

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

Факультет биологии, географии и химии

Выпускающая кафедра биологии, химии и экологии

Лябов Иван Юрьевич

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка справочника-определителя по теме «Простейшие животные» для
научно-исследовательской работы школьников

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы
География и биология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой: док. биол. наук, проф. Антипова Е.М.

19.06.2019 г. / Антип

Руководитель: канд. биол. наук, доц. Городилова С.Н.

19.06.2019 г. / Г

Дата защиты _____

Обучающийся _____ Лябов И.Ю. _____

19.06.2019 / Л

Оценка _____

Красноярск 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОФАУНЫ РЕК ГОРОДА КРАСНОЯРСКА.....	7
1.1. Материал и методы изъятия, выращивания и наблюдения культур простейших организмов.....	7
1.1.1. Места для изъятия культур простейших из окружающей среды.....	7
1.1.2. Техника сбора	9
1.1.3. Посев и содержание культур в лаборатории.....	10
1.1.4. Фиксация и изготовление микропрепаратов протистов	12
1.2. Видовое разнообразие микрофауны рек г. Красноярска.....	14
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПО ТЕМЕ «ПРОСТЕЙШИЕ ЖИВОТНЫЕ»....	19
2.1. Введение.....	19
2.2. Саркодовые.....	21
2.2.1. Тип Амебоидные, или Корненожки – Amoebozoa (Rhizopoda).....	21
2.2.2. Тип Фораминиферы – Foraminifera	26
2.2.3. Тип Солнечники – Heliozoa.....	27
2.3. Радиолярии.....	28
2.4. Жгутиконосцы.....	29
2.4.1. Тип Хлорофиты – Chlorophyta.....	29
2.4.2. Тип Эвгленозои – Euglenozoa.....	30
2.4.3. Тип Воротничковые жгутиконосцы – Choanomonada (Choanoflagellata)	33
2.4.4. Тип Многожгутиковые – Polymastigota.....	34
2.5. Альвеоляты.....	36
2.5.1. Тип Динофитовые – Dinophyta.....	36
2.5.2. Тип Переднекомплексные – Apicomplexa.....	37
2.5.3. Тип Инфузории – Ciliophora.....	38
2.6. Микроспоридии.....	52
2.7. Микроспоридии.....	53
ВЫВОДЫ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	60

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний момент малые реки края испытывают колоссальный пресс со стороны воздействия антропогенных факторов. Поэтому исследование биоразнообразия пресных водоемов тесно связана с проблемой сохранения биоценозов.

Представители трех полифилетических групп простейших (инфузории, жгутиконосцы, амeboидные) играют значительную роль в формировании биоценозов и их жизнедеятельности. Кроме этого, простейшие могут служить индикатором степени загрязненности водоемов [23]. Причина этого проста — разным представителям простейших организмов требуются различные условия среды для комфортного существования. Некоторые виды обитают в чистой, хорошо аэрированной воде. Некоторые приспособлены к жизни в водоемах средней загрязненности. Имеются и отдельные виды простейших, которые могут обитать в сильно загрязненных, сточных водах (инфузория хилодонелла *Chilodonella cyprini* (Moroff, 1902)). Таким образом, по видовому разнообразию протистофауны водоема возможно сделать вывод и о степени загрязненности водоема.

Одним из важнейших элементов оценки состояния водной среды является оценка и контроль видового состава и численности животных и растений, населяющих ее. Наиболее удобными для этого являются зоо- и фитопланктон, а также бентосные представители микромира. Контроль окружающей природной среды с их помощью высокоприоритетен, так как обеспечивает возможность прямой оценки состояния водных экосистем. Биологические методы контроля качества среды не требуют предварительного распознавания конкретных химических соединений или сложных физических воздействий, они достаточно просты в исполнении, относительно дешевы и позволяют вести контроль качества среды в непрерывном режиме. Простейшие и другие представители микромира могут служить индикаторами общего состояния гидробиоценоза, так как именно они первыми реагируют на изменения в окружающей среде.

Любой водоем, по данным Н.С. Жмур [6], который включает в себя как минимум 25 представителей протистофауны, считается богатым и устойчивым к внешнему деструктивному воздействию. Таким образом, ключевым фактором является сохранение биоразнообразия на естественных территориях, и индикатором степени устойчивости стабильных экосистем [14].

Но исследование биоразнообразия — это лишь часть необходимых для принятия мер. Чтобы в полной мере извлечь пользу из исследований, недостаточно просто их провести. Наиболее важно донести полученные результаты и их интерпретацию до большей части населения, иначе экологическую обстановку изменить будет крайне трудно. Очевидно, что эта задача куда более трудная и требующая заблаговременных усилий.

Многие люди слабо представляют себе роль простейших в экосистеме. Для большинства само наличие простейших в экосистеме является чуть ли не аналогом фразы «плохая экология». Слово «простейшие» носит едва ли не негативный оттенок — для многих людей это вредоносные «микробы», которые загрязняют окружающую среду и вызывают болезни. Разумеется, это верно лишь совсем отчасти. Именно поэтому крайне важной задачей является достичь понимания ценности протист в экосистеме среди населения. Наиболее эффективно этим заниматься, разумеется, в школе. По причине относительной легкости проведения подобных исследований и высокой актуальности проблемы подобная методика хорошо подходит для лабораторных, внеурочных и внеклассных занятий в рамках преподавания школьного курса биологии. Подобная исследовательская или проектная деятельность хорошо впишется в программу 6-7 классов в курсе ботаники и зоологии, а также в программу 9 классов при постановке проблемных экологических вопросов. Тем не менее у многих учеников могут возникнуть сложности с определением видов простейших, находящихся в поле зрения микроскопа. Для учителя же проведение таких занятий требует заблаговременной подготовки, как технического оборудования,

так и учебных пособий, теоретической базы. Не всегда и не у всех найдется на это время.

Цель — Составление справочника-определителя для научно-исследовательской работы школьников и студентов биологического профиля по теме: «Простейшие животные».

Задачи:

- 1) Оценить видовое разнообразие микрофауны рек г. Красноярска для наработки теоретической базы.
- 2) Разработать справочник-определитель «Простейшие животные».

Объектом исследования послужило видовое разнообразие простейших в окрестностях города Красноярска, а предметом — использование его в обучении биологии.

Апробация: Материалы выпускной квалификационной работы были представлены на двух Международных форумах: XIX и XX Международный научно-практический форум студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века», по результатам которых были опубликованы две научные статьи [Приложения А-Б]:

1. Состав протистофауны реки Кача, г. Красноярск // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО». Красноярск, 26 апреля 2018 г. / отв. ред. Е.М. Антипова. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2018. С. 75-79
2. Оценка современного состояния микропланктона и зообентоса водотоков окрестностей г. Красноярска // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XX Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 25 апреля 2019 г. / отв. ред. Е.М. Антипова. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2019. С. 49-54.

Кроме этого справочником-определителем воспользовались обучающиеся 5 и 7 классов МАОУ СШ №32 на лабораторно-практических занятиях по темам: «Многообразие и значение простейших животных» и «Строение и жизнедеятельность простейших», а так же был применен для научно-исследовательской работы с учеником 8 «Б» класса Служаевым Германом. Результаты будут представлены на школьной научно-практической конференции в начале 2019-2020 учебного года. Кроме этого материалы были представлены на открытом занятии в КГПУ им. В.П. Астафьева, конкурсе профессионального педагогического мастерства среди обучающихся общеобразовательных организаций основного и среднего общего образования "Юные профессионалы".

Справочник-определитель использовался на практическом занятии по дисциплине «Биоразнообразие животных Средней Сибири и стратегии их сохранения» с обучающимися по программе бакалавриата 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями) по Направленности (профилю) образовательной программы География и биология.

ГЛАВА 1. ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОФАУНЫ РЕК ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

1.1. Материал и методы изъятия, выращивания и наблюдения культур простейших организмов

1.1.1. Места для изъятия культур простейших из окружающей среды

Для получения культуры протистов, которая бы содержалась в лаборатории, нужно знать места их обитания. Обычно это влажные и стоячие водные биотопы (пруды, старицы, канавы и др.); в текучих водоемах простейших обычно значительно меньше. Биологический метод оценки степени загрязненности вод был разработан в 1902 г. немецкими исследователями Кольквитцем и Марссоном [26]. Выделяют такие зоны сапробности водоемов:

1. Сильно загрязненные воды с резким преобладанием восстановительных процессов – полисапробная зона.
2. Воды, в которых восстановительные процессы прекратились и начались окислительные, с постепенным преобладанием последних – мезосапробная зона.
3. Воды, в которых наблюдается полное окисление поступавшего органического вещества – олигосапробная зона. Позднее мезосапробную зону разделили на две: • α -мезосапробную, более загрязненную, близкую к полисапробной, • β -мезосапробную, приближающуюся к олигосапробной.

Позднее была введена еще катаробная зона, под которой подразумевалась абсолютно чистая вода, не содержащая органических веществ. Таким образом, была создана система из 5 зон или степеней сапробности, характеризующая процесс самоочищения водоема от крайней степени загрязнения до постепенно возрастающей чистоты воды. В каждой из зон сапробности имеется присущий ей комплекс животных и растительных организмов, способных существовать в данных условиях, которые и были названы авторами этой системы сапробными организмами или сапробионтами [20]. Так, в стоячих водоёмах случайного характера – остатках снеговых вод в окрестностях г. Красноярска в конце мая –

начале июня можно обнаружить *Phacus*, *Petalomonas*, *Vorticella*, *Paramecium caudatum*, *Chilodon cucullus*, *Stylonychia mytilus*, *Leonotus fasciola* и др. Водоемы постоянные в зависимости от их величины, освещенности, прогреваемости и степени загрязнения по-разному заселены протистами. В стоячих водоемах с чистой прозрачной водой обычны представители рода *Stentor* – инфузории прикреплены группами на различных мелких донных предметах; таким же образом скапливаются большими колониями на водных предметах сувойки (*Vorticella sp.*), образуя даже видимый на глаз налет; на корешках ряски часта *V. lemnae*. В стоячих водоемах – прудах, озерах, не очень сильно загрязненных (олигосапробных), в большом количестве имеются жгутиконосцы *Eudorina elegans*, в планктоне таких водоемов часто встречаются *Volvox aureus* и *V. globator*. В стоячих водоемах, богатых органическими веществами и органическими продуктами распада – мезо- и полисапробных (пруды, озера, канавы и др.), бывают многочисленны эвглены. Различные их виды живут или на поверхности дна или около него, в сырой земле у самого берега, в поверхностном слое ила, образуя яркие зеленые пятна (пленки). Многочисленны в водоемах, более-менее богатых органическими веществами (лужицы, канавки) виды *Chlamydomonas*, которые, развившись в больших количествах, вызывают «цветение» водоемов. Виды рода *Bodo* обитают в сильно загрязненных водоемах [2]. В стоячих загрязненных водоемах (с гниющими растительными остатками) или в мелких, затененных и медленных, заросших растительностью водоемах, обитают разные амёбы. Самая благоприятная для их размножения температура воды –18–20°C. В таких водоемах можно увидеть *A. proteus*, раковинных амёб (*Arcellidae*, *Diffugiidae*), виды родов *Centropyxis*, *Actinosphaerium* (*A. eichhorni*). Часты они в больших количествах в торфяных болотах. Некоторые инфузории, в частности *Stylonychia mytilus*, живут практически в любом небольшом стоячем водоеме. Виды родов *Loxodes*, *Bursaria* осенью (сентябрь–октябрь) встречаются во многих водоемах. Для полисапробных водоемов характерны инфузории *Caenomorpha*,

Colpidium, Epalxella, Lacrymaria, Metopus, Vorticella; для α -мезосапробной – *Carchesium, Chilodonella, Paramecium, Urocentrum*; для β -мезосапробной – *Euplotes, Halteria, Spirostomum, Stentor*; для олигосапробной – *Dileptus, Strobilidium, Thuricola*.

Наиболее предпочтительные места для взятия проб в водоемах – пологие берега с гниющим детритом. Там происходит обильный рост бактерий, служащих основным источником пищи для многих простейших. Пробы лучше брать с глубины не более нескольких сантиметров от поверхности дна, где условия для жизни протистов наиболее оптимальны. Сбор протистов возможен в течение всего периода, когда водоемы не замерзшие (май– октябрь).

1.1.2. Техника сбора

Методика и способы сбора определяются особенностями обитания простейших во влажных и водных биотопах. Так, обитателей толщи воды собирают очень частой планктонной сеткой. Осадок помещают в банку и заливают водой в большом количестве, взятой в том же водоеме. Для получения донных протистов вместе с водой необходимо зачерпывать со дна ил, а также старые листья, детрит, водоросли, водные растения. Сбор возможно делать планктонной сеткой, равно как и планктонным сачком, проводя ими вблизи поверхности дна. Зачерпывать взмученный ил возможно батарейным стаканом или аквариумной банкой. Опуская их в воду отверстием вниз и резко поворачивая отверстием кверху около дна возможно взмутить ил выходящим из них воздухом, который тут же затягивается сосудом. Для получения как можно более разнообразной протистофауны проводится забор значительного количества проб из различных водоемов. Сосудами для проб служат чистые стеклянные банки, несколько раз ополоснутые водой из водоема, откуда проводится сбор простейших. При перевозке простейших нужно защищать их от перегрева. Раковины фораминифер собираются вместе с морским песком. Песок отмучивают для удаления ила; грубые примеси удаляются просеиванием через металлическое решето с ячейками до 2 мм в диаметре. Раковинки фораминифер отбирают

препаровальными иглами под лупой [7].

1.1.3. Посев и содержание культур в лаборатории

Содержание культур простейших в условиях лаборатории – это уход за ними, требующий определенных знаний и умений. Сперва принесенные полевые пробы разливают по сосудам меньшей емкости (банки, стаканы), добавляют в них гниющую листву или растения, или детрит и ил (лучше разнообразить среду каждого сосуда для получения большего разнообразия видов протистов), и закрывают крышками для уменьшения испарения воды и предотвращения загрязнения культуры пылью. Для содержания простейших нужно использовать прозрачную стеклянную посуду. Использование металлической посуды не рекомендуется, так как металл губительно влияет на одноклеточных. Эти культуры содержат в себе большое число различных видов и относятся к смешанным или сырым культурам. Исходя из особенностей трофики простейших, сосуды с культурами лучше помещать в различные условия (t °C, освещенность).

Для выведения фотосинтезирующих (зеленых) видов часть проб нужно ставить в умеренно освещенное место, и фотосинтетики (*Euglena*, *Volvox*) размножатся через пару недель. Для выведения гетеротрофных видов часть проб нужно поместить в затемненное место. Стоит помнить о том, что созданная лабораторная культура – это искусственная экосистема, в которой простейшие подвергаются воздействию разных факторов. Опасен для них перегрев, который может легко произойти в малом объеме жидкости и погубить бактерий – основной пищевой субстрат простейших, равно как погубить и самих простейших, так что следует защищать сосуды с протистами от воздействия прямых солнечных лучей, особенно в жаркое время года. Оптимальной для выведения простейших можно считать комнатную температуру (+ 18–22°C). При температуре +10°C и ниже простейшие беспрепятственно существуют, но слабо размножаются. При температуре +25°C метаболизм и размножение ускоряются, культура быстро растет количественно, но так же быстро и вымирает. В сосудах с культурами

простейших не должно быть их хищников, как правило низших ракообразных (дафний, циклопов и др.). Различные абиотические, биотические факторы, некоторые биологические особенности видов простейших определяют распределение их в данной искусственной экологической системе во времени и в пространстве. Некоторые виды (амебы *A. proteus*, *Pelomyxa palustris* и др.) можно обнаружить сразу же в придонном слое отстоявшихся воды и ила, и эти виды могут в таких «исходных» условиях существовать несколько недель. Другие виды (*Stylonychia mytilus*) обнаруживаются только спустя неделю. С течением времени протисты могут начать плохо размножаться, инцистироваться, или вовсе исчезнуть. Это явный показатель плохих условий содержания, в частности недостатка питательных веществ. Для стимулирования развития бактерий в сосуд 2–3 раза в месяц стоит добавлять 5–10 капель непастеризованного молока. Помимо молока возможно использовать отвары: овсяный, рисовый, пшеничный, пшеничный. Для изготовления отвара 50 г. крупы нужно варить в 1 л. кипящей воды в течение 15–30 минут. К культурам отвар стоит добавлять не чаще двух раз в месяц по 5–10 см³. Кормом для амеб для сохранения их культуры может служить крахмал. Достаточно одной петли измельченного крахмала на пробирку с амебами каждые 10–12 суток. В этом случае жизнеспособные амебы могут сохраняться в пробирке вплоть до 5–7 месяцев [17]. Необходимо учитывать пищевые потребности хищных простейших. К примеру, *Bursaria* охотно охотится за жгутиконосцами и другими мелкими простейшими. Поэтому ее долговременное содержание требует наличия в банках эвглен или других жгутиконосцев. В культуральных банках различные виды простейших распределяются соответственно местам их обитания в естественных условиях. Таким образом, чтобы простейшие не рассеивались внутри пробы, банки с культурами нужно держать в покое, не встряхивая. К примеру, зеленые жгутиконосцы фототропичны и держатся у обращенной к свету стороны сосуда; в придонных слоях располагаются инфузории; налет, покрывающий стенки долго стоящих культуральных проб, или же аквариумов с растениями, зачастую состоит из

раковинок *Arcella* и *Centropyxis*; солнечники (*Helizoa*) также зачастую обитают на стенках сосуда и так далее. Зная особенности обитания протистов, можно извлекать нужные для изучения виды протистов из этих смешанных культур. Простейших извлекают из емкости пипетками, лучше снабженными грушами, и переносят на предметное стекло, где рассматривают в капле жидкости.

1.1.4. Фиксация и изготовление микропрепаратов протистов

Основным методом исследования простейших является изучение их вживую. Для микроскопии объекты помещаются по возможности в ту же среду, которая близка к их естественной. Зачастую это пресная вода, для паразитов – содержимое того органа, где они паразитируют или физраствор NaCl, либо же раствор Рингера (состав: дистиллированной воды 100 см³, NaCl – 0,85 г, KCl–0,025 г, CaCl₂–0,03 г). В растворе Рингера паразиты способны жить гораздо дольше, чем в растворе NaCl. Наблюдения можно вести просто поместив пипеткой каплю с поверхности культуры на предметное стекло, покрыв покровным стеклом без ножек. Амеб достают из культуры либо пипеткой, либо помещают чистое покровное стекло плашмя на поверхность культуры; при этом амебы как правило скапливаются на стекле. Через 15–30 минут стекло вынимают и кладут смоченной в культуре стороной на маленькую каплю жидкости из той же пробы на предметном стекле. При наблюдении голых амёб стоит сузить диафрагму микроскопа, по причине того, что на очень светлом поле зрения прозрачные амебы могут остаться незамеченными. Для наблюдения инфузорий *in vivo* применяют кроме обычных светооптических систем фазово-контрастное устройство, что резко улучшает видимость ресничек, цирр и подобных образований. Серьезным препятствием при изучении многих объектов вживую является их подвижность. Для ее уменьшения используют различные способы. Наиболее обычным методом является осторожное придавливание объектов между покровным и предметным стеклами путем отсасывания жидкости фильтровальной бумагой. К удовлетворительным результатам приводит также (особенно для

инфузорий) такой метод: кусочек гигроскопической ваты разделяется на отдельные волокна препаровальными иглами на предметном стекле и препарат затем покрывается покровным стеклом. Благодаря такому явлению, как тигмотаксис, инфузории кратковременно могут словно "прилипнуть" к волокнам ваты, оставаясь некоторое время неподвижными или малоподвижными [7]. Происходит это по причине инстинктивного кратковременного движения инфузорий в сторону раздражителя, которого касаются их реснички. Для замедления движения инфузорий и других простейших можно наблюдать их в капле раствора вишневого клея или гуммиарабика. Раствор не стоит делать очень густым. В вязкой среде движения простейших замедляются.

Лучшим средством замедления инфузорий и других простейших является коррагеновый мох. Несколько кусочков мха промываются перед использованием в 0,5% растворе соды, затем заворачиваются в мягкую промытую марлю и опускаются на дно сосуда с культурой инфузорий. На 100 мл³ – 4–6 г мха. Движение инфузорий уже на третий день серьезно замедляется. Для более быстрого загустевания жидкости с инфузориями помещают несколько капель на предметное стекло и жидкость начинает подсыхать и сгущаться. Помимо этого, для быстрого или ускоренного замедления движения инфузорий берут 1–2 веточки коррагенового мха, промывают в 0,5–1 % растворе соды и опускают в небольшую емкость с 5–8 см³ культуры инфузорий. Через несколько часов образуется почти совершенно загустевшая масса, в которой простейшие передвигаются чрезвычайно медленно. При этом отчетливо видно движение каждой реснички. Обездвиживание крупных инфузорий (*Spirostomum*, *Paramecium*, *Stentor*) достигается заливкой в 0,5–1,5 % раствор желатина. Данный метод обеспечивает надежное закрепление тела инфузории, без каких-либо визуальных повреждений. К некоторым протистам (*Stentor*, *Vorticella* и др.) применяется анестезия высокой температурой. Предметное стекло с каплей простейших осторожно нагревается до температуры 30–35°C. При этом их движение прекращается, но денатурация еще не происходит. Малейший перегрев вызывает гибель организма и распад клетки.

1.2. Видовое разнообразие микрофауны рек г. Красноярска

Для эксперимента был проведен забор образцов воды из рек Енисей, Кача и Базаиха в черте города Красноярска в зимний период 2017 – 2018 гг. с донными отложениями объемом около 400 мл. каждый. Забор проводился стандартным методом. При опускании в воду сосуда отверстием вниз и быстром поворачивании отверстием кверху около дна водоема выходящий из него воздух взмучивает ил, который зачерпывается сосудом. Таким образом достигается захват простейших как бентосного слоя, так и планктонных форм.

Места для получения проб были выбраны однородные, для получения проб простейших из разных рек, но находящихся в одинаковых условиях среды. Для получения проб были выбраны пологие берега с песчаными наносами, илистыми отложениями и гниющими остатками растений. Здесь, как правило, происходит бурный рост бактерий, которые служат основной пищей для многих простейших.

Время сбора проб было выбрано также не случайно. В зимний период большинство микрофауны водоемов неактивно и находится в инцистированном состоянии. Благодаря этому при помещении проб в благоприятные условия становится возможным наблюдать развитие гидробиоценоза начиная от развития бактерий вплоть до хищников первого и второго порядков благодаря сменяющимся биоценозам.

В качестве питательной среды в пробы после помещения их в благоприятные условия было добавлено небольшое количество лошадиного навоза и кожуры банана. Образцы были поставлены в условия с комнатной температурой и умеренной освещенностью и затем каждые 2-4 дня проводилось изучение культур выращенных простейших под световым микроскопом. Для более детального изучения полученных культур из образца бралось по три пробы: с верхнего пленочного слоя, со срединного слоя и с придонного слоя, с выборкой не менее 5 раз. Все результаты фиксировались документально, оценивалась примерная численность живых организмов и видовое разнообразие. Неизвестные

особи зарисовывались для последующего определения.

Для приготовления микропрепаратов использовались предметные и покровные стекла, пипетка, вата, бинт. Для фиксации культур простейших капля воды из образца сначала покрывалась нитевидным слоем ваты, а затем покровным стеклом. Объекты фотографировали при помощи бинокулярной камеры, а также фотокамер мобильных телефонов. Изучение велось при увеличении 40/0.65 мкм.

В ходе исследования нами было зарегистрировано 23 представителя протистофауны. В первых пробах обнаружено множество бактерий. Через два дня в пробах появились колпоидные инфузории *Colpidium Colpoda* (Losana, 1829). Впоследствии возникли и другие представители ресничных инфузорий (*Ciliata*), такие как *Colpoda steinii* (Maupas, 1883), *Glaucoma scintillans* (Ehrenberg, 1830), *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1838) и схожая с ней более мелкая *Paramecium aurelia* (Ehrenberg, 1838), *Dileptus cygnus* (Dujardin, 1841), *Litonotus lamella* Schewjakoff, 1896, *Tetrahymena pyriformis*, *Vorticella sphaerica* D'Udekem, 1864; *Vorticella campanula* Ehrenberg, 1831, *Vorticella convallaria* Linnaeus, 1757. Кроме данных представителей были обнаружены брюхоресничные инфузории (*Hypotrichida*) *Stylonychia mytilus* Ehrenberg, 1838 и *Euplotes*.

Одновременно с инфузориями появляются достаточно активные водоросли рода *Volvox* (*Volvox globator*). Наибольшее количество Вольвоксовых было отмечено в пробах воды из р. Кача, а также р. Базаиха. Также из водорослей стоит отметить нахождение в донных отложениях диатомовых водорослей, таких родов, как *Diatoma*, *Pleurosigma* и *Navicula*. В пробах верхнего и среднего слоев отмечается большое количество саркодовых. Большой процент являют собой *Amoeba proteus* (Pal.), *Amoeba radiosa* (Ehr.), *Amoeba polyppodia*, но встречаются и раковинные амебы *Testaceae*, в частности, *Diffflugia pyriformis* и *Arcella vulgarus*. Наличие раковинных амеб вполне естественно, так как они создают раковины из разрушенных стенок уже упомянутых диатомовых водорослей [7]. Помимо диатомовых водорослей, отдел Охрофитовые водоросли (*Ochrophyta*) был представлен видом *Actinosphaerium eichhornii* (Ehrenberg, 1840) Stein, 1857,

семейства *Actinosphaeriidae*, порядка *Actinophryida*, ранее относившийся к устаревшей группе Солнечники (*Helizoa*). Из представителей жгутиконосцев были отмечены *Peranema trichophorum* (Ehrenberg) F.Stein 1859, *Euglena viridis* Ehrenberg, 1830, *Polytoma uvella* Ehrenberg, 1832, а также был зафиксирован представитель хоанофлагеллатов или воротничковых жгутиконосцев (*Choanoflagellata*).

Для оценки различий в видовом разнообразии в разных реках для удобства была сформирована таблица.

Таблица 1.1 – Микрофауна рек окрестностей г. Красноярска

Таксон	Кача	Енисей	Базаиха
<i>Colpoda steinii</i> (Maupas, 1883)	+	+	+
<i>Colpidium colpoda</i> (Losana, 1829)	+	+	+
<i>Glaucoma scintillans</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	+
<i>Paramecium caudatum</i> (Ehrenberg 1838)	+	-	+
<i>Paramecium aurelia</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Dileptus cygnus</i>	+	-	+
<i>Litonotus lamella</i> (Schewiakoff 1896)	+	+	-
<i>Tetrahymena pyriformis</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+
<i>Vorticella sphaerica</i> (D'Udekem, 1864)	+	+	+
<i>Vorticella campanula</i> (Ehrenberg, 1831)	+	-	+
<i>Vorticella convanllaria</i> (L., 1758)	+	-	-
<i>Styllonichia mytilus</i> (Ehrenberg, 1838)	+	-	-
<i>Amoeba proteus</i> (Pal.)	+	+	+
<i>Chaos carolinensis</i> (Wilson, 1900)	+	+	+
<i>Amoeba radiosa</i> (Ehr.)	+	+	+
<i>Arcella vulgaris</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+
<i>Diffflugia piriformis</i>	+	-	-
<i>Peranema trichophorum</i> (F.Stein, 1859)	+	+	+
<i>Euglena viridis</i> (Ehrenberg 1830)	+	+	+
<i>Sphaeroeca volvox</i> (Lauterborn, 1894)	+	-	-
<i>Actinosphaerium eichhornii</i> (Ehrenberg, 1840) Stein, 1857	+	-	-
<i>Volvox globator</i> (L., 1758)	+	+	+

<i>Volvox aureus</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Polytoma uvella</i> (Ehrenberg 1832)	+	-	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	-	-
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	-	-
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	-	-
<i>Brachionus plicatilis</i> (Müller, 1786)	+	-	-

Наиболее многочисленными из представителей микрофауны были представители ресничных инфузорий, в частности *Colpoda steinii* (Maupas, 1883), а также *Colpidium Colpoda* (Losana, 1829). Их численность заметно превышала остальные виды. Стоит заметить, что многие представители как равноресничных, так и разноресничных инфузорий являются видами-индикаторами сапробности водоемов [20]. Большое их количество, прежде всего, может говорить о крупной кормовой базе, представленной в основном бактериями и фитопланктоном. Всего было отмечено 13 видов инфузорий (см. таблицу), относящихся к 9 родам (*Colpidium*, *Glaucoma*, *Colpoda*, *Paramecium*, *Dileptus*, *Litonotus*, *Tetrahymena*, *Vorticella*, *Styllonichia*). В количественном отношении больше всего инфузорий отмечено в пробах из реки Кача, наименьшее же количество – в реке Енисей. Кроме инфузорий были обнаружены представители типа Амебозои (*Amoebozoa*) (3 рода, 5 видов) (см. таблицу). Тип Эвгленозои (*Euglenozoa*) был представлен видами *Peranema trichophorum* (F.Stein, 1859) и *Euglena viridis* (Ehrenberg 1830).

Примерно через два с половиной месяца после начала исследования в пробах появились хищники второго порядка, уже относящиеся к многоклеточным животным, представленные типом Коловратки (*Rotifera*), питающиеся протистами. Стоит выделить представителей видов *Keratella* (*Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*), *Kellicottia* (*Kellicottia longispina*) и *Brachionus Pliactilis*.

В ходе исследования были выполнены различные задачи: были рассмотрены различные методики сбора, выращивания культур микрофауны, а также методы создания влажных микропрепаратов, фиксации и наблюдения представителей простейших.

Таким образом, в ходе исследования [13] было выявлено присутствие 28 видов представителей микрофауны, относящихся к 21 роду в гидробиоценозе водотоков окрестностей г. Красноярска. В реке Кача отмечено наибольшее видовое разнообразие, как представителей фауны, так и флоры. Это свидетельствует о большей степени сапробности воды, а также к большей склонности к зарастанию фитопланктоном. Пробы воды из рек Енисей и Базаиха обладают примерно одинаковым видовым разнообразием. В количественном отношении более всего выделяются представители родов *Colpoda*, *Colpidium*, *Amoeba* и *Volvox*.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПО ТЕМЕ «ПРОСТЕЙШИЕ ЖИВОТНЫЕ»

2.1. Введение

Этот справочник-определитель предназначен для работы школьников на уроках, внеурочных и внеклассных занятиях, а также студентов естественнонаучных специальностей. Для общеобразовательных учреждений работа по данному определителю предполагается на лабораторных занятиях в 5 и 7 классах, а также на внеурочных и внеклассных занятиях с 6 по 11 классы в рамках регионального и школьного компонентов образования при затрагивании таких тем, как «Экология», «Природа родного Края», и т. д.

Несмотря на то, что существует современная классификация, рекомендованная международным комитетом исследователей для использования в научной и преподавательской деятельности, отражающая последние достижения в мегасистематике [11], в данном определителе будет использоваться более устоявшаяся и упрощенная классификация протистофауны [9]. Она проще в понимании для людей, не имеющих специализированного образования и лучше в использовании для школьников и студентов младших курсов. В данной системе протисты сгруппированы по типам строения клетки в полифилетические группы, не имеющими ранга таксона.

Адаптированная система простейших

Жгутиконосцы

Тип *Choanomonada* Kent, 1880

Тип *Euglenozoa* Cavalier-Smith, 1981

Класс *Euglenoidea* Butschli, 1884

Класс *Kinetoplastidea* Honigberg, 1963

Тип *Polymastigota* Butschli, 1884

Класс *Diplomonadea* Weynon, 1926

Класс *Oxymonadea* Grasse, 1952

Класс *Parabasalea* Honigberg, 1973

Тип *Opalinata* Wenyon, 1926

Саркодовые

Тип *Foraminifera* D'Orbigni, 1826

Тип *Heliozoa* Haeckel, 1866

Тип *Amoebozoa* Cavalier-Smith, 1998

Класс *Lobosea* Carpenter, 1861

Класс *Filosea* Leidy, 1879

Класс *Heterolobosea* Page et Blanton, 1985

Класс *Mycetozoa* de Bary, 1873

Радиолярии

Класс *Acantharea* Muller, 1855

Класс *Polycystinea* Ehrenberg, 1838

Класс *Phaeodarea* Haeckel, 1879

Альвеоляты

Тип *Dinophyta* Butschli, 1885

Тип *Ciliophora* Doflein, 1901

Тип *Apicomplexa* Levine, 1970

Микроспоридии

Тип *Microsporidia* Sprague, 1977

Миксоспоридии

Тип *Myxozoa* Butschli, 1881

Справочник-определитель включает в себя очерки об основных полифилетических группах и более мелких таксономических единицах. Помимо очерков, как правило, прилагаются фотографии и рисунки представителей протистофауны.

Определитель в полной мере включает лишь наиболее распространенные фоновые виды пресноводных свободноживущих простейших, присущих территории Средней Сибири. Сугубо морские, редкие, а также паразитические таксономические группы, как правило, имеют лишь краткий очерк, характеризующий основные особенности и не имеет рисунков и фотографий.

Размеры протистов варьируют от нескольких микрон до нескольких миллиметров. В приведенных очерках особи оцениваются как «мелкие» – при размере меньше 15 мкм, «среднего размера» – 15–50 мкм, «крупные» – более 50 мкм.

2.2. Саркодовые

Саркодовые – большая группа простейших, содержащая в себе множество разнообразных видов, объединяющая одноклеточных гетеротрофных протистов, у которых не имеется каких-либо жгутиков или ресничек. Все саркодовые – относительно примитивные животные; их цитоплазма слабо дифференцирована, равно как и наружная мембрана.

2.2.1. Тип Амебодные, или Корненожки – *Amoebozoa (Rhizopoda)*

Амебозои отличаются наличием псевдоподий – выростов цитоплазмы, образующихся в различных частях клетки, за счет которых они движутся и захватывают пищу. Типичным представителем амебовидных является амёба-протей. Амёбозои – достаточно крупная (порядка 2,400 видов) и достаточно разнообразная группа. Однако, существует ряд особенностей, присущих многим из её видов. Цитоплазма амёбозоев зачастую разделена на зернистую массу, находящуюся в центре клетки – эндоплазму, и однородную наружную часть – эктоплазму. При перемещении по субстрату, эктоплазма концентрируется в псевдоподиях, а эндоплазма остаётся в центре клетки, и псевдоподии ее вслед за собой «подтягивают». Таким образом клетки многих корненожек в движении приобретают некоторую полярность. Некоторые представители данного типа формируют лишь одну ложноножку, в которой

сконцентрирована вся, или большая часть эктоплазмы, играющая главную роль в передвижении клетки. Также крупные псевдоподии некоторых корненожек могут иметь отходящие от них псевдоподии второго порядка (субпсевдоподии), нужные для захвата пищи и передвижения. ложноножки амёбоидных могут образовывать перемычки.

Класс Лобозные амёбы – *Lobosea*

Подкласс Голые амёбы – *Gymnamoebia*

Отряд Настоящие амёбы – *Euamoebida*

Род *Amoeba*. Микроорганизмы, относящиеся к типу *Amoebozoa*. Имеют постоянно меняющуюся форму и размером около 500-1000 мкм в длину. Самые крупные особи практически возможно увидеть невооруженным взглядом. Отличительная особенность — крайне непостоянная форма; амёба перетекает с места на место, образовывая ложноножки — псевдоподии. Особенно много их образуется у *Amoeba radiosa* (рис. 2.3). Амёба ощущает свет и избегает его. Непосредственно перед самым делением амёба округляется в сферу с крошечными ложноножками. В течение следующих пары десятков минут происходит деление [15].

Amoeba proteus – Амёба протей (рис. 2.1). Относительно крупный (0,2—0,5 мм) амёбоидный организм. Если псевдоподий большое количество — около десяти, или более, то подобная форма называется полиподиальной.

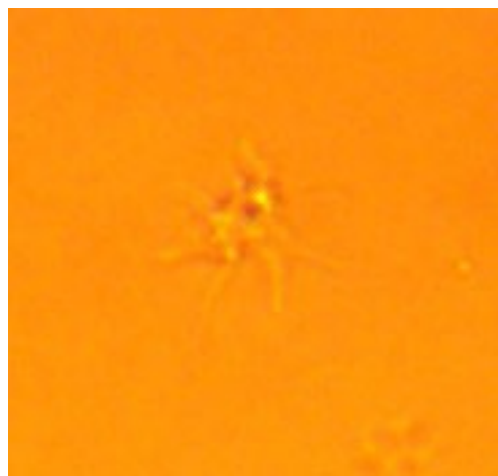


Рисунок 2.1 — Фотография амёбы протей (*Amoeba proteus*)

Покров амёбы протей представлен лишь цитоплазматической мембраной. По причине отсутствия твёрдых оболочек у клетки непостоянная форма и способна образовывать выросты — ложноножки. Цитоплазма клетки разделена на более светлую гелеобразную наружную гиалоплазму (эктоплазму), и более темную зольобразную гранулоплазму (эндоплазму), названную так из-за большого содержания включений и органелл. Среди клеточных органелл можно заметить одно ядро, одну сократительную вакуоль и множество пищеварительных вакуолей, а также гранулы запасных веществ (полисахаридов, липидных капель, многочисленных кристаллов) (рис. 2.2).

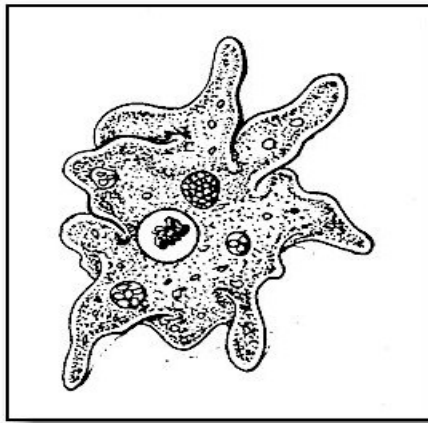


Рисунок 2.2 — Схематичный рисунок *Amoeba proteus* [33]

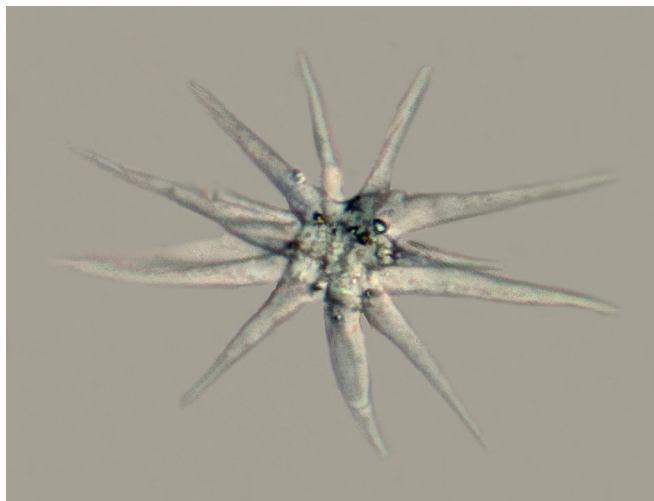


Рисунок 2.3 — Амеба радиальная (*Amoeba radiosa*) [34]

Род *Chaos*. Слабо отличимы от рода *Amoeba*, за исключением нескольких ярких признаков. Крупных ядер у этого рода больше одного. Ядра трудно

различимы и выглядят как сплошная зернистость клетки. Имеются и крупные особи.

Подкласс Раковинные амёбы – *Testacealobosea*

Насчитывает несколько сотен видов. В отличие от голых амёб образуют наружный скелет в виде раковинок (от 50 до 150 мкм); из устья раковины выступают лишь псевдоподии. Раковины бывают белковые («хитиноидные»), например у *Arcella*, построенные из кремнёвых пластинок (*Euglypha*) или включающие посторонние агглютинированные частицы — мелкие песчинки и тому подобное (*Diffugia*). Ядро, как правило, одно. Размножаются делением надвое. Питание путём фагоцитоза. Постоянные бентосные обитатели пресноводных водоёмов, в прибрежной зоне можно найти в почве.

Отряд Раковинные амёбы – *Testacea (Arcellinida)*

Род *Arcella*. Небольшая раковинная амёба (рис. 2.4). Обитает в светло-коричневой или прозрачной хитиновой раковине. Раковина имеет форму купола сверху, а на дне вогнута. *Arcella* варьирует в размерах от 50 до 200 мкм. Из-под раковины в различные стороны распространяются псевдоподии, используемые для передвижения.

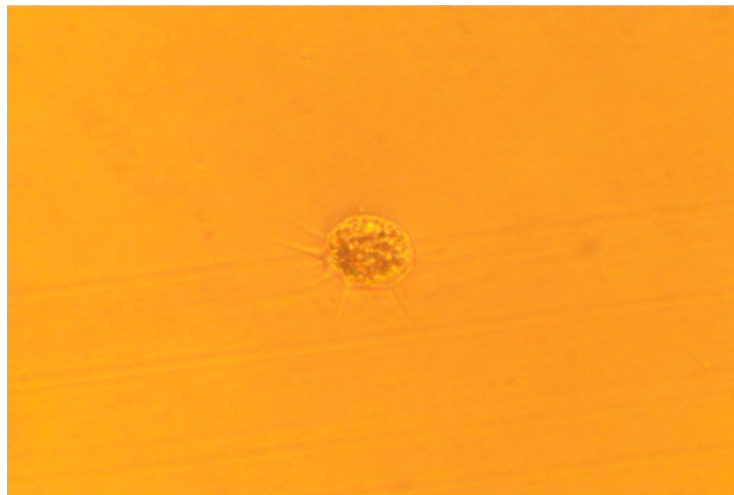


Рисунок 2.4 — Арцелла обыкновенная (*Arcella vulgaris*)

Род *Diffugia*. Диффлюгия – это небольшая раковинная амёба (рис. 2.5). Живет в довольно крупной хитиновой раковине. Раковинка обычно покрыта

песчинками практически полностью [25]. Раковина, как правило, длиной 200-250 мкм. Ложноножки распространяются из-под раковины и используются для передвижения. Питается эта раковинная амёба по большей части спирогирой и другими хлорофитными водорослями.



Рисунок 2.5 — Диффлюгия удлиненная (*Diffflugia oblonga*) [31]

Класс Филозные амёбы – *Filosea*

Филозные амёбы (*Filosea*), амёбоидные простейшие, обладающие филозными псевдоподиями (филоподиями) – длинными, тонкими, дихотомически ветвящимися выростами гиалоплазмы, обычно не содержащими микротрубочек. Филоподии служат как для передвижения, так и для питания. Филозные амёбы бывают как одноядерными, так и многоядерными. Жгутиковые формы и споры в жизненном цикле отсутствуют. У большинства видов половой процесс неизвестен. Преимущественно пресноводные организмы. *Filosea* представлены формами с раковинкой и без раковинки [10].

Отряд Раковинные филозные амёбы – *Testaceafilosea*

Раковинка яйцевидная или в форме широкой груши, сплюснутая, с шипами по всей поверхности, как у *Euglypha strigosa* (рис. 2.6). Устье круглое, ряд приустьевых чешуек отделяется от остальной раковинки, образуя подобие кольца. Размеры варьируют от 45 до 100 мкм.



Рисунок 2.6 — Эглифа щетинистая (*Euglypha strigosa* Ehr., 1848) [31]

2.2.2. Тип Фораминиферы – *Foraminifera*

Особенность фораминифер — наличие известковой раковины, в которую заключена цитоплазма. Раковина имеет вкрапления песка, или других частиц и может быть однокамерной или многокамерной; иногда раковина может ветвиться. Это донные бентосные организмы, строго морские. Размерами от 0,1 мм до 1 мм, хотя бывают и настоящие гиганты – до 20 см. Внутренняя полость раковинки сообщается с окружающей средой через многочисленные поры, а также через отверстие в устье раковины [3].

У фораминифер половое и бесполое поколения сменяются последовательно. При этом на разных этапах жизненного цикла ядро дважды многократно делится. Образовавшиеся в результате клетки в дальнейшем сливаются, давая начало организмам нового поколения. Однако, в отличие от большинства других животных, подвижные мелкие двужгутиковые гаметы образуются у фораминифер в результате простого митотического деления. Мейоз наблюдается при образовании крупных, лишённых жгутиков агамет.

Фораминиферы не встречаются на территории водоемов Средней Сибири, поскольку являются преимущественно морскими обитателями и поэтому в данном определителе рассматриваться не будут.

2.2.3. Тип Солнечники – *Heliozoa*

Отличительной чертой типа являются нитевидные ложноножки, называемые аксоподиями. Они плотные и прямые, имеющие внутри аксонему — жесткую нить, являющую собой ребро жесткости и ось аксоподии. Аксоподии подобно лучам солнца расходятся из шаровидного тела солнечников. В цитоплазме находится от одного до нескольких ядер (вплоть до 500). В эндоплазме зачастую можно увидеть водорослей-симбиотов. Солнечники питаются водорослями и различными простейшими; для захвата более крупной добычи (коловраток, ресничных червей), несколько солнечников могут объединяться вместе. Предположительно, крупную добычу они убивают ядом. В отличие от радиолярий, также имеющих аксоподии, солнечники никогда не имеют внутриклеточного минерального скелета и центральной капсулы [28].

Отряд Актинофрииды – *Actinophryida*

Солнечники с одним центральным ядром или несколькими центральными ядрами, расположенными на периферии центральной части клетки. Аксонемы берут начало либо от ядерной оболочки, либо в

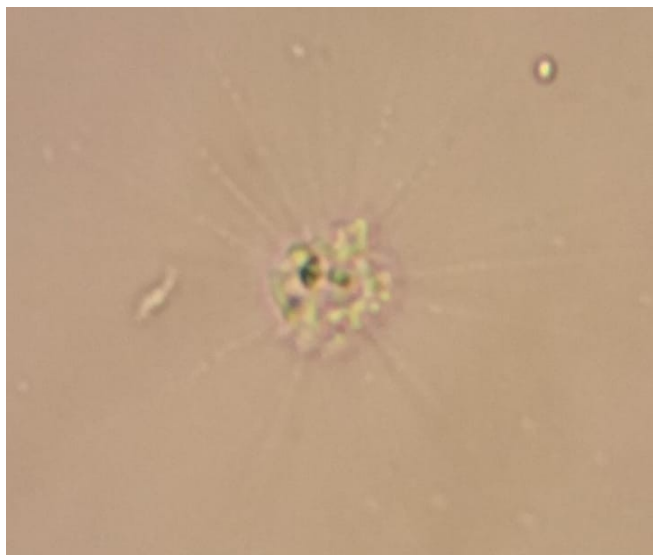


Рисунок 2.7 — *Actinosphaerium eichhorni*

периферической зоне цитоплазмы. При инцистировании образуют кремниевые чешуйки. Аутогамический процесс в цисте; гаметы амeboидные.

Представителем, обнаруженным в пробах р. Качи является *Actinosphaerium eichhorni* (рис. 2.7; 2.8).

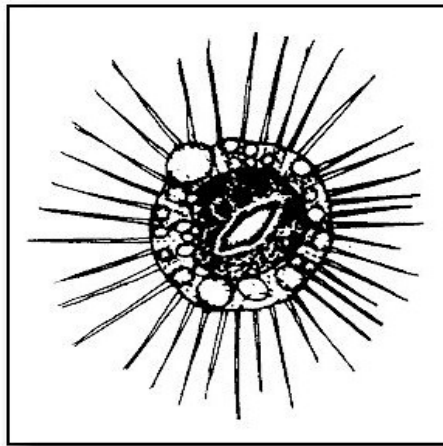


Рисунок 2.8 — Схематичный рисунок *Actinosphaerium eichhorni* [33]

2.3. Радиолярии

Тип Радиолярии, или Лучевики – *Radiolaria* (*Actinopoda*). Это, по большей части, тепловодные планктонные протисты, обитающие только в морской воде. Размеры варьируют от 40 мкм до 1 мм. У радиолярий имеется подобие внутреннего скелета, образованного плотным слоем цитоплазмы и пронизанного многочисленными порами. Эктоплазма, находящаяся снаружи от скелета имеет в себе множество липидных капелек, что позволяет радиоляриям парить в воде. Нитевидные ложноножки служат дополнительным приспособлением для парения и помогают захватывать пищу. Минеральный скелет состоит из кремнезёма или сульфата стронция и принимает форму правильных геометрических фигур (шаров, многогранников, колец), состоящих из отдельных игл. Лёгкие и прочные, их раковины несут защитную функцию, а также значительно увеличивают площадь поверхности, что также является приспособлением к планктонному образу жизни. Размножаются лучевики делением; лишь у немногих видов наблюдается половой процесс (копуляция двужгутиковых гамет). Скелеты радиолярий образуют ил, формирующий со временем осадочную породу – радиолярит.

Радиолярии являются строго морскими протистами и в пресных водах водоемов Средней Сибири не встречаются.

2.4. Жгутиконосцы

Все жгутиконосцы имеют от одного до многих тысяч жгутиков. Жгутики являются их основным способом передвижения. Совершая сложные движения, отдалённо напоминающие восьмерки, жгутики буквально «ввинчивают» простейших в воду. Перемещение таким способом получило название движения по принципу тянущего винта [21].

У жгутиконосцев имеются свободноживущие формы, поглощающие твёрдую пищу (бактерий, или же других простейших). Так, *Peranema* при помощи особого палочкового аппарата прикрепляется к жертве, обволакивает добычу и проталкивает её в глотку, после чего переваривает её ферментами. Также имеются различные паразитарные формы, которые питаются жидкими органическими веществами, например, кровью.

2.4.1. Тип Хлорофиты – *Chlorophyta*

Класс Хлорофитовые – *Chlorophyceae*

Хлорофитовые (хлорофициевые) водоросли. Класс зелёных водорослей. Один из самых многочисленных и разнообразных классов водорослей. На май 2018 года известно 3 529 видов. Имеются одноклеточные, колониальные и многоклеточные представители.

Отряд Вольвоксовые – *Volvocida*

Род *Volvox* (рис. 2.9). Колониальные зеленые водоросли. Колонии большие, размером от 100 до 6000 микрон в поперечнике. Колония состоит из множества клеток, снабженных двойным жгутиком. Клетки соединены вместе протоплазматическими цепями. Образовывает полую зеленую сферу. Отдельные клетки имеют красный глазок и могут фотосинтезировать с помощью хлоропластов. Дочерние колонии растут в основной колонии и в конце концов вырываются на свободу и развиваются как родительская колония.

Мелкие животные, такие как коловратки, охотятся на Вольвоксовых. *Volvox* встречается в прудах, канавах и даже в мелких дождевых лужах.

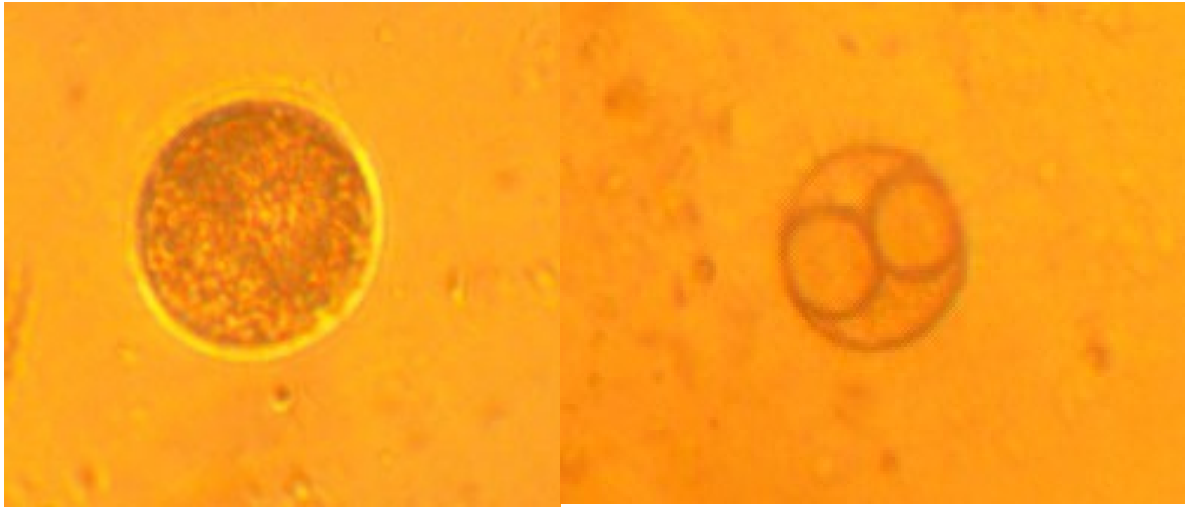


Рисунок 2.9 — Слева Вольвокс шаровидный (*Volvox globator*); справа Вольвокс золотистый (*Volvox aureus*)

Эвдорина (*Eudorina*) — род колониальных водорослей, относящийся к семейству вольвоксовые. Каждая колония сферическая, формируется из 32, 64 или 128 клеток (у различных видов), которые расположены в комочке слизи. Каждая клетка имеет жгутики и, если они работают согласованно, то колония может довольно быстро передвигаться в толще воды. Фоновым представителем является *Eudorina elegans* (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 — Эвдорина элегантная (*Eudorina elegans* Ehrenberg) [31]

2.4.2. Тип Эвгленозои – *Euglenozoa*

Класс Эвгленовые – *Euglenoidea*

Отряд Эвглены – *Euglenida*

Род *Euglena*. Жгутиконосец длиной 35-55 мкм, один из самых известных микроорганизмов. У него имеется один активный жгутик, красноватый глазок и многочисленные хлоропласты. Эвглена демонстрирует особенности как растений, так и животных. Наилучшие условия для эвглены там, где имеется изобилие продуктов распада, органических отходов. Существует более 100 различных видов эвглены. Самым распространенным видом является *Euglena viridis* (рис. 2.11; 2.12). Эвглены также способны к сокращению участков тела для изменения направления движения. Подобный тип движения называется метаболией, или эвгленоидным движением.

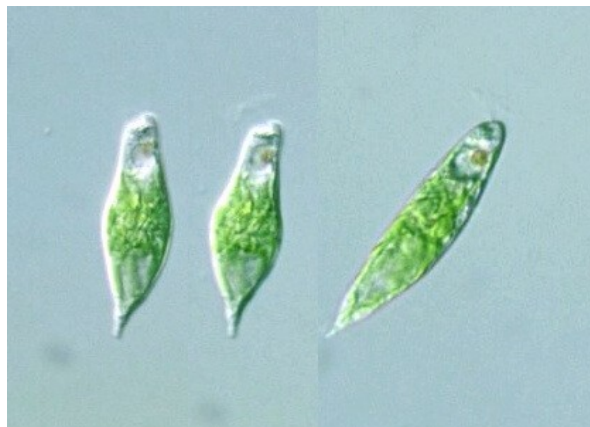


Рисунок 2.11 — Эвглена зелёная – *Euglena viridis*

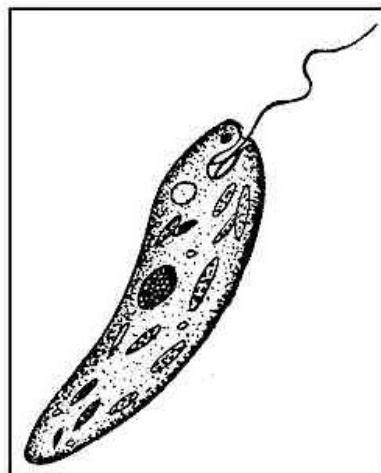


Рисунок 2.12 — Схематичный рисунок Эвглены зелёной [33]

Род *Peraneta*. Небольшие жгутиконосцы, имеющие размер от 20 до 70 мкм

в диаметре. Ярким представителем данного рода является *Peranema trichophorum* (рис. 2.13). Очень активные хищники и падальщики. Этот жгутиконосец распространен в водах, богатых органическими питательными веществами, особенно в воде, в которой происходит разложение органических веществ. Единственный жгутик растет на переднем конце тела, и быстрое вращение его крайнего конца плавно протягивает животное через воду. Тело инфузории может достаточно сильно сокращаться и изгибаться в процессе перемещения.

Перанему иногда можно увидеть в телах мертвых коловраток, поглощающей питательные вещества через пелликулу. Кроме того, она способна проглатывать детрит, бактерии, водоросли и даже крупные организмы путем расширения цитостома - полости, которая лежит у основания жгутика.



Рисунок 2.13 — *Peranema trichophorum*

Класс Кинетопластидия – *Kinetoplastidea*

Класс жгутиковых простейших. Имеются разнообразные свободноживущие формы, обитающие в почве, либо в воде. Тем не менее, в основном включает в себя паразитов, поражающих представителей всех основных групп эукариот, включая других протистов. Паразитические виды могут иметь как одного хозяина (обычно беспозвоночных), так и двух, где второй хозяин является животным или растением. Отличаются они от других эвгленозоев наличием кинетопласта —

образования, содержащего в себе ДНК. Кинетопласт находится внутри гигантской митохондрии и соединен с основаниями жгутиков.

Большинство видов имеют ведущий и отстающий жгутики, последний при этом бывает прикреплён к боковой поверхности клетки и часто используется для закрепления на поверхностях или перемещения по ним.

Большинство представителей класса *Kinetoplastidea* являются паразитами, а свободноживущие формы практически не встречаются на территории Средней Сибири.

2.4.3. Тип Воротничковые жгутиконосцы – *Choanomonada* (*Choanoflagellata*)

Характерная черта этого типа — воротничок из 30—40 микроворсинок, который окружает единственный жгутик клетки. Хоанофлагелляты бывают как одиночными, так и колониальными формами, обитают в соленых, равно как и в пресных водах. Описано всего около 150 видов. Размер хоанофлагеллят, как правило, превышает 10 микрон. У клеток можно заметить отчётливую полярность, которая зависит от положения жгутика. Зачастую клетка противоположным от жгутика концом прикрепляется к поверхностям или погружена во внеклеточный матрикс колонии. Некоторые хоанофлагелляты способны формировать бокаловидные «домики»; у морских форм они состоят из переплетённых кремниевых нитей. Пресноводные представители формируют домик из нитей целлюлозы [4].

Жгутик окружён воротничком из микроворсинок (микровиллей) — выростов клетки, укреплённых изнутри актиновым цитоскелетом. Биение жгутика создаёт движение жидкости, направленные вдоль него от клетки. При этом вода постоянно циркулирует внутри воротничка, проходя между микроворсинок [10]. Эти токи жидкости используются хоанофлагеллятами в процессе питания: крупные частицы (бактерии, детрит) отсеиваются микровиллями и поглощаются путём фагоцитоза.

У плавающих в толще воды хоанофлагеллат движение жгутика также используется для локомоции. При этом организм перемещается жгутиком назад.

Класс Воротничковые – *Choanomonadea*

Отряд Воротничковые – *Choanoflagellida* (рис.2.14).

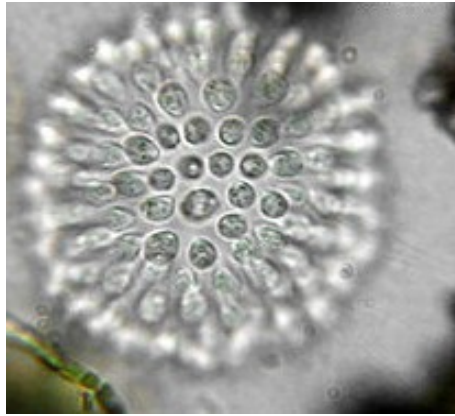


Рисунок 2.14 — *Sphaeroeca volvox* (Lauterborn, 1894)

2.4.4. Тип Многожгутиковые – *Polymastigota*

К этому типу относят гетеротрофных жгутиконосцев, имеющих от двух и более жгутиков. У полимастигот имеется уникальный комплекс органелл, включающий в себя кинетосомы, ядро, и корешковый аппарат жгутиков. У многих представителей типа характерно увеличение числа жгутиков. Большинство полимастигот являются паразитами органов пищеварения беспозвоночных и позвоночных. Многие представители имеют адаптации к паразитическому образу жизни. Питание за счет фагоцитоза или пиноцитоза. Ядер 1 или 2. Бесполое размножение характерно для всех представителей.

Класс Дипломонадовые – *Diplomonadea*

Отряд Дипломонады – *Diplomonadida*

Для дипломонад характерно удвоенное строение, выраженное в виде словно неразделенной до конца грушевидной клетки. Это двусторонне симметричные двужгутиковые паразиты, имеют 8 жгутиков и опорный фибриллярный аппарат - аксостиль. У человека паразитируют виды родов *Lambliа* (*Giardia*). Существует около 40 видов лямблий. Свободноживущих форм нет.

Класс Оксимонадовые – *Oxymonadea*

Отряд Оксимонадида – *Oxymonadida*

Зачастую многоядерные, многожгутиковые формы полимастигот, обитают в кишечнике термитов и некоторых видов тараканов. Большинство оксимонад имеют сложную внутреннюю организацию. У них зачастую имеются опорные структуры, поддерживающие ядро, аксостили, сложные парабазальные аппараты. Митохондрий у оксимонадид не обнаружено. Свободноживущих форм нет.

Класс Парабазалии – *Parabasalea*

Характерны наличием особой внутренней структуры — парабазального аппарата, являющей собой аппарат Гольджи, объединенный с поперечно исчерченными филаментами. Все представители, за редким исключением, имеют от 4 до десятков тысяч жгутиков. Митохондрии редуцированы до особых органелл, называемых гидрогеносомами, а также в клетке имеется особое цитоскелетное образование — аксостиль.

Большинство парабазалий ведут симбиотический образ жизни, обитая внутри других организмов. Встречаются паразиты, в том числе возбудители заболеваний человека. Свободноживущие формы на территории водоемов Средней Сибири не встречаются.

Отряд Многожгутиковые – *Hypermastigida*

Имеется большое количество жгутиков, отходящих от переднего конца или от периферии одноядерной клетки. Для жгутиков характерны волнообразные движения. Жгутики расположены в ямковидных углублениях, или же рядами, (продольными, спиральными). Имеются парабазальные аппараты, многочисленные или разветвлённые. Аксостили одиночные или сливающиеся друг с другом.

Живут исключительно в специальных бродильных камерах кишечника питающихся древесиной насекомых (тараканов, термитов). Имеют множество внутри- и внеклеточных бактерий, отвечающих за первичное переваривание

целлюлозы и частиц древесины. Свободноживущих форм нет.

Класс Опалины – *Opalinatea*

Отряд Опалины – *Opalinida*

Это крупные (до 1 мм) паразиты с плоским телом и многочисленными рядами жгутиков. Питание сапрофитное. Чаще всего - кишечные паразиты лягушек. Свободноживущих форм нет.

2.5. Альвеоляты

Надтип протистов (*Protista*), объединяющий ряд таксономических групп, в том числе инфузорий, споровиков и динофлагеллят. Наиболее заметной общей характеристикой является наличие кортикальных (наружных) областей, альвеол (мешочков). Это сплюсненные везикулы (мешочки), упакованные в сплошной слой под мембраной и поддерживающие его, обычно образуя гибкую плёнку (тонкую кожу). У динофлагеллят они часто образуют броню. Митохондрии альвеолят имеют трубчатые кристы, а жгутики или реснички имеют четкую структуру.

2.5.1. Тип Динофитовые – *Dinophyta*

Динофлагелляты, или динофитовые водоросли, или динофиты, или панцирные жгутиконосцы. Известно около 4000 ископаемых и более 2500 современных видов, из которых 90 % обитает в морях, остальные — в пресных водах [1]. Примерно половина динофлагеллят — свободноживущие фотосинтетики, однако известны и бесцветные гетеротрофные формы, и паразитические формы. Некоторые виды ведут симбиотический образ жизни с коралловыми полипами и двустворчатыми моллюсками.

Динофлагелляты представлены преимущественно одноклеточными монадными формами, подвижные клетки снабжены двумя жгутиками разной длины. Размножение зачастую происходит продольным делением клетки пополам. Бесполое размножение — зооспорами и апланоспорами. У некоторых видов наблюдается половой процесс. Многие виды способны образовывать цисты.

Многие виды имеют способность к свечению - биолюминесценции. Также, часто в клетках динофитов образуются токсины, к примеру, гониатоксин, накапливающийся в тканях моллюсков, ракообразных, рыб, что приводит к отравлению животных, питающихся ими, равно как и человека.

Динофлагелляты играют важную роль в биоценозах морей и океанов, выступая, наряду с диатомеями, в качестве основных первичных продуцентов. Фототрофные динофлагелляты способны вызывать цветение воды, а массовые вспышки их численности в прибрежных водах ответственны за возникновение «красных приливов» [12].

Класс Динофитовые – *Dinophyceae*

Отряд Гониауляциды – *Gonyaulacida*

Род *Ceratium* включает в себя виды пресноводных и морских динофлагеллатов (рис. 2.15). Яркие черты рода — панцирные пластинки, два жгутика и «рога». Панцирь имеет в основе целлюлозу и состоит из двух половинок. В целом организмы достигают размеров 20 -120 мкм.



Рисунок 2.15 — Цератиум (*Ceratium*) [34]

2.5.2. Тип Переднекомплексные – *Apicomplexa*

Все представители типа являются паразитами позвоночных и беспозвоночных животных. Особенность строения выражается в наличии особого комплекса органелл — апикального комплекса. Покровы представлены характерной для альвеолят пелликулой. В жизненном цикле наблюдается половой

процесс.

Тип включает более 5000 видов, среди которых встречаются возбудители заболеваний человека и животных (малярийный плазмодий, токсоплазма, криптоспоридии).

Поскольку все представители типа являются паразитами и в свободноживущих формах не встречаются, в данном определителе они не рассматриваются.

2.5.3. Тип Инфузории – *Ciliophora*

Инфузории (*Infusoria*), или ресничные (*Ciliophora*) – группа наиболее высокоорганизованных гетеротрофных простейших. Инфузории перемещаются при помощи согласованной работы многочисленных ресничек. Некоторые реснички способны к восприятию раздражений. Сосущие инфузории ресничек не имеют, но у них имеется большое количество щупалец, способных впиваться в добычу.

Размеры инфузорий варьируют от 12 мкм до 3 мм. Морфология разнообразна: бывают сидячие и подвижные, одиночные и колониальные, меняющие и не меняющие форму клетки. Реснички располагаются рядами, их основания располагаются под клеточной оболочкой. Клетка инфузории покрыта плотной оболочкой и желеобразной эндоплазмой. Хорошо развиты микрофибриллы [27]. В цитоплазме находятся два типа ядра – макронуклеус и микронуклеус. Первое контролирует процессы метаболизма и дифференцировки клетки, второе – процесс размножения. Микронуклеус даёт начало новым макронуклеусам.

Большинство инфузорий ведут хищнический образ жизни. У некоторых видов между ресничками располагаются трихоцисты, впивающиеся при нападении в жертву. Пища заглатывается глоткой, хотя некоторые инфузории питаются путём пиноцитоза; пища переваривается в вакуолях, перемещающихся по цитоплазме, а остатки выделяются наружу через порошицу. Сократительные

вакуоли регулируют в клетке осмотическое давление.

Размножение инфузорий бесполое, путём множественного деления или деления надвое, либо почкованием. При половом процессе – конъюгации – инфузории соединяются на несколько часов для обмена генетическим аппаратом. Макронуклеусы разрушаются, а каждый микронуклеус мейотически делится на четыре клетки, три из которых погибают, а четвёртая делится с образованием стационарного и мигрирующего ядер. Мигрирующее ядро переходит в клетку партнера, сливаясь там с другим микронуклеусом. На каждые пятьдесят митотических делений у инфузории-туфельки приходится один половой процесс. Если проходит 700 делений, не сопровождавшихся половым процессом, то инфузория обычно гибнет [29].

Класс Ресничные инфузории – Ciliata

Подкласс Равноресничные – Holotrichia

Отряд Гимстоматиды – Gymnostomatida

Род *Dileptus*. Равноресничная инфузория длиной 250-500 мкм. Дилептус представляет собой инфузорию с длинным телом, заостренным сзади, а с другой стороны - длинной, извивающейся "шеей" (рис. 2.16). Этот вид легко определяется, когда он движется в препарате, поскольку «шея», извивающаяся взад и вперед достаточно заметна. Дилептус - это одноклеточная инфузория, которую можно найти в пресной и соленой воде, мхе и почве. Они доступны в некоторых компаниях, поставляющих научные материалы.



Рисунок 2.16 — *Dileptus aculeatus* [31]

Род *Didinium*. Свободноживущие хищники. Можно найти в пресной, либо слабосоленой воде; тем не менее, известно как минимум три морских вида. Охотятся в большей степени на представителей рода *Paramecium*, но могут нападать и на других ресничных инфузорий [24].

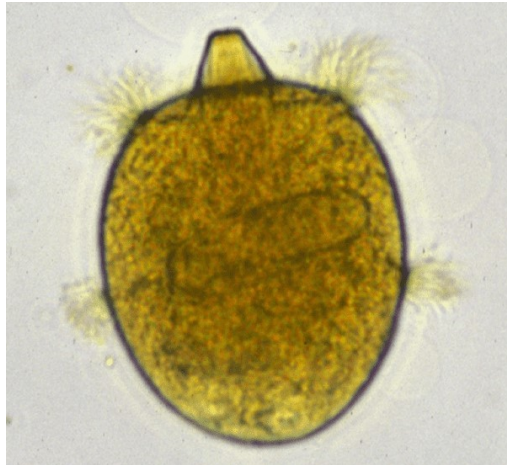


Рисунок 2.17 — *Didinium alveolatum*

Круглые, овальные, либо бочковидной формы клетки, длиной около 50 — 150 мкм. Клетка опоясана двумя поясами ресничек, что является отличительной особенностью рода. На переднем конце имеется коническая структура, являющая собой цистостом, поддерживаемая стержнями микротрубочек. Микротрубочки способны открывать и закрывать клеточный рот (рис. 2.17; 2.18).

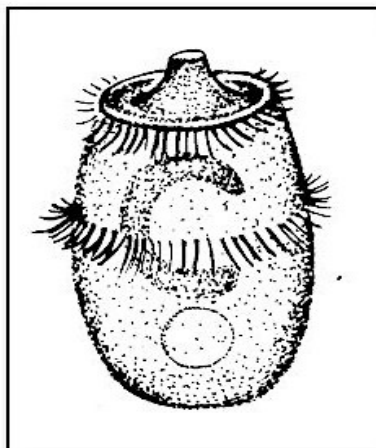


Рисунок 2.18 — Схематический рисунок *Didinium alveolatum*

Отряд Трихостоматиды – *Trichostomatida*

По большей части паразитические инфузории, основным хозяином которых являются млекопитающие, в кишечнике которых они паразитируют.

Рот у трихостоматид располагается в углублении тела – вестибулуме, окруженном ресничками, при помощи которых загоняется пища. Пример – инфузория *Balantidium*, которая паразитирует в кишечнике млекопитающих. Свободноживущих форм нет.

Отряд Гименостоматиды – *Hymenostomatida*

В отряд входит 200-300 видов морских и пресноводных инфузорий. К нему относится наиболее известная среди простейших инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*). Гименостоматиды имеют клеточный рот, погруженный в воронку на брюшной поверхности тела и окруженное слева двумя-тремя сериями гребных пластинок, образованных слившимися ресничками, а справа – ундулирующей мембраной (продольным рядом из сближенных попарно ресничек). Гребные пластинки гонят пищевые частицы к ундулирующей мембране, которая направляет их в область рта.

Род *Colpoda*. Кольподы - это небольшие простейшие, принадлежащие к типу Инфузории. Имеют размер от 40-110 мкм в длину (рис. 2.19).



Рисунок 2.19 — Слева Кольпода штейни (*Colpoda steinii*); справа *Colpidium colpoda*

Кольподы имеют форму почки, вогнутую с одной стороны, а с другой - выпуклую. Это первые простейшие, которые появляются в настояшках сена, и их часто можно найти во влажной почве и водоемах, естественных и искусственных. Кольподы питаются различными бактериями, и было проведено множество исследований их экологической роли в почве и водоемах. Зачастую их используют в качестве видов-индикаторов сапробности водоемов [23].

Род *Tetrahymena*. Тетрахимена представляет собой небольшую грушевидную инфузорию размером от 40 до 150 микрон (рис. 2.20; 2.21). Инфузории быстро размножаются и просты в разведении. Они выращиваются и используются в качестве источника пищи для молоди рыб.



Рисунок 2.20 — *Tetrahymena pyriformis* [30]

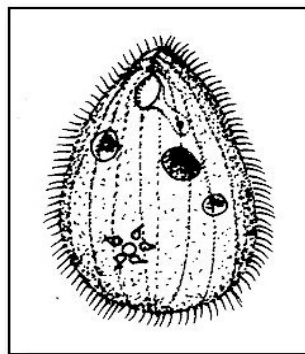


Рисунок 2.21 — Схематический рисунок *Tetrahymena pyriformis* [33]

Род *Colpidium*. Инфузории длиной 50-70 мкм. *Colpidium* можно найти в пресных водоемах, включая ручьи, озера, пруды и реки. Также культуры этих организмов можно приобрести в компаниях, поставляющих научные материалы. Эти инфузории часто встречаются на очистных сооружениях и используются в качестве показателя качества воды и даже производительности очистных сооружений [19]. Представитель *Colpidium colpoda* является фоновым видом и была обнаружена во всех исследуемых пробах (рис. 2.22).

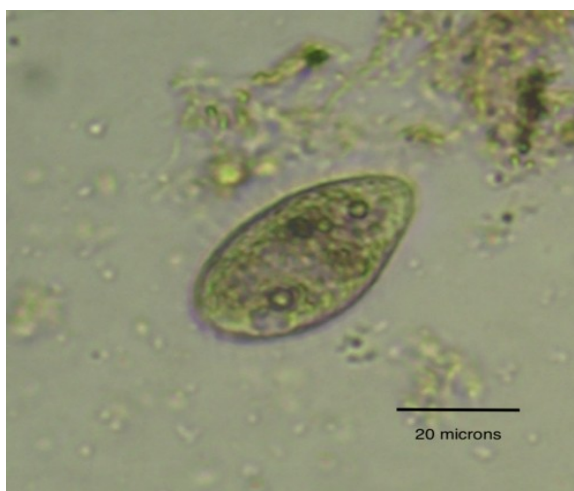


Рисунок 2.22 — Кольпидиум кольпода (*Colpidium colpoda*) [32]

Вид *Paramecium caudatum* - «инфузория-туфелька» (рис. 2.23). Преимущественно пресноводная инфузория. Названа из-за постоянной формы тела, напоминающую подошву ботинка. Обитает в любых пресных водоемах со стоячей водой и разлагающимися в воде органическими веществами.

Размер инфузории туфельки составляет 0,1—0,3 мм [3]. Форма тела напоминает подошву туфли. Наружный плотный слой цитоплазмы (пелликула) включает находящиеся под наружной мембраной плоские мембранные цистерны альвеолы, микротрубочки и другие элементы цитоскелета.

На поверхности клетки рядами продольно расположены реснички в количестве от 10 до 15 тысяч. В основании каждой реснички находится базальное тельце, а рядом — второе, от которого ресничка не отходит. Возле основания каждой реснички имеется впячивание наружной мембраны — парасомальный

мешочек [5].

У парамеции имеется две сократительные вакуоли в передней и задней части клетки (рис. 2.24). Каждая состоит из резервуара и отходящих от него радиальных каналов. Резервуар открывается наружу порой, каналы окружены сетью тонких трубочек, по которым жидкость поступает в них из цитоплазмы. Вся система удерживается цитоскелетом из микротрубочек [4].



Рисунок 2.23 — Инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*) [31]

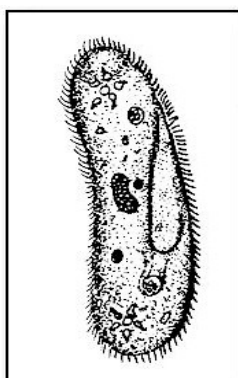


Рисунок 2.24 — Схематический рисунок *Paramecium caudatum* [33]

Подкласс Кругоресничные – Peritrichia

Отряд Перитрихиды – Peritrichida

Род *Vorticella*, или сувойки. Кругоресничная инфузория. Особи выглядят как перевернутые колокольчики на длинном стебле-ножке. Стебель содержит сократительную фибриллу, называемую мионемой. Мионема способна сокращаться, заставляя стебель сокращаться, как пружина. Сувойки обычно прикрепляют себя к частичкам субстрата, однако, нередко можно увидеть их в

свободном плавании. При делении, они расщепляются вдоль продольной оси в процессе почкования. После деления одна особь остается на мионеме, а другая свободно уплывает и прикрепляется самостоятельно. Основное назначение ресничек – завлечение пищи в ротовое отверстие. Есть более 100 различных видов сувоек. Одним из представителей является *Vorticella convallaria* (рис. 2.25; 2.26).



Рисунок 2.25 — *Vorticella convallaria* [31]

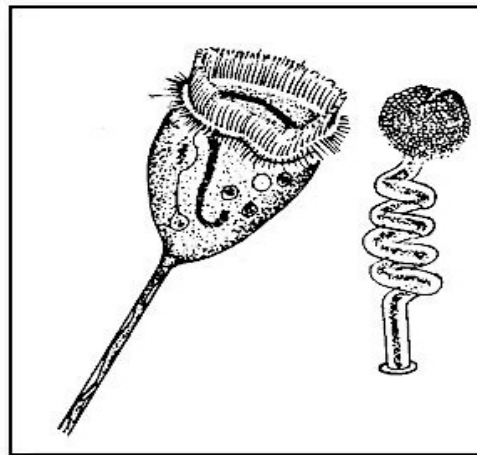


Рисунок 2.26 — Схематичный рисунок рода *Vorticella* [33]

Vorticella campanula (рис. 2.27) встречается в пресноводных прудах, озерах, реках и ручьях с водной растительностью. Она имеет глобальное распространение. Колокольчик *Vorticella* одиночный и не колониальный, но тем не менее социальный, зачастую несколько располагаются рядом. Эта сувойка

прежде всего является сидячей формой. Ее часто можно встретить в больших группах, но каждая особь независима от остальных.

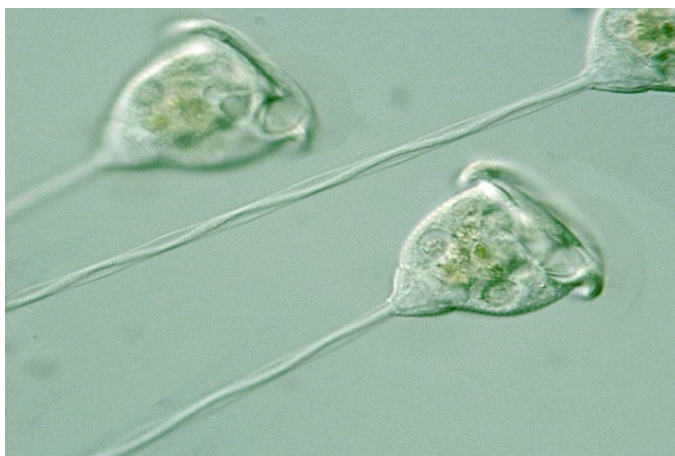


Рисунок 2.27 — *Vorticella campanula*

Подкласс Спиральноресничные – Spirotrichia

Отряд Энтодиниоморфы – Entodiniomorpha

Паразитические инфузории со сложным строением. Прочный кутикулярный панцирь покрывает тело инфузории. Обычно имеется и цитоскелет, ограничивающий «эндоплазменный мешок», который выполняет пищеварительную функцию. Реснички распределены неравномерно. Обитают в пищеварительной системе растительноядных млекопитающих: крупного рогатого скота, верблюдов, оленей, овец, коз, лошадей, ослов, мулов, носорогов, человекообразных обезьян, слонов. Некоторые виды способны к хищничеству и каннибализму. Внедряясь в стенки желудка и кишечника, могут попадать в кровеносную систему и разносить болезнетворные бактерии по всему организму хозяина. Зачастую энтодиниоморфы сами заражены бактериями, грибами, инфузориями. Биомасса энтодиниоморфов в пищеварительном тракте животных-хозяев очень велика. Иногда энтодиниоморфам приписывают активирующее влияние на процессы ферментации в рубце жвачных. Передача паразитов от одного носителя к другому осуществляется со слюной и при поедании загрязненного навозом корма. Свободноживущих форм нет.

Отряд Гетеротрихиды – Heterotrichidia

Зачастую у представителей гетеротрихид имеется ярко выраженная зона ротового отверстия, где реснички имеют наибольшую длину. Они используются для захвата пищи и движения. Остальное тело, как правило, покрыто ресничками меньшей длины. Зачастую многие виды удлинены, либо имеют коническую форму. В этот отряд входят одни из самых крупных простейших, такие как Трубач (*Stentor*), *Spirostomum*, а также многие пигментированные виды, такие как *Blepharisma*.

Трубачи, или стенторы [22] (лат. *Stentor*) — род простейших из класса ресничных инфузорий. Насчитывает около 20 видов. Распространены в морях и пресных водах.

Длина 1 мм. Тело воронкообразное, расширенное на переднем конце, покрытое сросшимися ресничками. Способны резко сокращаться. Размножаются бесполом и половым путем. Питаются мелкими органическими остатками, бактериями, водорослями, простейшими. Могут регенерировать: из каждой части тела, в которой есть макронуклеус (крупное ядро), восстанавливается целый организм. Биологические мелиораторы. Свободно плавают, могут прикрепляться к субстрату. Представитель *Stentor elegans* (рис. 2.28; 2.29).



Рисунок 2.28 — Трубач изящный (*Stentor elegans*)

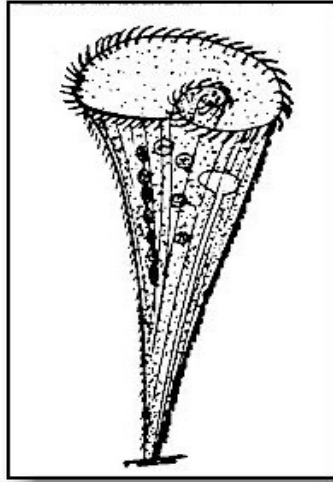


Рисунок 2.29 — Схематический рисунок *Stentor*

В гниющей болотной воде часто можно встретить в очень больших количествах длинную червеобразную *Spirostomum* (рис. 2.30). Эта инфузория достигает 2 мм длины и хорошо видна простым глазом. Адоральная зона мембранелл начинается у переднего конца и заканчивается в первой трети тела. У *S. arnbiguum* (наиболее обычный вид) длинный четко видимый макронуклеус и несколько микронуклеусов. Большая сократительная вакуоль занимает почти весь задний конец тела, который кажется поэтому светлым. Один приводящий канал проходит почти по всему телу инфузории.



Рисунок 2.30 — Спиростомум хвостатый (*Spirostomum caudatum*)

Род *Blepharisma* (рис. 2.31). Достаточно крупная инфузория, от 150 до 300 мкм размером. Отличительной особенностью ее является красновато-розовая окраска цитоплазмы. Под ярким светом теряет окраску. Блефаризмы питаются мелкими инфузориями и жгутиконосцами. Также представители вида были замечены в каннибализме. Реснички покрывают тело инфузории равномерными рядами вдоль.



Рисунок 2.31 — Представитель рода *Blepharisma* [31]

Отряд Гипотрихи – *Hypotrichia*

Гипотрихи (Брюхоресничные инфузории) - группа ресничных простейших, распространенных в пресной воде, соленой воде, почве и мхе. Брюхоресничные инфузории обладают сложными ресничными органеллами, называемыми «цирры», которые состоят из толстых пучков ресничек, редко распределенных по вентральной поверхности клетки. На цирры инфузория опирается, передвигаясь по субстрату.

Род *Stylonychia* (Ehrenberg, 1838). Стилониция — инфузория длиной 100-300 мкм., принадлежащая к отряду *Hypotrichia* (рис. 2.32). Внешний вид характеризуется рядами слитых ресничек, называемых циррами, на вентральной (нижней стороне) поверхности (рис. 2.33). *Stylonychia* использует цирры, чтобы бегать по поверхности, а также для продвижения сквозь толщу воды. Это обычный обитатель прудов, охотящийся на более мелкие организмы.

Питается бактериями, фитопланктоном и мелкими инфузориями. Стилониция способна к каннибализму в случае голода.



Рисунок 2.32 — *Stylonychia grandis* – Стилониция большая

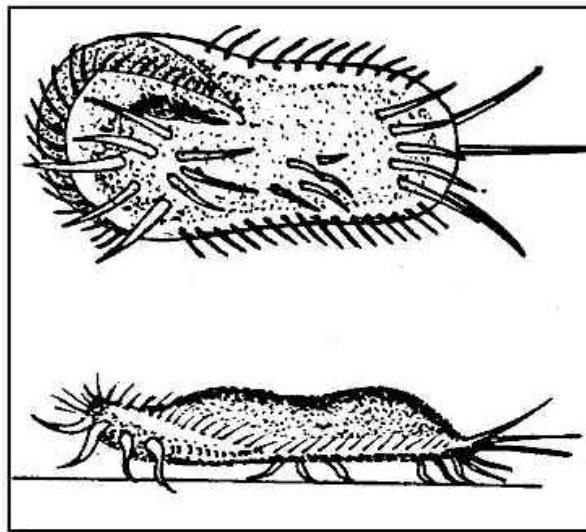


Рисунок 2.33 — Схематический рисунок *Stylonychia grandis*

Род *Euplotes*. Эуплётес — инфузория с прозрачным телом (рис. 2.34). Реснички формируют крупные цирры, с помощью которых инфузория может «ходить» по поверхности субстрата, пузырьков воздуха и других объектов. Макронуклеус имеет форму ленты и свернут внутри тела в форме повернутой буквы «С».

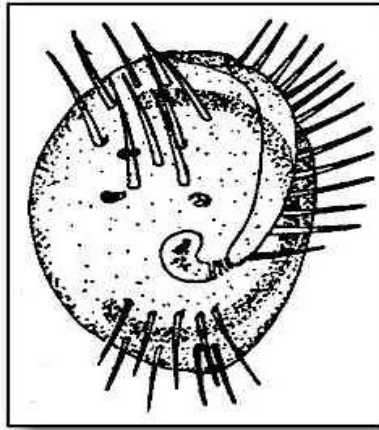


Рисунок 2.34 — Схематический рисунок представителя рода *Euplotes*

Отряд Олиготрихи – *Oligotrichia*

Олиготрихи, или Малоресничные инфузории близкородственны Брюхоресничным инфузориям. Они имеют ярко выраженные ротовые реснички, имеющие вид незамкнутого воротника. На остальном теле ресничек мало, они ограничены поясничными и вентральными, которые зачастую формируют цирры. Эти организмы достаточно часто встречаются в планктонных сообществах и играют важную роль в пищевых цепочках, так как являются растительноядными. Наиболее часто встречаются в морской воде, но также их немало в пресных водоемах; имеются и паразитические виды.

Класс Сосущие инфузории – *Suctoria*

Отряд Сосущие – *Suctorida*

Сосущие инфузории, или суктории (лат. Suctoria), — подкласс инфузорий, насчитывающий около 500 видов (как пресноводных, так и морских). Известны также под устаревшим названием ацинеты (*Acineta*). Сосущие инфузории характеризуются присутствием сосательных трубочек и неподвижным образом жизни, причем громадное большинство сосущих инфузорий прикрепляется к различным подводным предметам при помощи особых ножек, или стебельков. От ресничных инфузорий (от которых они вероятно и произошли), сосущие инфузории отличаются отсутствием ресничек и рта на поздних стадиях развития [19]. Некоторые представители этого подкласса паразитируют в теле инфузорий.

Сосущие инфузории производят потомство путём почкования (наружного или внутреннего).

Род *Sphaerophrya*. Инфузории сферической формы, без стебля (цисты имеют стебель). Щупальца могут быть расположены по всей поверхности, или их может вообще не быть. Размножение делением надвое или экзогенным почкованием. Щупальца длинные и тонкие, в большом количестве. Макронуклеус на периферии клетки, сократительных вакуолей две. Диаметр около 50 - 100 мкм. В пресных водоёмах является паразитом инфузурий. Встречается также в сточной воде и активном иле. Вид инфузории — *Sphaerophrya magna* (рис. 2.35).

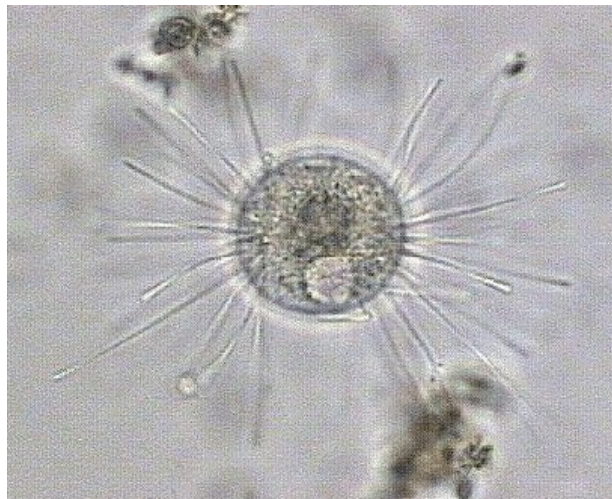


Рисунок 2.35 — Сферофрия большая (*Sphaerophrya magna*) [34]

2.6. Миксоспоридии

Тип Миксоспоридии – Myxozoa

Все представители типа являются паразитами, обладающие на разных стадиях развития многоклеточным или плазмодиальным строением. Вегетативные формы слабо развиты, состоят из 2 (чаще всего), 4 или 6 соматических клеток и 2 пропативных, из которых образуются сложные многоклеточные споры, структурно состоящие из 3 створок, 3 полярных капсул, 1-3 клеток внутренней оболочки и различного (от 1 до 128) числа амёбовидных зародышей.

Класс насчитывает более тысячи видов. Основной хозяин для большинства

представителей этого типа - пресноводные и морские костистые рыбы [16], остальные паразитируют в хрящевых рыбах и других позвоночных. Многие из них - возбудители заболеваний, вызывающих массовую гибель рыбы в водоёмах, особенно при искусственном разведении. Кроме того микроспоридии существенно ухудшают качество рыбной продукции, делая её непригодной для использования в пищу.

2.7. Микроспоридии

Все представители микроспоридий являются облигатными внутриклеточными паразитами эукариотических организмов. Родственные грибам простейшие, насчитывающие около 1300 видов в 160 родах, что не отражает реального разнообразия данной группы, по причине того, что огромное количество вероятных хозяев не исследовались на предмет заражения микроспоридиями. Микроспоридии распространены среди животных всех систематических групп, от простейших до высших позвоночных, включая человека. Наиболее многочисленны и разнообразны микроспоридии, хозяевами которых являются ракообразные и насекомые [8].

У микроспоридий имеется ряд уникальных признаков, демонстрирующих крайне узкую специализацию данного таксона к паразитизму внутри клеток тела носителя. Споры микроспоридий содержат специфичный комплекс органелл, характерный только для них — аппарат экструзии, предназначенный для прокола оболочки клетки хозяина и заражения её вбрасыванием зародыша сразу в цитоплазму. Такой способ переноса зародыша из споры в клетку носителя у других простейших не замечен.

ВЫВОДЫ

1. В гидробиоценозе водотоков окрестностей г. Красноярска выявлено 28 видов представителей микропланктона и зообентоса (*Colpoda steinii*, *Colpidium colpoda*, *Glaucoma scintillans*, *Paramecium caudatum*, *Paramecium aurelia*, *Dileptus cygnus*, *Litonotus lamella*, *Tetrahymena pyriformis*, *Vorticella sphaerica*, *Vorticella campanula*, *Vorticella convanllaria*, *Styllonichia mytilus*, *Amoeba proteus*, *Amoeba radiosa*, *Chaos carolinensis*, *Arcella vulgaris*, *Diffugia piriformis*, *Peranema trichophorum*, *Euglena viridis*, *Actinosphaerium eichhornii*, *Sphaeroeca volvox*, *Volvox globator*, *Volvox aureus*, *Polytoma uvella*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Brachionus plicatilis*), относящихся к 21 роду. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в реке Кача.

2. В справочнике-определителе для научно-исследовательской работы школьников и студентов биологического профиля по теме «Простейшие животные» приведены основные полифилетические группы протистов водотоков окрестностей г. Красноярска и методики их изучения. Описание фоновых представителей *Protozoa* представлено в виде 37 видовых/родовых очерков. Также более крупные таксономические группы также снабжены краткими очерками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Белякова Г. А., Дьяков Ю. Т., Тарасов К. Л.* Ботаника: в 4 т. Т. 2. М.: Издат. центр «Академия», 2006.
2. *Богданов В.Д., Степанов Л.Н., Богданова Е.Н.* Оценка современного состояния водных экосистем и проблемы охраны биологических ресурсов при обцстройстве Крузенштернского ГКМ // Экономика региона. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2015. N 3. С. 266-278
3. *Догель В.А.* Общая протистология. М., 1951.
4. *Догель В.А., Полянский Ю.И., Хейсин Е.М.* Общая протозоология. М.-Л., 1962.
5. *Догель В.А.* Зоология беспозвоночных: учебник для университетов/Под ред.проф. Полянского Ю.И. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. Школа, 1981.
6. *Жмур, Н.С.* Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003 (ФГУ ИПП Кострома). 507 с.
7. *Иванов А.В., Полянский Ю.И., Стрелков А.А.* Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Простейшие, губки, кишечнополостные, гребневики, плоские черви, немуртины, круглые черви: Учеб. Пособие для биолог. Спец. Ун-тов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. Школа, 1981. 504с.
8. *Исси И. В., Воронин В. Н.* Тип Microsporidia // Протисты = Protista : руководство по зоологии / гл. ред. А. Ф. Алимов. СПб: Рос. акад. наук, Зоол. ин-т, 2007. Т. 2. С. 994—1045.
9. *Карнов С.А.* Система протистов. СПб-Омск, 2000.
10. *Карнов С. А.* Строение клетки протистов: Учебное пособие. СПб.: ТЕССА, 2001. 384 с.
11. *Карнов С.А.* Система простейших: история и современность. СПб, 2005.
12. *Киселев И.А.* Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. М.-Л., 1950.
13. *Лябов И.Ю., Городилова С.Н.* Состав протистофауны реки Кача,

- г.Красноярск // Современные Биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО». Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; Ответственный редактор Е.М. Антипова. 2018. С. 49-51.
14. *Никитина Л.И., Трибун М.М.* Новые данные по фауне инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска // Амурский зоологический журнал / Под ред. Воронов Б. А. Том IV. N 2. Благовещенск: БГПУ, 2012. С. 115–121.
 15. *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России.* Т. 2. 0-62 Зообентос / Под редакцией В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 457 с.
 16. *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР.* Т. 1. Паразитические простейшие. Л., 1984
 17. *Панасюк А.Л.* К методике культивирования амеб *Entamoeba invadens* // Тезисы докладов и сообщений 4 съезда Всесоюзного общества протозоологов, Ленинград, февраль, 1987 г. Л.: Наука, 1987
 18. *Полянский Ю. И.* Подцарство Простейшие, или Одноклеточные (Protozoa) // Жизнь животных / под ред. Ю. И. Полянского, гл. ред. В. Е. Соколов. 2-е изд. М.: Просвещение, 1987. Т. 1. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. С. 95—101.
 19. *Сосущие инфузории* // Большая советская энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1969—1978. (Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров ; 1969—1978).
 20. *Унифицированные методы исследования качества вод* Текст. // Методы биологического анализа вод. Атлас сапробных организмов. М., 1977. Ч. 3. 227 с.
 21. *Хаусман К.* Протозоология. М., 1988.
 22. *Шевяков, В. Т.* Стентор, инфузория // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1901. Т. XXXIа. С. 594.

23. *Al-Shahwani, S.M.; Horan, N.J.* The use of protozoa to indicate changes in the performance of activated sludge plants // *Water Research*, 1991. Vol. 25 (6). P. 633–638
24. *Berger, Jacques.* The Feeding Behavior of *Didinium nasutum* on an Atypical Prey Ciliate (*Colpidium campylum*) // *Transactions of the American Microscopical Society*, 1979. Vol. 98 (4). P. 487–494.
25. *Gromaa, F.* SSU rRNA Phylogeny of Arcellinida (Amoebozoa) Reveals that the Largest Arcellinid Genus, *Diffugia* Leclerc 1815, is not Monophyletic // *Protist*, 2012. Vol. 163, N 3. P. 389—399
26. *Kolkwitz R., Marsson M.* Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna // *Mitteil. aus der konigl. Prufungang für Wasserbesorg. und Abwasserbes.* 1902. H. 1. S. 33.
27. *В.С.Абукенова, Д.Д.Дерр.* Анализ и определение инфузорий (Ciliophora) при помощи проекционного микроскопа [Электронный ресурс]: Вестник КарГУ. Караганда: КарГУ им. Е.А.Букетова. 2014. URL: <https://articlekz.com/article/11986> (дата обращения: 10.05.2019).
28. *Биология. Электронный учебник* [Электронный ресурс]: // URL: <http://www.ebio.ru/pro02.html> (дата обращения: 09.04.2019).
29. *Инфузории* [Электронный ресурс]: // Экологический центр «Экосистема». URL: <http://ecosystema.ru/08nature/w-invert/001t.htm> (дата обращения: 12.03.2019).
30. *Tetrahymena Pyriformis* [Электронный ресурс]: // Fine Art America. URL: <https://fineartamerica.com/featured/tetrahymena-pyriformis-cilia-lm-greg-antipa.html> (дата обращения: 23.05.2019).
31. *Do-It-Yourself Protistology* [Электронный ресурс]: // It Came from the Pond. URL: <https://www.itcamefromthepond.com> (дата обращения: 25.05.2019).
32. *Colpidium Colpoda* [Электронный ресурс]: // A community for the naturalists. URL: <https://www.inaturalist.org/taxa/335313-Colpidium-colpoda> (дата обращения: 23.04.2019).

33. *Protozoan Guide* [Электронный ресурс]: // MicroBus. URL: <https://microscope-microscope.org/pond-water-critters-protozoan-guide/> (дата обращения: 10.03.2019).
34. Photomacrography.net [Электронный ресурс]: // An online community dedicated to the practices of photomacrography, close-up photography and photomicrography. URL: <http://www.photomacrography.net> (дата обращения: 25.05.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. П. АСТАФЬЕВА



КРАСНОЯРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. В. П. АСТАФЬЕВА

XX Международный
научно-практический
форум студентов, аспирантов
и молодых учёных
Молодёжь и наука XXI века

ДИПЛОМ

награждается

Лябов Иван Юрьевич

За плодотворный труд и активную работу в развитии
научно-исследовательской деятельности,
а так же участие в научно-практической
конференции «БИОЭКО»
в рамках XX Международного научно-практического
форума студентов, аспирантов и молодых ученых
«Молодежь и наука XXI века»

ПРОРЕКТОР ПО НАУКЕ
И СЕТЕВОМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ



Ю. Ю. БОЧАРОВА

КРАСНОЯРСК, 2019

25 апреля