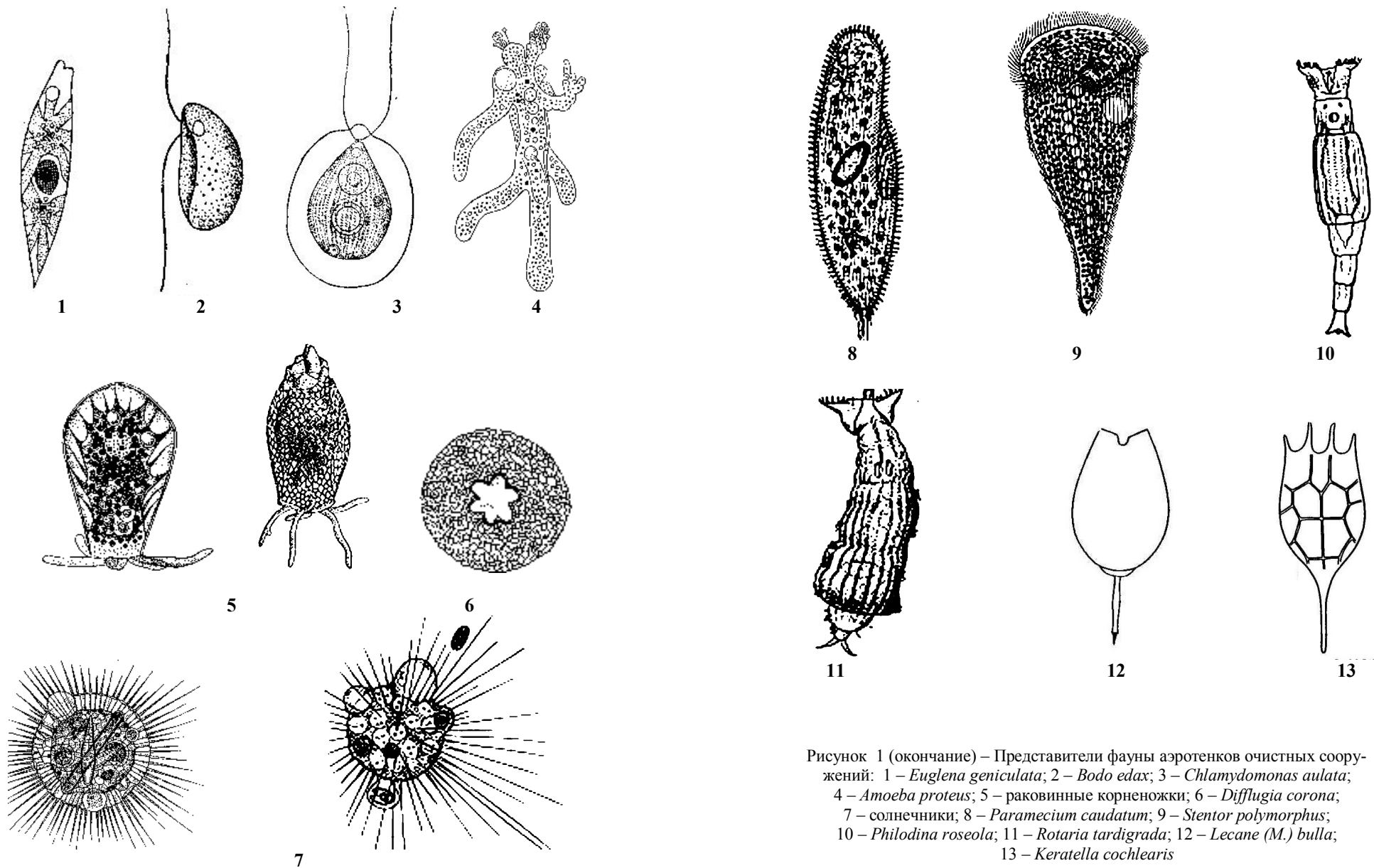


Рисунок 1 (начало)

Рисунок 1 (окончание) – Представители фауны аэротенков очистных сооружений: 1 – *Euglena geniculata*; 2 – *Bodo edax*; 3 – *Chlamydomonas aulata*; 4 – *Amoeba proteus*; 5 – раковинные корненожки; 6 – *Diffugia corona*; 7 – солнечники; 8 – *Paramecium caudatum*; 9 – *Stentor polymorphus*; 10 – *Philodina roseola*; 11 – *Rotaria tardigrada*; 12 – *Lecane (M.) bulla*; 13 – *Keratella cochlearis*

## Содержание отчета

- 1 Схематичные рисунки обнаруженных видов.
- 2 Заполнение таблицы.
- 3 Оформление отчета.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.

## Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение активного ила.
- 2 Какие группы животных входят в состав активного ила?
- 3 Какую функцию выполняет активный ил?
- 4 Можно ли по состоянию активного ила проводить оценку технологического процесса очистки воды?
- 5 Что включает в себя анализ общих свойств активного ила?
- 6 Какие этапы включает гидробиологический анализ активного ила?

## Лабораторная работа № 6

### ПЛАНКТОННЫЕ ОРГАНИЗМЫ – ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ

**Цель работы.** Изучить методы биологического анализа качества вод. Научиться рассчитывать индекс сапробности Пантле и Букка.

**Материалы и оборудование.** Калькулятор, таблицы видов-индикаторов с указанием сапробной валентности.

#### 1 Краткие сведения из теории

В выявлении загрязнения природных водоемов и водотоков используются как физико-химические методы, так и биологический анализ качества вод.

**Биологический анализ качества вод** – оценка качества воды по растительному и животному населению водоема.

Биологический метод имеет ряд преимуществ перед другими, т.к. позволяет обнаружить воздействия, предшествующие времени анализа, тогда как физико-химический метод дает возможность судить о составе воды в момент отбора пробы и только в месте отбора. Биологический метод харак-

теризует степень нарушенности экосистем, свидетельствует о среднем за длительное время составе воды [4].

Многие виды как фито-, так и зоопланктона являются индикаторами качества воды. Одни из них способны развиваться только в чистых водах, массовое развитие других характеризует воду как умеренно загрязненную, загрязненную и грязную.

В гидробиологии приняты следующие обозначения для индикаторных организмов:

- х – ксеносапробный вид (индикатор очень чистых вод);
- о – олигосапробный вид (индикатор чистых вод);
- β – мезосапробный вид (индикатор умеренно загрязненных вод);
- α – мезосапробный вид (индикатор грязных вод);
- р – полисапробный вид (индикатор очень грязных вод).

**Сапробность** (греч. «*sapros*» – гнилой) ранее понимали как способность организмов развиваться при большем или меньшем содержании в воде органических веществ. Теперь установлено, что сапробность также и резистентность организмов по отношению к загрязняющим веществам. В настоящее время термин «сапробность» фактически стал употребляться в смысле загрязнения.

Одним из распространенных методов биологического анализа качества воды является расчет индекса сапробности Пантле и Букка, который характеризует состояние водоемов и водотоков. Он основан на использовании различной индикаторной значимости видов, их численности, относительно обилия.

Индекс сапробности рассчитывается по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [5]:

$$S = \frac{\sum sh}{\sum h},$$

где  $S$  – показатель сапробности;

$s$  – индикаторная значимость вида (приводится в таблицах индикаторных видов);

$h$  – относительное количество особей вида.

В расчетах используются соотношения относительного обилия (относительной численности) и частоты встречаемости организмов (таблица 1), предложенные в “Руководстве по методам гидробиологического анализа ...” [5].

Таблица 1 – Соотношения значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов

Частота	Количество экземпляров одного вида, % общего количества экземпляров	<i>h</i>
Очень редко	<1–1,5	1
Редко	<1,5–3,5	2
Нередко	3,5–10	3
Часто	10–20	5
Очень часто	20–40	7
Массово	40–100	9

При оценке качества воды используется шкала, приведенная в таблице 2.

Таблица 2 – Шкала оценки качества вод

Класс вод	Воды	Индекс сапробности по Пантле и Букку
I	Очень чистые	<1,00
II	Чистые	1,00–1,50
III	Умеренно (слабо) загрязненные	1,51–2,50
IV	Загрязненные	2,51–3,50
V	Грязные	3,51–4,00
VI	Очень грязные	>4,00

## 2 Порядок выполнения работы

- 1 Расчет общей численности зоо- или фитопланктона.
- 2 Расчет относительной численности каждого вида (процент от общей численности), определение *h*.
- 3 Установление для каждого обнаруженного вида величин индикаторной значимости *s*.
- 4 Заполнение таблицы 3.
- 5 Расчет индекса сапробности.
- 6 Определение класса качества и чистоты вод.
- 7 Распределение индикаторных организмов по группам.

Таблица 3 – Расчет индекса сапробности

Вид	Численность	Процент от общей численности	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>sh</i>	<i>S</i>

## Содержание отчета

- 1 Таблица опытных данных.
- 2 Расчет индекса сапробности.
- 3 Оформленные расчетные данные.
- 4 Анализ результатов лабораторной работы.
- 5 Вычисление количества индикаторных видов в каждой группе, выраженное в процентах.

## Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение биологического метода анализа качества вод.
- 2 Дайте определение сапробности.
- 3 Какие существуют группы индикаторных организмов?
- 4 Что характеризует индекс сапробности?

## Список литературы

- 1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 576 с.
- 2 Фауна аэротенков (Атлас) / Под ред. Л.А. Кутиковой. – Л.: Наука, 1984. – 264 с.
- 3 Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
- 4 Рассайко И.Ф. Тексты лекций по курсу «Санитарно-техническая гидробиология»: В 2 ч. – Гомель, 1985. – 90 с.
- 5 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 240 с.
- 6 Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – М.: Гидрометеоздат, 1977. – 512 с.
- 7 Константинов А.С. Общая гидробиология: Учебник для биологических специальностей университетов. – М.: Высшая школа, 1979. – 480 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<i>Лабораторная работа № 1</i> Водоросли фитопланктона. Знакомство с представителями .....	4
<i>Лабораторная работа № 2</i> Водоросли фитопланктона, вызывающие цветение воды .....	10
<i>Лабораторная работа № 3</i> Знакомство с представителями зоопланктона (колловратки) .....	13
<i>Лабораторная работа № 4</i> Знакомство с представителями зоопланктона (ракообразные) .....	17
<i>Лабораторная работа № 5</i> Знакомство с обитателями активного ила очистных сооружений .....	21
<i>Лабораторная работа № 6</i> Планктонные организмы – индикаторы состояния и загрязнения водной среды .....	26
Список литературы .....	29