

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ХИМИИ

Выпускающая кафедра:
кафедра физиологии человека и методики обучения биологии

Юдина Екатерина Сергеевна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИРОДНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
Г. КРАСНОЯРСКА В ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО АЛЬГОИНДИКАЦИИ

Направление подготовки 44.03.05. Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы
Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой к.п.н., доцент

Горленко Н.М. _____
(дата, подпись)

Руководитель к.п.н., доцент

Прохорчук Е.Н. _____
(дата, подпись)

Дата защиты 29.06. 2020 г.

Обучающаяся – Юдина Е.С. _____
(дата, подпись)

Оценка _____

Красноярск, 2020

Согласие
на размещение текста выпускной квалификационной работы,
научного доклада об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы
в ЭБС КГПУ им. В.П. АСТАФЬЕВА

Я. Юлиана Сметерина Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

разрешаю КГПУ ИМ. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу, научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (далее ВКР/НКР)

(нужное подчеркнуть)

на тему: Возможности природной образовательной среды г. Красноярск в организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по этнопедагогике

(название работы) (далее - работа) в ЭБС

КГПУ им. В.П.АСТАФЬЕВА, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР/НКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на работу.

Я подтверждаю, что работа написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

18.06.2020г.
дата


Юлиана Сметерина
подпись



СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Юдина Екатерина
Подразделение	Кафедра физиологии человека и методики обучения биологии
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Возможности природной образовательной среды г. Красноярск в организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации
Название файла	Возможности природной образовательной среды г. Красноярск в организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации. (3).pdf
Процент заимствования	23.12 %
Процент самоцитирования	0.00 %
Процент цитирования	13.90 %
Процент оригинальности	62.98 %
Дата проверки	06:20:45 18 июня 2020г.
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска переводных заимствований; Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu); Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска "КГПУ им. В.П. Астафьева"; Коллекция Медицина; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Кольцо вузов
Работу проверил	Горленко Наталья Михайловна ФИО проверяющего
Дата подписи	18.06.2020  Подпись проверяющего



Отзыв
научного руководителя на выпускную квалификационную работу
Юдиной Екатерины Сергеевны
по теме: «Возможности природной образовательной среды
г. Красноярска в организации внеурочной исследовательской
деятельности обучающихся по альгоиндикации»

Внеурочная деятельность школьников является одной из инноваций Федерального государственного образовательного стандарта второго поколения и должна быть направлена на достижение результатов освоения основной образовательной программы. Одним из условий успешной реализации данного вида деятельности обучающихся является создание информационно-образовательной среды. Для биологических исследований особую ценность представляет природная образовательная среда, доступная для изучения школьниками, в связи с чем исследование дидактического потенциала городской природной образовательной среды, проведенное Юдиной Е.С., является актуальным и практически значимым.

В процессе работы над заявленной темой, Екатерина Сергеевна показала себя грамотным, инициативным и творческим исследователем, владеющим общекультурными и профессиональными компетенциями.

В первой главе представленной к защите работы автором дана характеристика внеурочной деятельности обучающихся (направления, формы организации, виды деятельности), показано ее место в образовательном процессе современной школы, определены компоненты информационно-образовательной среды для организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии.

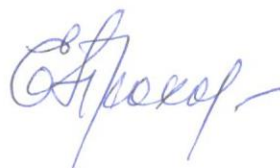
Вторая глава исследования Юдиной Е.С. посвящена особенностям использования природных объектов г. Красноярска в организации и проведении внеурочных исследований школьников по альгоиндикации. Автором выделено 10 природных объектов с разной степенью рекреационной нагрузки, охарактеризована их почвенная альгофлора (видовой состав и особенности типичных представителей), предложены методики сбора и

культивирования и определения почвенных водорослей и обоснована их актуальность для школьных исследований.

Результатом работы автора над исследуемой проблемой является продукт – методические рекомендации по организации и проведению внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярска, которые имеют практическое значение и могут с успехом использовать в практике работы учителя биологии.

Выводы по результатам работы сформулированы автором в соответствии с поставленными целью и задачами. Замечаний и недостатков в работе не выявлено. Считаю, что выпускную квалификационную работу Юдиной Е.С. следует оценить, как самостоятельное, законченное научное исследование, выполненное на профессиональном уровне и заслуживающее высокой отметки.

Доцент кафедры физиологии человека
и методики обучения биологии, к.п.н.



Прохорчук Е.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ	7
1.1. Место и роль внеурочной деятельности в образовательном процессе современной школы	7
1.2. Внеурочная исследовательская деятельность обучающихся по биологии	13
1.3. Компоненты образовательной среды для организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии	19
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПОЧВЕННОЙ АЛЬГОФЛОРЫ Г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ	23
2.1. Основные направления биоиндикационных исследований обучающихся	23
2.2. Особенности использования природных объектов г. Красноярска в исследовании школьников по альгоиндикации	29
2.3. Методика организации и проведения исследовательской работы по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярска	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ	64
Приложение А. Опубликованные научные статьи по теме исследования	64
Приложение Б. Экологическая характеристика исследуемого участка г. Красноярска на примере зеленой зоны микрорайона Студгородок	76
Приложение В. Перечень основных питательных (минеральных) сред для культивирования почвенной альгофлоры	77
Приложение Г. Список литературы, рекомендуемой для организации и проведения учебных исследований по альгоиндикации	78
Приложение Д. Основной перечень оборудования и реактивов для изучения почвенной альгофлоры	80
Приложение Е. Молекулярно-биологические базы данных и другие интернет – ресурсы по альгофлоре	81
Приложение Ж. Жизненные формы (экобиоморфы) почвенных водорослей ..	82

ВВЕДЕНИЕ

В рамках реализации федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) одной из основных задач школы является интеллектуальное развитие обучающихся, формирование исследовательских умений, а также создание условий для реализации потенциальных возможностей ребенка в процессе обучения. ФГОС ставит перед учителями задачу формирования компетенций, которые позволят обучающимся эффективно применять свои знания в новых условиях. Реализации данных задач в полной мере способствует системно-деятельностный подход в обучении, который является основой образовательных стандартов второго поколения.

Основная идея системно-деятельностного подхода заключается в том, что новые знания не даются в готовом виде, дети «открывают» их сами в процессе самостоятельной исследовательской деятельности, осуществляемой под руководством опытного наставника – учителя. Учитель должен организовать деятельность обучающихся таким образом, чтобы они самостоятельно пришли к новым знаниям.

Для успешной реализации данного вида деятельности, кроме заинтересованности в ней, учителю необходимо оценить свою готовность и способность к ее организации: наличие знаний теории и методики организации исследовательской деятельности школьников, владение соответствующими исследовательскими компетенциями, выполнение требований ФГОС (составление программы и др.), подбор объектов исследования.

Объектами биологических исследований, как правило, являются живые организмы, что вызывает главное затруднение при организации данного вида деятельности. Жизнедеятельность живых организмов, и, следовательно, работа по их изучению, зависят от сезона (с осени до весны в естественных условиях большинство живых организмов находятся в состоянии покоя).

Учитывая данные факторы, учителям не остается ничего другого как использовать в качестве объектов исследования – человека, проводя исследования в рамках школьной образовательной среды.

Таким образом возникает проблема поиска природной образовательной среды для проведения актуальных биологических исследований, обеспечивающей, с одной стороны, взаимодействие обучающихся с живыми организмами, которые способны сохранять свою жизнедеятельность в условиях школьной лаборатории для продолжения исследования; с другой стороны, не требующей сложных методик исследования и оборудования.

Одним из путей решения данной проблемы мы видим в использовании в качестве образовательной среды для проведения исследовательской деятельности обучающихся по биологии природной среды современного города.

Цель исследования: выявить возможности использования природной образовательной среды города Красноярска в организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации.

Объект исследования: образовательный процесс по биологии, включающий организацию и проведение внеурочной исследовательской деятельности обучающихся.

Предмет исследования: методические условия организации и проведения внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярска.

Гипотеза исследования: организация и проведение исследовательской работы обучающихся по альгоиндикации будут эффективными, если изучена систематика городской почвенной альгофлоры, места и условия её обитания, разработаны доступные методики сбора, культивирования и определения почвенных водорослей.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих **задач:**

1. Выявить особенности внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии, ее место в современном образовательном процессе в школе.
2. Проанализировать возможности использования природной образовательной среды г. Красноярска при организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации.
3. Определить методические условия для организации исследовательской деятельности школьников по альгоиндикации в условиях г. Красноярска.

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы**:

1. Теоретические: анализ психолого-педагогической и методической литературы;
2. Эмпирические: наблюдение, описание, отбор проб, почвенные культуры;
3. Камеральная обработка: определение и анализ.

Исследование осуществлялось в три этапа. На первом этапе был проведен анализ психолого-педагогической и методической литературы, который позволил определить цель, задачи, предмет, объект, гипотезу исследования, а также определить актуальность темы.

На втором этапе осуществлялась апробация метода альгоиндикации на природных объектах города Красноярска в результате чего был определен видовой состав почвенной альгофлоры, выявлены его преимущества для использования в школах.

На третьем этапе были разработаны методические рекомендации по организации и проведению исследовательской работы обучающихся по альгоиндикации, которые включают календарно-тематическое планирование по проведению исследования, описание методов сбора, культивирования и исследования почвенной альгофлоры, а также сформулированы выводы, оформлена выпускная квалификационная работа.

Результаты исследования представлены на 2-х научно-практических конференциях и отражены в 4 публикациях (Приложение А).

Работа представлена введением, двумя главами, выводами, списком литературы, включающим 49 источников литературы и приложением. Общее количество страниц 63; количество таблиц – 5, количество рисунков – 26.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ

1.1. Место и роль внеурочной деятельности в образовательном процессе современной школы

Процесс обучения в широком понимании - это двухсторонний процесс, который включает в себя передачу (учителем) и усвоение (учащимся) знаний, иначе говоря это *деятельность* учителя (преподавание) и учащихся (учение) [39].

В настоящее время в обучении главенствующую роль занимает системно-деятельностный подход, который является основой ФГОС. Основная идея системно-деятельностного подхода состоит в том, что новые знания не даются в готовом виде, дети «открывают» их сами в процессе *самостоятельной исследовательской деятельности* [41].

Различают несколько видов деятельности, реализуемых в процессе обучения. В зависимости от того, где непосредственно она осуществляется выделяют классную и внеклассную деятельность, по времени проведения она может быть урочной и внеурочной, и наконец по отношению к решению учебных задач она может быть учебной и внеучебной (рис 1).

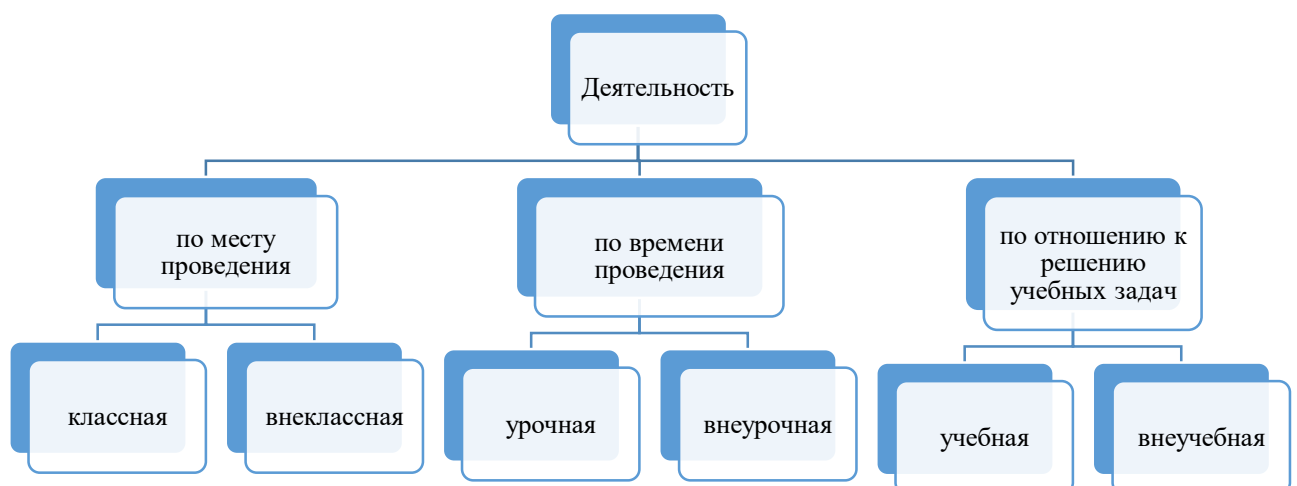


Рис. 1. Виды деятельности в обучении

Существование разных видов деятельности в обучении ставит закономерный вопрос - чем же они отличаются друг от друга?

Многие учителя, методисты и ученые указывают на существование проблемы с определением внеурочной деятельности и таких смежных понятий, как «внеклассная» и «внеурочная» деятельность.

В различных литературных источниках представлен довольно большой перечень определений, о чем и пишет М.А. Вострецова [14]. Ей была составлена таблица «Сравнение определений основных понятий по различным источникам педагогической литературы», в которой она приводила информацию из таких литературных источников как: Педагогический словарь под редакцией И.А. Каировой 1960 г.; Педагогическая энциклопедия под ред. И.А. Каировой и Ф.Н. Петрова 1964 г.; Проблемы методики преподавания Верзилина Н.М. 1983 г.; Личностно-гуманная основа педагогического процесса Амонашвили Ш.А. 1990 г.; Российская педагогическая энциклопедия под ред. В.В. Давыдова 1993-1999 г.; Педагогика: учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений/ В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, А.И. Мищенко, Е.Н. Шиянов 1997 г.; Методика обучения географии в общеобразовательных учреждениях: учебное пособие для студентов вузов под ред. И.В. Душиной 2007 г; Педагогический энциклопедический словарь; ФГОС второго поколения: Методические рекомендации по развитию дополнительного образования детей в общеобразовательных учреждениях; ФГОС: глоссарий.

В общей сложности в таблице представлены данные одиннадцати источников, включающих разные типы педагогической литературы: текст Федерального Государственного Образовательного Стандарта и его сайт, различные педагогические пособия для педагогических специальностей, педагогические словари и энциклопедии и отдельные труды авторов. С помощью данной таблицы автором был прослежен процесс изменения и эволюции педагогической мысли. Она пишет, что в методико-педагогической литературе 1960-1990 гг. использовалось только понятие «внеклассная

работа». Начиная с 1990 г. появляется термин «внеурочная работа», не имеющий принципиального отличия от определения «внеклассной» и чаще всего отождествляемый с ней. Понятие «внеучебной деятельности» появляется позже в отдельных учебно-методических пособиях и в глоссарии ФГОС, которое вообще не находит самостоятельного определения и является равным «внеурочной деятельности».

Из всего выше перечисленного автор делает вывод о том, что в понятиях «внеклассная деятельность», «внеурочная деятельность» и «внеучебная деятельность» отсутствует единство в определении и предлагает рассмотреть взаимосвязь между данными видами деятельности школьников.

В России учебный процесс организуется в рамках классно-урочной системы, при которой для проведения учебных занятий обязательным является единство класса (как группы людей) и урока (как временного отрезка). В классе проводятся как урочные, так и внеурочные занятия, при этом урочные занятия могут проводиться и вне класса. В тоже время экскурсии проводятся вне учебного помещения (класса) и во внеурочное время. Исходя из этого становится возможным отождествить понятия классной и урочной деятельности, а также внеклассной и внеурочной деятельности.

Рассматривая взаимосвязь деятельности школьников по времени проведения и по отношению к учебным задачам, можно сказать, что невозможно провести взаимосвязь между урочной и внеучебной деятельностью, так как на уроках решаются поставленные учебные задачи. Такие внеурочные занятия как кружки и факультативы призваны решать учебные задачи, в тоже время художественные, театральные студии, а также спортивные секции проводятся во внеурочное время, но могут быть не связанными или опосредованно связанными с решением учебных задач, что относит их либо к внеучебной, либо к внеурочной деятельности школьников (рис 2).



Рис. 2. Взаимосвязь внеурочной, учебной и внеучебной деятельности школьников (по Трофимовой А.Л.)

Для окончательного вывода по определению данных понятий следует обратиться к их этимологии с учётом методического аспекта проблемы.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сказать, что понятие «внеурочная деятельность», подразумевает под собой любую организованную учителем или учащимся самостоятельно деятельность во внеурочное время, которая основана на личной заинтересованности участников с целью развития как в образовательном, так и духовно-нравственном плане. В том случае, если происходит смещение акцентов данной деятельности в большей степени на воспитание и отсутствие учебных задач, то можно говорить о внеучебной деятельности. Понятие «внеклассная работа» можно считать сходным с понятием «внеурочная деятельность» [14].

Для учителей современных школ, как с опытом работы, так и начинающих свою профессиональную деятельность внеурочная деятельность школьников является одной из инноваций Федерального государственного стандарта второго поколения.

Нормативной основой для реализации внеурочной деятельности в образовательных учреждениях на уровне основного общего образования являются:

- 1) Закон РФ «Об образовании» [42];
- 2) Федеральный государственный стандарт [41];

3) Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 апреля 2011 года №03-255 «О введении федеральных государственных образовательных стандартов общего образования» [30];

4) Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 мая 2011 года №03-296 «Об организации внеурочной деятельности при введении государственного образовательного стандарта общего образования» [31];

5) «Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России» [16].

Основной целью организации внеурочной деятельности в соответствии с ФГОС ООО является создание оптимальных условий для проявления и развития детьми своих интересов на основе свободного выбора, постижения духовно-нравственных ценностей и культурных традиций. Согласно основной концепции, указанной в ФГОС ООО, внеурочная деятельность обучающихся должна организовываться по следующим принципам:

- ❖ свободный выбор ребёнком видов и сфер деятельности;
- ❖ ориентация на личностные интересы, потребности и способности ребёнка;
- ❖ возможность свободного самоопределения и самореализации учащегося;
- ❖ единство обучения, воспитания, развития;
- ❖ практико-деятельностная основа образовательной деятельности.

Внеурочная деятельность в соответствии с ФГОС включена в основную образовательную программу. Время, отводимое на внеурочную деятельность, определяет образовательное учреждение самостоятельно, исходя из необходимости обеспечить достижение планируемых результатов реализации основной образовательной программы на основании запросов обучающихся, родителей (законных представителей), а также имеющихся кадровых, материально-технических и других условий [41].

Согласно Приказу Минобрнауки России, в ред. от 29.12.2014 N 1644, организация, осуществляющая образовательную деятельность должна самостоятельно определять формы организации образовательного процесса, чередование урочной и внеурочной деятельности в рамках реализации ООП ООО. Стоит отметить, что для осуществления внеурочной деятельности образовательное учреждение обязательно должно разработать план внеурочной деятельности.

В плане внеурочной деятельности должен быть обязательно отражен ее состав и структура, формы организации, а также объем, на уровне основного общего образования, который должен составлять до 1750 часов за пять лет обучения. При его составлении является важным учет индивидуальных особенностей и потребностей обучающихся, которые они смогли бы реализовать через внеурочную деятельность.

Обязательной является и промежуточная аттестация внеурочной деятельности, которая отражала бы достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования [32].

Исходя из этого, рабочая программа внеурочной деятельности, обязана обеспечивать достижение планируемых результатов освоения ООП ООО.

Рабочие программы курсов внеурочной деятельности должны содержать:

- 1) Результаты освоения курса внеурочной деятельности;
- 2) Содержание курса внеурочной деятельности с указанием форм организации и видов деятельности.

Учебная деятельность, внеурочная и урочная, обязательно должна чередоваться в календарном учебном графике с плановыми перерывами при получении образования для отдыха и иных социальных целей (каникул) по календарным периодам учебного года:

- даты начала и окончания учебного года;
- продолжительность учебного года, четвертей (триместров);

- сроки и продолжительность каникул;
- сроки проведения промежуточных аттестаций.

Финансирование на осуществление внеурочной деятельности должно осуществляться согласно финансово-экономическим условиям реализации основной образовательной программы основного общего образования [32; 41].

Здание организации, осуществляющей образовательную деятельность, должны соответствовать государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам и обеспечивать возможность безопасной и комфортной организации внеурочной деятельности для всех участников образовательных отношений [32; 41].

Организация, осуществляющая образовательную деятельность, реализующая ООП ООО, должно иметь необходимые для обеспечения образовательной, административной и хозяйственной деятельности полные комплекты технического оснащения и оборудования всех предметных областей и внеурочной деятельности, включая расходные материалы и канцелярские принадлежности [32; 41].

1.2. Внеурочная исследовательская деятельность обучающихся по биологии

Согласно рассмотренному ФГОС ООО нам известно, что внеурочная деятельность должна осуществляться по пяти основным направлениям, которые в свою очередь обязаны способствовать эффективному усвоению учениками основной образовательной программы, оптимизировать учебную нагрузку, а также помочь в подготовке обучающихся к решению жизненных задач.

Как уже упоминалось, внеурочная деятельность в основной школе организуется по пяти основным направлениям, название и основные цели которых приведены в таблице 1 [28; 41].

Основные направления внеурочной деятельности школьников

Направление внеурочной деятельности	Основные цели
Духовно - нравственное	<ul style="list-style-type: none"> -Формирование гражданской идентичности; -Приобщение к культурным ценностям социальной группы; -Приобщение к базовым национальным ценностям российского общества; -Приобщение к общечеловеческим ценностям.
Спортивно-оздоровительное	<ul style="list-style-type: none"> -Укрепление здоровья средствами физической культуры; -Гармоничное физическое развитие; -Обогащение двигательного опыта и развитие двигательных качеств; -Приобщение к спортивным традициям.
Социальное	<ul style="list-style-type: none"> -Усвоение основных понятий о социальных нормах отношений, в том числе об общечеловеческих ценностях; -Формирование основных элементов гражданско-патриотического сознания; -Усвоение основных обобщенных закономерностей жизни и развития общества и человека в нем; -Усвоение основных понятий культуры социальных отношений, включая экономические и правовые.
Общеинтеллектуальное	<ul style="list-style-type: none"> -Усвоение основных понятий об эффективных способах мыслительных действий применительно к решению задач и к другим видам практического применения аналитико-синтетической деятельности; -Усвоение основных элементов общенаучных методов познания.
Общекультурное	<ul style="list-style-type: none"> -Усвоение основных общеэстетических понятий; -Усвоение основных экологических понятий, отражающих непосредственное взаимодействие человека с окружающей средой и его последствия; -Усвоение основных понятий определяющих управление собой.

Каждое из представленных в таблице 1 направлений может осуществляться с помощью различных видов деятельности и организационных форм. Наше исследование посвящено общеинтеллектуальному направлению внеучебной деятельности школьников по биологии. Одним из основных видов деятельности, через которое возможно осуществить данное направление внеурочной деятельности является познавательная деятельность, которая, как правило, реализуется в рамках поисковых и научных исследований [28; 41].

Исследовательская деятельность, является особой формой организации внеурочной деятельности, которая позволяет расширить базовые знания по биологии, ставить и решать задачи для преодоления возникающих в жизни проблем, способствует формированию у школьников способности самостоятельно мыслить, добывать и применять знания, четко планировать свои действия.

Исследовательская деятельность обучающихся по биологии подразделяется на научно-исследовательскую, проектную и проектно-исследовательскую.

Научно-исследовательская деятельность обучающихся – это деятельность обучающихся, которая взаимосвязана с решением какой-либо задачи с заранее неизвестным решением, которая включает основные этапы, характерные для исследования: постановку проблемы; изучение теории; выбор методик исследования; сбор материалов, их анализ и синтез; формирование выводов.

Проектная деятельность обучающихся – это совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность обучающихся, имеющая общую цель, методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата деятельности. Основной отличительной особенностью проектной деятельности является наличие заранее выбранных представлений о конечном продукте деятельности, этапов проектирования и реализации проекта, включая его осмысление и рефлексию результатов деятельности.

И наконец проектно-исследовательская деятельность является синтезом двух предыдущих понятий, которая включает проектирование собственного исследования, предполагает выделение целей и задач, принципов отбора методов, планирование хода исследования, определение какие результаты будут получены по окончании исследования, их последующая оценка, и самое главное определение необходимых ресурсов [38].

К основным признакам исследовательской деятельности обучающихся относятся:

- а) постановка познавательной проблемы и цели исследования;
- б) высокая степень самостоятельности обучающихся;
- в) направленность учебного исследования обучающихся на получение субъективно новых знаний;
- г) направленность учебного исследования на реализацию дидактических, развивающих и воспитательных целей обучения.

Исследовательская деятельность школьников должна осуществляться под руководством учителя, в ходе которой они реализуют этапы, характерные для научного исследования: выявление проблемы, выдвижение гипотез и др. Обязательным является использование основных методов исследования, к которым относятся наблюдение, эксперимент, анализ литературных источников и др.

Исследовательская деятельность обязательно должна включать следующие этапы:

1. Подготовительный. В него выходит выбор темы, обозначение актуальности исследуемого вопроса, формулирование цели, постановка задач, выбор методов исследования;
2. Исследование. Он включает выполнение теоретической и практической части исследования, систематизация и обобщение материалов исследования, описание результатов, сопоставление с первоначальной гипотезой, формулирование выводов.

3. Отчет и защита работы. Данный этап включает в себя подготовку текста исследования и его оформление в соответствии с требованиями, предъявляемыми к исследовательской работе, создание презентации и текста доклада, отработка выступления и сама непосредственная защита работы [24].

Стоит учитывать, что реализация этапов и применение методов должны быть соразмерны возрасту исследователей, а новое знание, открываемое обучающимся, является новым только для него самого, т.е. субъективно новым.

Успешная организация исследовательской деятельности школьников не возможна без овладения ими исследовательскими умениями и навыками, включающими универсальные учебные действия (УУД) – действия, открывающие возможность широкой ориентации учащихся, как в различных предметных областях, так и в строении самой учебной деятельности (табл 2).

Исследовательская деятельность по биологии может осуществляться по следующим направлениям:

1. Изучение закономерностей строения и жизнедеятельности животных, растений и микроорганизмов. Изучение экосистем: ботаника, зоология, этология, физиология животных и человека, биологическая химия, физиология растений, общая микробиология, гидробиология, экология и биоценология.

2. Изучение строения и жизнедеятельности клетки и тканей, наследственности и индивидуального развития организмов: цитология, физиология клетки, генетика, биофизика, цитоэмбриология, аналитическая и экспериментальная эмбриология, индивидуальное развитие растений.

3. Изучение закономерностей исторического развития организмов: эволюционная теория, эволюционная палеонтология и морфология животных, эволюционная биологическая химия, эволюционная гистология, проблема возникновения жизни на Земле.

4. Новейшие направления биологических исследований: молекулярная биология и генетика, вирусология, космическая биология, проблемы биологического развития, изучение биосферы и вопросы воспроизводства и охраны животного и растительного мира, применение математических методов, принципов кибернетики и синергетики в биологии.

Таблица 2

Исследовательские УУД, умения и навыки

<i>УУД</i>	<i>Исследовательские умения и навыки</i>
Личностные (самоопределение, смыслообразование, нравственно-этическое оценивание)	Умение и навыки самоконтроля и самооценки.
Регулятивные (целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль, коррекция, оценка, волевая саморегуляция)	Умение ставить цель и планировать свою работу.
Коммуникативные (планирование учебного сотрудничества, постановка вопросов, разрешение конфликтов, управление поведением партнера, умение выражать свои мысли)	Умение задавать вопросы. Умение доказывать и защищать свои идеи.
Познавательные (<i>общеучебные</i> : самостоятельное выделение и формулирование познавательной цели, поиск и выделение необходимой информации, выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; <i>логические</i> : анализ, синтез, установление причинно-следственных связей, доказательство; выдвижение гипотез и их обоснование; <i>действия постановки и решения проблемы</i> : формулирование проблемы; самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера)	Умение и навыки наблюдения. Умение и навыки проведения экспериментов. Умения и навыки структурирования материала. Умение давать определение понятиям; классифицировать. Умение делать выводы и умозаключения, выдвигать гипотезы. Умение видеть проблемы.

1.3. Компоненты образовательной среды для организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии

Для эффективной работы над учебным исследованием необходимо обеспечить поле для самостоятельной, творческой деятельности обучающихся, создать образовательную среду.

Образовательная среда - понятие, которое в последнее десятилетие широко используется при обсуждении и изучении проблем образования.

В общепринятом смысле среда - это окружающее человека пространство, зона непосредственной активности индивида, его ближайшего развития и действия [17].

Образовательная среда - совокупность условий, оказывающих прямое и косвенное влияние на всестороннее развитие ребенка, состояние его физического и психического здоровья, успешность его дальнейшего образования, а также взаимодействие всех участников образовательного процесса [34].

Образовательная среда включает ряд компонентов, наличие которых является обязательным для успешной организации образовательного процесса: федеральный (ФГОС ООО и др. документы по внеурочной исследовательской деятельности, конференции, конкурсы исследовательских работ); региональный (помимо названных, учитываются национальные и социальные нормы, обычаи и традиции); городской (материально-техническая инфраструктура города) и школьный (программа внеурочной деятельности).

На уровне образовательного учреждения осуществляется основная работа по созданию образовательной среды учебного исследования обучающегося. На данном уровне учителю - руководителю исследовательской деятельностью обучающихся - важно предусмотреть разные аспекты обеспечения ее реализации (рис.3).

Одним из направлений работы учителя при подготовке к учебному исследованию является обеспечение его материально-техническими средствами. *Материально-технический* компонент может быть весьма

разнообразным: фотоаппараты для съемки, лабораторное оборудование, приборы, химические реактивы, компьютер и др.



Рис. 3. Компоненты образовательной среды учебного исследования

Еще один необходимый компонент — *информационный*. Почти все исследования предусматривают самостоятельную работу учащихся с информацией. Это или исследование уже опубликованных в печати способов решения задачи учебного исследования, или анализ исходных данных, или поиск информации по теме исследования.

Организационный компонент часто требуется тогда, когда в исследовательской работе задействованы обучающиеся разных классов. Возможно, потребуется специальное составление расписания занятий и выделение подходящей аудитории, учет режима работы библиотеки, музея или еще какой-то организации, которую ученики должны посещать в ходе работы над исследованием. К организационному компоненту относится и предоставление ресурсов Интернет в удобное время.

Не обойтись при работе над исследованием и без *учебно-методического* компонента. В первую очередь - это учебники и учебные пособия, всевозможные руководства и методички, электронные пособия.

Под *кадровым* компонентом понимается наличие специалистов – наставников, которые бы могли осуществлять консультацию обучающихся в ходе выполняемой ими исследовательской работы [33].

Самым часто используемым пространством для осуществления исследовательской деятельности школьников служит непосредственно сами школы. В данном случае это могут быть учебные аудитории, материально-техническое оснащение, которых зависит от учебного предмета, который в них преподаётся; лаборатории, в том случае если в учебном заведении есть специализированные классы; учебно-опытный участок или пришкольная территория, организованные в соответствии с требованиями.

Роль города, как компонента образовательной среды, в последнее время повышается. Город как образовательная среда включает множество компонентов (рис. 4).

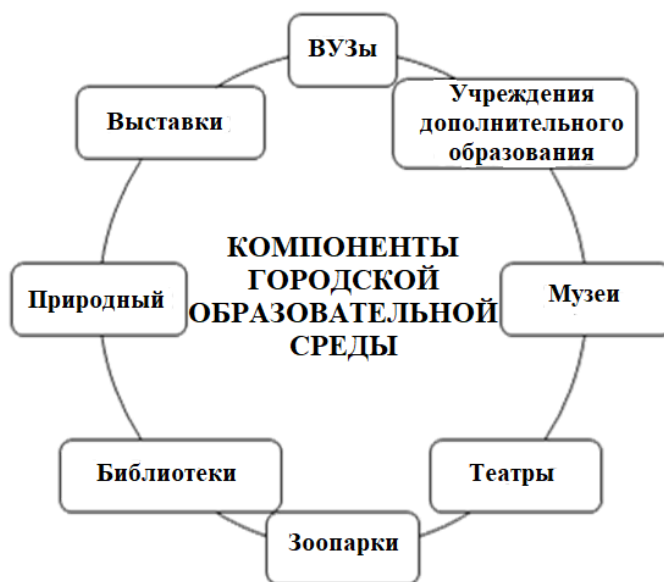


Рис. 4. Компоненты городской образовательной среды

Каждый компонент городской образовательной среды имеет большое значение при организации внеурочной исследовательской деятельности по биологии. Так, например, ВУЗы и учреждения дополнительного образования

города предоставляют возможность осуществлять биологические исследования на более высоком уровне, за счет большого выбора методик исследования и соответственно большего материально-технического оснащения [29].

Особое место среди компонентов городской образовательной среды занимают музеи, поскольку содержащиеся в них подлинные экспонаты обладают удивительной способностью притягивать к себе внимание, воздействовать на интеллектуальную и эмоциональную сферу личности, способствуют межпредметной интеграции знаний [15].

Для биологических исследований особую ценность представляет природный компонент городской образовательной среды. Данный компонент является совокупностью объектов (растения, животные и др.) и систем материального мира в их естественном или изменённом, в результате деятельности человека, состоянии.

К природной образовательной среде города можно отнести: скверы, парки, лесные массивы. Природная образовательная среда города служит главным источником объектов биологических исследований – живых организмов.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПОЧВЕННОЙ АЛЬГОФЛОРЫ Г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

В первой главе настоящего исследования выявлены основные методические условия эффективной организации внеурочной исследовательской деятельности школьников по биологии.

Данная глава посвящена организации внеурочной исследовательской деятельности школьников по биоиндикации - одному из наиболее активно развивающихся методов экологического мониторинга.

2.1. Основные направления биоиндикационных исследований обучающихся

Биоиндикация - оценка качества природной среды, основанная на наблюдении за биоиндикаторами - организмами, по наличию, степени развития, изменению морфологических, структурно-функциональных и генетических характеристик которых судят о состоянии окружающей среды [26].

Биоиндикаторами могут выступать живые организмы, обладающие хорошо выраженной реакцией на внешнее воздействие.

Все биологические системы, будь то организмы, популяции или биоценозы, в ходе своего существования приспособились к комплексу условий местообитания. Каждый организм обладает генетически закрепленным физиологическим порогом выносливости к определенному фактору, в пределах которого этот фактор является для него переносимым.

Реакция организма, его угнетение или процветание, будет зависеть от степени воздействия того или иного фактора, т.е. каждый вид приспособлен к определенной интенсивности каждого фактора и к определенному диапазону его изменчивости. Оптимальное значение фактора определить довольно трудно, поэтому принято говорить о зоне оптимума, при котором наблюдается наибольшая продуктивность вида.

Условия среды, выходящие за пределы оптимальной зоны, называются экстремальными и составляют зону угнетения. За пределами зоны выносливости лежат летальные значения, вызывающие гибель организма. Благодаря физиологической толерантности и экологическому потенциалу организма определяется его индикаторная ценность. На неблагоприятные условия среды живые организмы реагируют определенными ответными реакциями, которые определяют выживание вида. Данное явление получило название чувствительность и является одним из важнейших свойств биоиндикаторов.

Опираясь на данное свойство, живые организмы можно подразделить на те, которые дают реакцию при незначительных отклонениях среды и на те, которые накапливают воздействия без быстрого проявления. В том случае, когда биоиндикатор реагирует значительным отклонением жизненных показателей от нормы, его называют чувствительным биоиндикатором.

В настоящий момент времени к чувствительным биоиндикаторам можно отнести:

- Мхи;
- Лишайники;
- Почвенные и водные микроорганизмы (водоросли, бактерии, микроскопические грибы).

В роли биоиндикаторов может использоваться пыльца растений, хвоя сосны и др.

Среди животных также выделяются группы организмов, положительно или отрицательно реагирующие на различные формы антропогенной трансформации среды (ракообразные, моллюски, мелкие млекопитающие, личинки различных животных и др.).

В качестве чувствительных биоиндикаторов могут служить как отдельные процессы в клетке и организме, так и морфологические изменения.

К организмам, используемых в качестве биоиндикаторов, предъявляется ряд требований:

- ❖ присутствие объектов биоиндикации в исследуемой экосистеме, по возможности, в большом количестве и с однородными свойствами;
- ❖ широкое представительство биоиндикатора в различных местах обитания и широкое географическое распространение;
- ❖ легкость идентификации и доступности в получение материалов;
- ❖ отсутствие сезонных отличий в доступности использования;
- ❖ его относительная устойчивость к воздействию и накоплению стрессора;
- ❖ наличие корреляции между реакцией организма и уровнем воздействия стрессора на экосистему.

Наиболее быстро реагирующими биоиндикаторами являются микроорганизмы.

Растениям отводят особое место при оценке состояния окружающей среды. В связи с автотрофным характером метаболизма растения очень чутко реагируют на загрязненность окружающей среды, проявляя высокую чувствительность, особенно к действиям газообразных токсинов, а также тяжелых металлов. В отличие от животных, растения, как наземные, так и многие пресноводные, прочно связаны со своим местообитанием, что позволяет использовать их в целях контроля загрязненности как воздушной среды, так почвы и гидросферы [23; 26].

Одними из перспективных направлений, по которым могут осуществляться биоиндикационные исследования обучающихся, является метод альгоиндикации - исследование состояния среды при помощи сообществ водорослей.

Метод альгоиндикации является одним из самых результативных. Благодаря данному методу можно произвести экологический мониторинг почвенной и водной среды. В школьных исследованиях данный метод используется при оценке состояния водоемов, однако наиболее перспективным является его использование при изучении городской среды в качестве индикатора состояния почв.

Почвенные водоросли распространены в почвах на всех этапах их формирования и оказывают разнообразное воздействие на нее. Основой исследований почвенных альгоценозов является изучение их видового состава, состава доминант, субдоминант, экобиоморф и специфических видов. Рассмотрение соотношений систематических групп осуществляется на уровне порядков и отделов [36].

Основными ответными реакциями почвенной альгофлоры на резкое изменение почвенных условий являются:

- угнетение и выпадение некоторых групп водорослей;
- полная замена одних группировок другими;
- полное исчезновение водорослей.

В общих чертах весь метод можно подразделить на 5 этапов:

- 1) выбор опытных площадок, подверженных тому или иному антропогенному воздействию;
- 2) забор проб на опытных участках, составление описания флоры, произрастающей на местности;
- 3) засевание проб (чаще всего применяется метод стекла обрастания), отбор почвы для физико-химического анализа;
- 4) микроскопирование, определение видов почвенных водорослей;
- 5) обработка полученных данных [43].

К достоинствам данного метода экологического мониторинга можно отнести: быструю реакцию водорослей на изменения почвенных условий; сходство с высшими растениями по реакции на состояние почвы; простое культивирование в условиях школьной лаборатории.

Рассмотрев, что такое биоиндикация, биоиндикаторы и возможности их использования в школьных биологических исследованиях, встает закономерный вопрос, какую информацию о биоиндикаторах обучающиеся получают из школьной программы и соответствующих ей учебников.

Содержание школьных учебников биологии в обязательном порядке должно отвечать не только современному уровню развития науки, но и

способствовать формированию экологического воспитания школьников, что является одним из основополагающих направлений современного биологического образования в связи с ухудшающимся состоянием окружающей среды. Однако обращаясь к экологическому содержанию школьного учебника биологии, мы видим, что основное внимание уделено последствиям негативного влияния на окружающую среду, но не тому, как обучающиеся могли бы выявить данные нарушения самостоятельно, опираясь на полученные знания о живых организмах в ходе изучения предмета [50].

Для анализа содержания школьных учебников биологии на предмет наличия в них учебной информации о способности живых организмов проявлять себя в качестве биоиндикаторов были выбраны две авторские рабочие программы:

1. В.Б. Захаров, Н.И. Сонин. УМК «Живой организм»;
2. В.В. Пасечник. «Линия жизни».

Данные программы были выбраны нами из множества других из-за своей большей экологической направленности, а также по причине того, что они широко используются в школах г. Красноярск и Красноярского края.

Анализ содержания соответствующих им школьных учебников показал следующее:

- в анализируемые учебники включен материал о разных видах живых организмов – биоиндикаторах: клубеньковые бактерии, лишайники, сфагновые мхи, хвощи, водоросли, губки, коралловые полипы, кольчатые черви, двусторчатые моллюски, земноводные;

- в учебниках не только говорится о том, что данные организмы являются биоиндикаторами, но и о каких изменениях условий среды они сигнализируют.

Наличие клубеньковых бактерий говорит о большом содержании азота в почве [8, с. 46].

Отсутствие видов лишайников свидетельствует о сильном загрязнении воздуха [8; 11].

Индикатор кислотности почвы:

- Сфагновые мхи – присутствие видов говорит о зачислении почвы [9; 11];
- Хвощ полевой – наличие вида указывает на сильную закисленность [9].

Также о хвощах говорится как об индикаторах «плохой» почвы, однако, что именно понимается под «плохой» почвой не уточняется [11, с. 74].

Индикаторы загрязнения водоемов:

- водоросли – активное размножение некоторых видов свидетельствует о сильном загрязнении воды [9; 11];
- губки – большое количество колоний указывает на сильное загрязнение водоемов [10];
- коралловые полипы – отсутствие видов указывает на сильное загрязнение водоемов [9];
- кольчатые черви – наличие видов указывает на чистоту водоемов [9];
- двустворчатые моллюски – наличие видов свидетельствует о чистоте воды [9; 10];
- земноводные – отсутствие видов указывает на сильное загрязнение воды [9].

Так же отдельно говорится, что отсутствие дождевого червя указывает на переувлажненность почвы [10].

На основании полученных данных можно сказать, что живым организмам как биологическим индикаторам в учебном предмете «Биология» уделяется не достаточное внимание. Обучающимся показывают, какие живые организмы являются биоиндикаторами, на какие условия среды они указывают, но не приводится ни одной методики биоиндикации с использованием данных организмов [49].

В связи с этим, на наш взгляд, становится важным внедрение данных методик при организации исследовательской деятельности по биологии во внеурочное время. В качестве одного из таких методов нами был выбран метод альгоиндикации, с сущностью которого мы познакомимся далее.

2.2. Особенности использования природных объектов г. Красноярска в исследовании школьников по альгоиндикации

Город Красноярск протягивается с запада на восток на 18-20 км. по левобережью и до 25 км. по правому берегу р. Енисей, площадь города составляет 353 км², высота над уровнем моря 287 м. [6].

В городе Красноярске наблюдается высокое разнообразие фитоценозов, как естественных, так и искусственных (парки, скверы). Характер естественной растительности в черте города обусловлен положением между лесостепной и горнотаежной природными зонами и антропогенным воздействием.

Естественная лесная растительность представлена формациями сосновых и березовых лесов и сохранилась на окраинах города, а также в некоторых городских микрорайонах. К лесообразующим относятся два вида берез (*Betula pendula*, *B. Pubescens*), осина (*Populus tremula*), лиственница (*Larix sibirica*), сосна (*Pinus sylvestris*) и пихта (*Abies sibirica*). Наибольшее распространение в черте города занимают светлохвойные и мелколиственные леса. Основой светлохвойных лесов является *Pinus sylvestris*, однако однопорodных сосновых лесов сохранилось мало. Основные массивы данных лесов мы можем наблюдать в Ветлужанке, п. Удачный и Академгородке. Нередко в состав сосновых лесов входит *Betula pendula* (район госуниверситета и БСМП), реже можно встретить *Abies sibirica* (п. Удачный).

Мелколиственные леса, основой которых является березовые леса (*Betula pendula* и *B. Pubescens*), в различных ассоциациях встречаются довольно часто (Верхняя Базаиха, Академгородок, Студгородок, р-он госуниверситета, мкр. Солнечный, БСМП, Ветлужанка, Николаевская Сопка).

Степную растительность формируют луговые, настоящие степи и степные петрофитные группировки. Их можно встретить преимущественно по достаточно крутым южным и юго-восточным щебнистым склонам.

Луговые сообщества являются неотъемлемой частью городского ландшафта, однако, в настоящее время занимаемая ими площадь невелика. Они

сохранились на окраинах города, по долинам рек и островам р. Енисей. Также луговые участки сохранились внутри некоторых городских микрорайонов, однако в большинстве своем антропогенны. Луговая растительность представлена формациями пойменных и суходольных лугов.

Кустарниковые, водные сообщества, болота, а также синантропные участки растительности существенно дополняют фитоценотическое разнообразие городской среды [35].

Городская среда представлена совокупностью факторов, которые чаще всего оказывают негативное воздействие на биоту. Вовлечение школьников в изучение экологического состояния городских экосистем является наиболее приоритетным в данный момент времени, поскольку позволит сформировать биологическую грамотность и владение способами прогнозирования ситуации и умение обращаться с природой как с общечеловеческой ценностью [35].

Климат в городе Красноярске является резко континентальным, с продолжительной и достаточно морозной зимой и жарким, коротким летом с достаточно большим количеством осадков, что является благоприятным для роста почвенной альгофлоры [6].

В черте города Красноярска можно выделить довольно большое количество объектов, на которых могут осуществляться альгологические исследования (рис. 5).

Для данных объектов характерна различная степень рекреационной нагрузки, загрязнение бытовым мусором, бедность растительного покрова. Растительные сообщества представляют собой типичные для урбоэкосистем растительные ассоциации. Данные объекты являются доступными для изучения, добраться до них можно на общественном транспорте, а также пешим ходом [42; 44; 46].

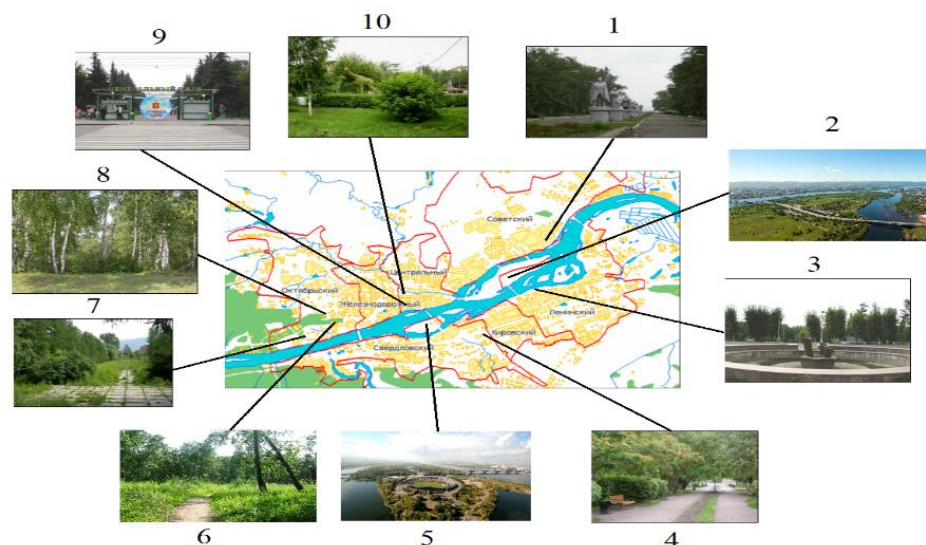


Рис. 5. Природные объекты г. Красноярск:

1. Гвардейский парк; 2. о. Татышев; 3. Парк ДК 1 Мая; 4. Сквер около цирка; 5. о. Отдыха; 6. Студгородок; 7. Академгородок; 8. Ветлужанка; 9. Центральный парк культуры и отдыха; 10. Сквер им. Сурикова.

Как показывают проведенные ранее исследования [40; 44; 46; 47], почвенная альгофлора природных объектов, представленных на рисунке 5, достаточно разнообразна, далее рассмотрим ее видовой состав и характерные особенности типичных представителей.

Под названием «водоросли» скрывается обширная группа живых организмов, которые по строению своих клеток относятся к двум группам: прокариоты и эукариоты. К прокариотическим организмам принято относить цианобактерии, ранее носившие название синезеленые водоросли, все остальные представители относятся к эукариотам.

Ранее систематика живых организмов строилась по эколого-трофическим свойствам, в настоящее время предпочтение отдается системам, построенным по филогенетическим связям, обнаруженным между организмами.

По имеющимся данным на объектах г. Красноярск обнаружено 156 видов и внутривидовых таксонов почвенных водорослей, относящиеся к 4

отделам, 19 порядкам, 35 семействам, 58 родам [25; 40; 44; 47]. Их таксономическая структура представлена в таблице 3.

Таблица 3

Таксономическая структура альгофлоры г. Красноярска
(М.В. Чижевская, 2007)

Отделы	Число			
	порядков	семейств	родов	видов
Суанophyta	3	9	17	63
Chlorophyta	11	16	27	62
Xanthophyta	3	6	9	22
Bacillariophyta	2	4	5	9

Однако стоит отметить, что согласно принятой в настоящее время систематической классификации такие отделы как Xanthophyta и Bacillariophyta были переведены в разряд классов и объединены в один отдел, носящий название Ochrophyta [4].

В ходе собственных исследований нам удалось установить видовой состав на таких объектах как: Академгородок, Студгородок и Ветлужанка, которые насчитывают 52 вида почвенных водорослей, относящихся к 3 отделам, 6 классам, 13 порядкам, 17 семействам, 24 родам [46; 47; 48; 49].

В систематическом отношении, по филогенетическим связям на основании новейших молекулярных исследований, виды, которые были определены нами самостоятельно, объединены в три далеко стоящие друг от друга в системе группы организмов (империи) (рис. 6) [4; 5; 12]:

I. Империя Хромальвеоляты (Chromalveolates), царство Страминопилы (Straminophilaе), отдел Ochrophyta – Охрофитовые водоросли, классы Диатомовых и Трибофицивые водоросли. Диатомовые водоросли по своему строению резко отличаются от остальных водорослей строением своей оболочки, которая представлена кремнезёмным панцирем, состоящим из двух половинок, надевающихся друг на друга, как крышка на коробку (рис. 7, 8).

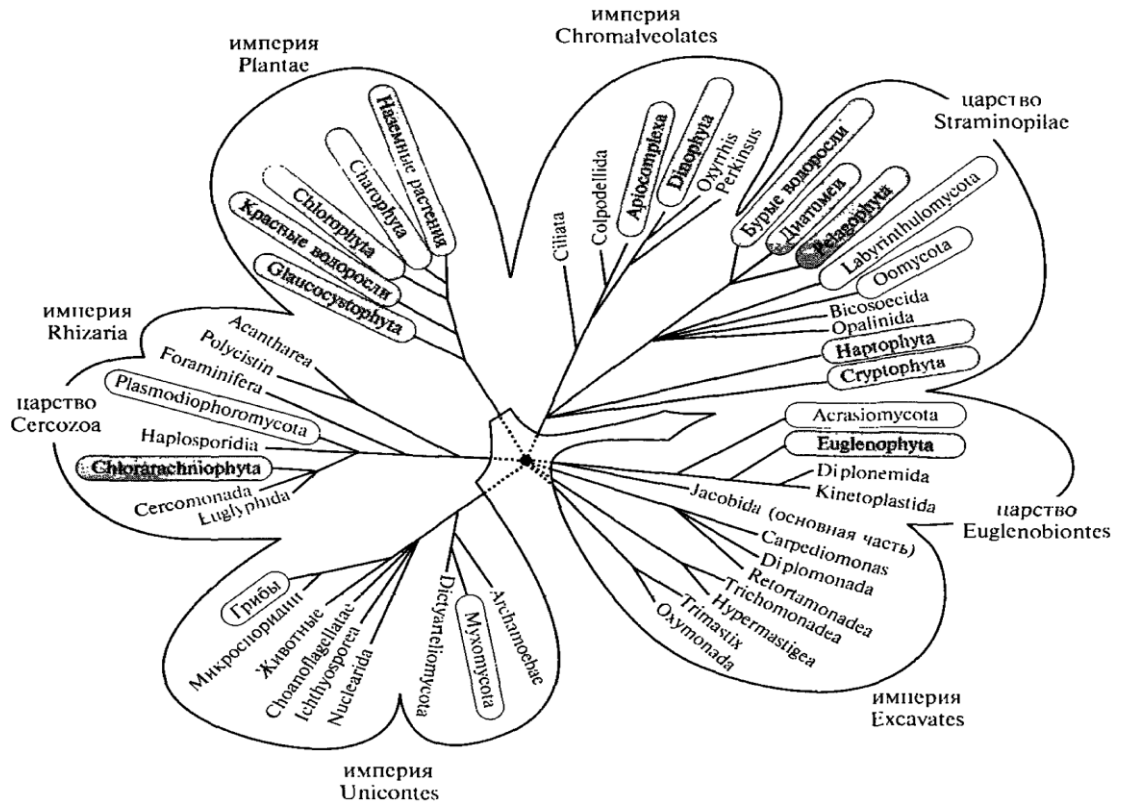


Рис.6. Схема филогении эукариот, построенная в результате синтеза многих филогенетических деревьев (Г.А. Белякова и др., 2006):
5 империй, разделенных на царства, отделы

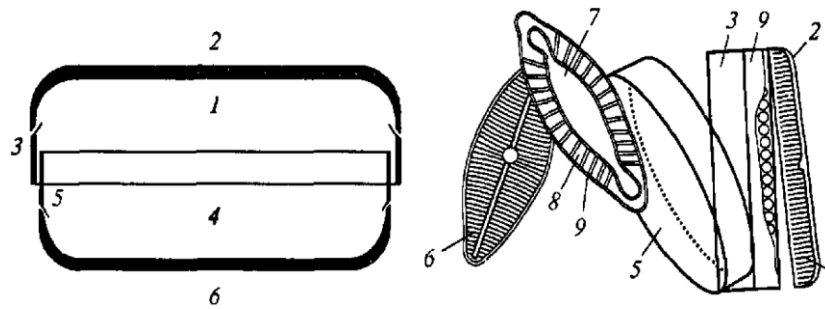


Рис.7. Схема строения панциря диатомей (по данным разных авторов)
(Г.А. Белякова и др., 2006):

- 1 - эпитека, 2 - эпивальва, 3 - эпицингулюм,
4 - гипотека, 5 - гипоцингулюм, 6 - гиповальва, 7 - отверстие,
8 - септа, 9 - вставочный ободок



Рис.8. Пиннулария большая - *Pinnularia maior* (Kützing) Rabenhorst (Protist Information Server)

Класс трибофициевые получил свое название благодаря типовому роду, однако всем он известен по другому своему названию, которое он носил благодаря окраске своих хлоропластов – желтозеленые водоросли. Данная окраска определяется наличием основных пигментов – хлорофилла (а и с), ксантофиллов и каротинов (β и ξ), которые являются преобладающими.

Отличительной особенностью представителей данного класса является наличие подвижных форм, которые имеют два неравных жгутика различающихся морфологически: главный жгут состоит из оси и перисто расположенных на ней мерцательных волосков, боковой жгут гладкий, бичевидный (рис. 9) [2; 4; 5; 12; 13].



Рис. 9. Структура жгутиков у зооспоры жёлто-зелёной водоросли (Н. М. Масюк, М. И. Радченко, 1989)

В класс включены водоросли с различной дифференциацией таллома: монадной, амебной, пальмеллоидной, коккоидной, нитчатой и др. (рис. 10, 11).

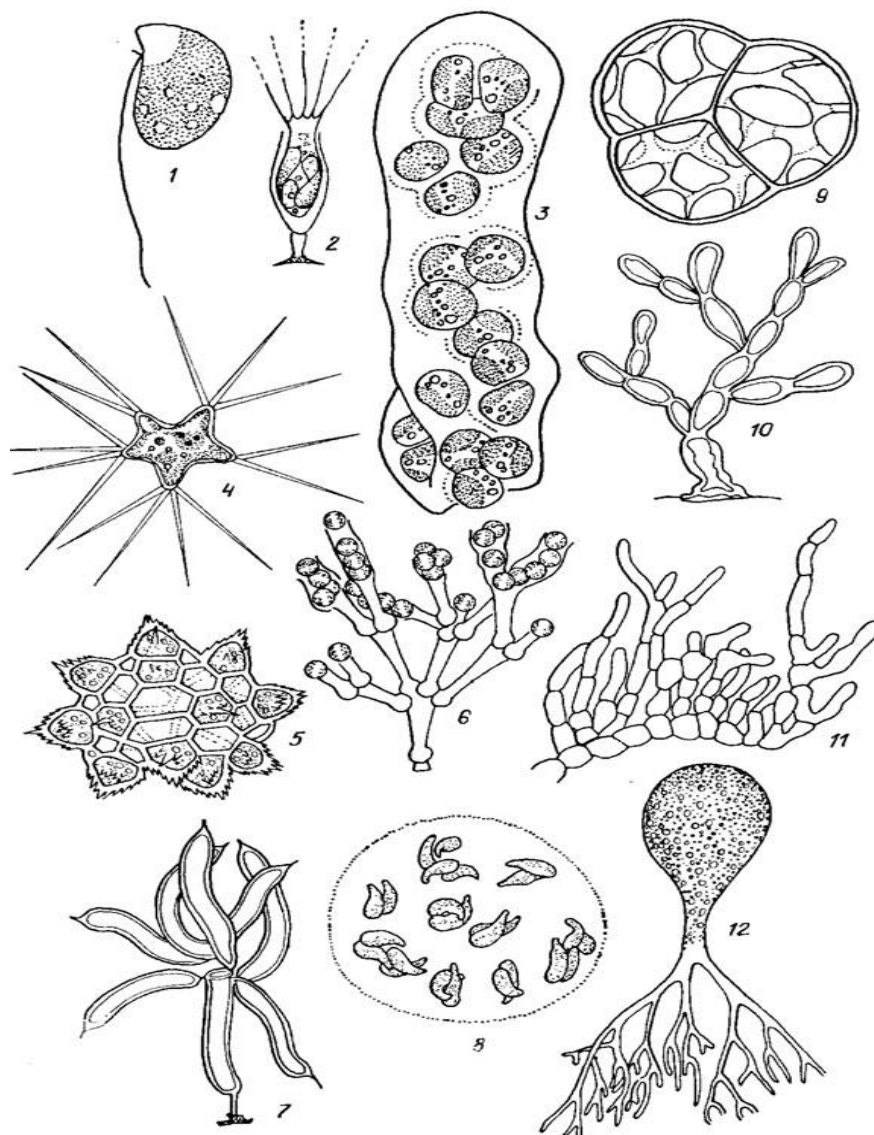


Рис. 10. Типы структуры вегетативного тела жёлто-зелёных водорослей (Н.П. Масюк, 1989):

1 - монадный (*Pedinomonadopsis minor* Massjuk et Guk); 2 - амебный (*Stipitococcus calix* Ettl); 3 - пальмеллоидный (*Helminthogloea ramosa* Pasch., апикальная часть слизистого шнура); 4-8 - коккоидный (4 - *Pseudopolypedriopsis skujae* Gollerb., 5 - *Ducelliera chodatii* (Ducel.) Teil., 6 - *Mischococcus confervicola* Näg., 7 - *Ophiocytium mucronatum* (A. Br.) Rabenh., 8 - *Diplochlois decussata* Korsch.); 9 - сарциноидный (*Chlorellidium tetrabotrys* Visch. et Pasch.); 10 - нитчатый (*Heterodendron squarrosurn* Pasch.); 11 - разноритчатый (*Heterococcus* sp.); 12 - сифональной (*Botrydium granulatum* (L.) Grev.)

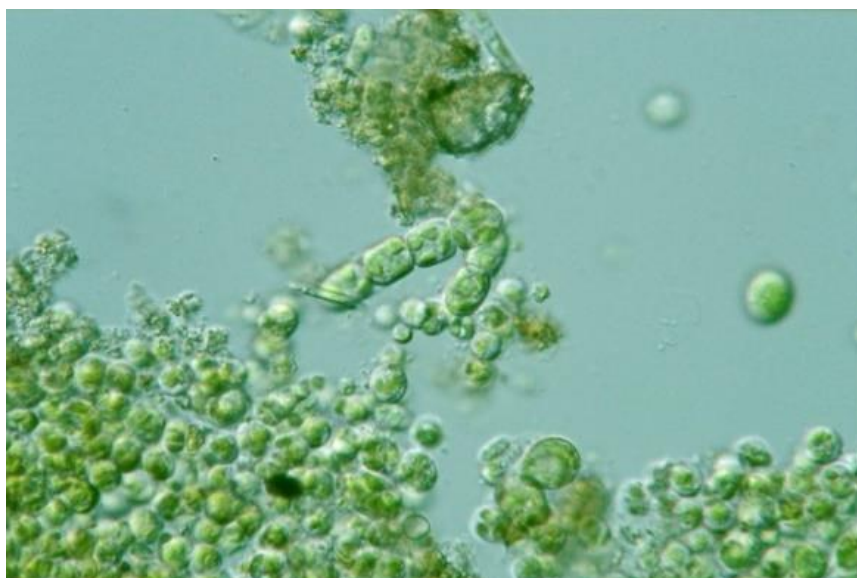


Рис. 11. Хантонема – *Xanthonema* sp. (Y. Tsukii, 2007)

Данный отдел представлен незначительным числом видов, поскольку входящие в него классы являются наименее устойчивыми к антропогенному воздействию.

II. Империя Растения (*Plantae*), царство Зеленые растения (*Viridiplantae*), отдел Зеленые (*Chlorophyta*) водоросли.

Отдел *Chlorophyta* является самым обширным среди всех водорослей, насчитывая около 13 тысячи видов. Примерно 40% от всего видового разнообразия г. Красноярска приходится на данный отдел. Отдел включает водоросли, стоящие на самых разных ступенях морфологической дифференциации таллома:

1. Монадная – одноклеточные организмы с твердыми клеточными оболочками, имеющие два, четыре, реже много жгутиков одинаковой длины и одинакового строения (рис. 12).

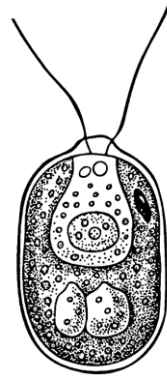


Рис. 12. Монадная дифференциация таллома на примере Хламидомонады (Н.П. Горбунова, 1976)

2. Коккоидная - неподвижные, окруженные слизистой оболочкой клетки, которые могут быть одиночными или объединёнными в колонии и ценобии (рис. 13).

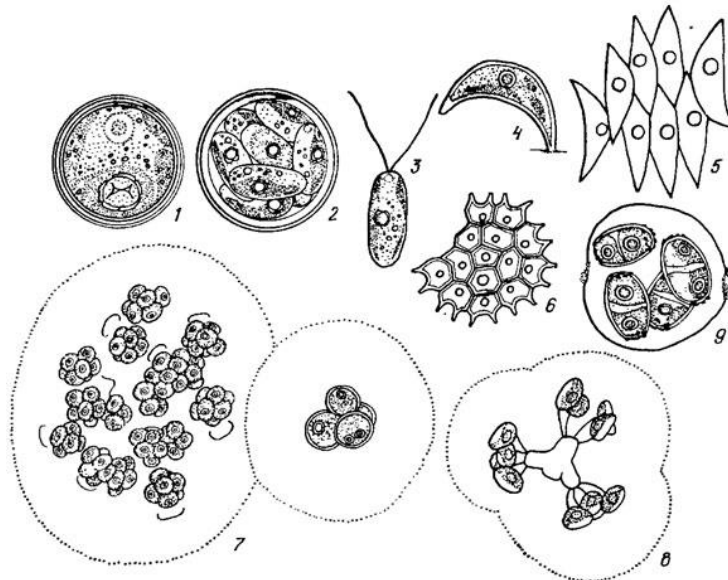
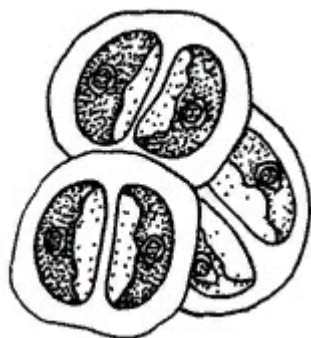


Рис.13. Одноклеточные (1-4), ценобиальные (5, 6) и колониальные (7-9) (Н.П. Масюк, 1989):

Chlorococcales: 1-3 - *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh.; 4 - *Characlum ornithoce phalum* var. *pringsheimii* (A. Br.) Kom.; 5 - *Scenedesmus acutus* Meyen; 6 - *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.; 7 - *Coenochloris pyrenoidosa* Korsch.; 8 - *Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz; 9 - *Granulocystopsis pseudocoronata* (Korsch.) Hind

3. Пальмеллоидная – усложненный вариант коккоидной структуры, достаточно крупные, чаще всего прикрепленные к субстрату талломы, содержащие множество коккоидных клеток (рис. 14).



1



2

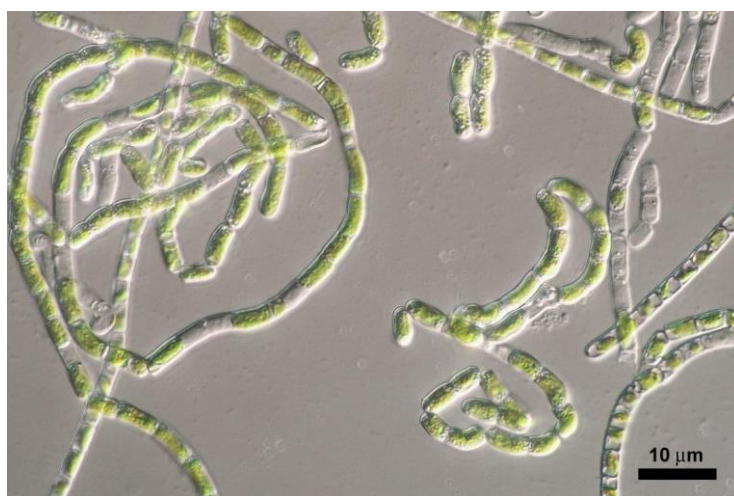
Рис. 14. Хламидомонада – *Chlamydomonas* в пальмеллеидном состоянии:

1 – схематическое строение (Г.М. Зенова, Э.А. Штина, 1990), 2 – фотография микропрепарата (discoverlife.org)

4. Нитчатая – талломы, состоящие из нескольких или большого количества клеток, расположенных в форме нити. Нити могут быть простыми или ветвящиеся, свободноживущими, прикрепленными и объединенными в слизистые колонии (рис. 15).



1



2

Рис.15. Нитчатая дифференциация таллома на примере Хлорхормидиум вялый – *Chlorhormidium flaccidum*:

1 – схематическое строение (Г.М. Зенова, Э.А. Штина, 1990), 2 – фотография микропрепарата (ccala.butbn.cas.cz)

Клетки могут быть одноядерными или многоядерными, с чисто зеленым цветом слоевища, сходными с окраской высших растений. У большинства видов значительная часть клетки занята крупной вакуолью с

клеточным соком. Данный отдел более всех других освещен в школьной программе [13].

Наиболее часто в почвах г. Красноярска встречаются такие семейства как *Chlamydomonadaceae* с его одноименными представителями на разных стадиях жизненного цикла, *Chlorococcaceae*, также отмечено присутствие вида семейства *Ulotrichaceae* (рис. 16).

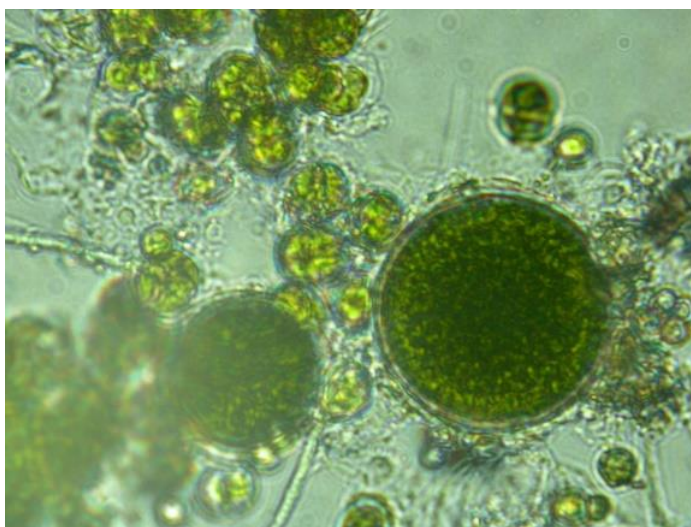


Рис. 16. Фотография микропрепарата с зелеными водорослями

III. Империя Eubacteria, царство Bacteria отдел Cyanobacteria. В общей сложности отдел насчитывает около 2 тыс. видов. Среди представителей отдела есть одноклеточные формы, однако преобладающими являются нитчатые - простые или разветвленные, и колониальные формы (рис. 17).

Свое первое название представители данного отдела получили благодаря характерной окраски таллома, которая связана с довольно высоким содержанием синего пигмента фикоцианина, в то время как, свое второе название, цианобактерии, носят из-за своих важнейших характерных признаков: прокариотическая природа клеток и тесная связь с эубактериями [4; 5; 13].



Рис. 17. Сине-зеленые водоросли с различной дифференциацией таллома (Н.П. Масюк, 1989):

- 1 - *Synechococcus aeruginosus*; 2 - *Dactylococcopsis raphidioides*; 3 - *Merismopedia glauca*; 4 - *Microcystis aeruginosa*; 5 - *Gloeocapsa turgida*; 6 - *Gomphosphaeria aponina*; 7 - *Chamaesiphon curvatus*; 8 - *Stigonema ocellatum*; 9 - *Nostoc pruniforme*; 10 - *Anabaena hassalii*; 11 - *Aphanizomenon flos-aquae*; 12 - *Tolypothrix tenuis*; 13 - *Calothrix gypsophila*; 14 - *Oscillatoria chalybea*; 15 - *Lyngbya confervoides*

Клетки цианобактерий имеют довольно толстые стенки, протопласт окружен четырьмя оболочковыми слоями: двухслойная клеточная оболочка покрыта сверху внешней волнистой мембраной, а между протопластом и оболочкой находится еще и внутренняя клеточная мембрана [19].

Из-за двойственных признаков «синезеленых», существует проблема в выборе какой-то одной классификации, поскольку каждая в той или иной степени является верной [7; 18; 20; 28].

Представители данного отдела являются наиболее устойчивым к антропогенному воздействию и встречаются в окрестностях города наиболее часто, среди них виды семейства *Phormidiaceae* и *Nostocaceae* (рис.18).

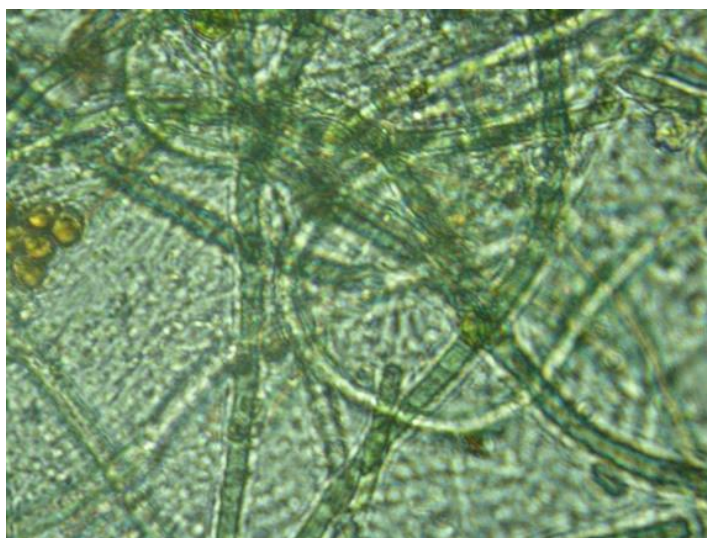


Рис. 18. Фото микропрепарата с представителями синезеленых водорослей

Представители почвенной альгофлоры частично знакомы школьникам из учебного предмета Биология, в котором изучаются типичные представители всех представленных Империй.

Одним из факторов эффективной исследовательской деятельности школьников является доступность методов исследования, возможность их осуществления в условиях школьного кабинета или лаборатории. Методика сбора и культивирования почвенной альгофлоры соответствует этому требованию. Ниже рассмотрим методику альгологических исследований подробнее.

Планировать работу по сбору образцов важно в дни, накануне которых были обильные осадки, поскольку наибольшая жизненная активность почвенной альгофлоры наблюдается после увлажнения почвы.

Наблюдение в природе является важным этапом. На выбранном для отбора почвенных образцов участке прежде всего осматривают поверхность почвы, отмечая присутствие или отсутствие водорослевых разрастаний, которые были бы заметны невооруженным глазом [21; 45].

Представители почвенной альгофлоры могут подразделяться на несколько экологических группировок:

- наземные - разрастаются при благоприятных условиях на поверхности почвы в виде корочек или пленок;
- водно-наземные –разрастаются на поверхности постоянно влажной почвы;
- собственно почвенные –обитают в толще почвы.

Стоит отметить, что один и тот же представитель почвенных водорослей может относиться к разным экологическим группировкам. Данное явление обусловлено особенностями жизненных форм почвенной альгофлоры. Всего существует 9 жизненных форм, каждая из которых имеет свои особенности. Например, Ch – форма, представленная одноклеточными и колониальными зелеными и частично желто-зелеными водорослями, при обычных условиях обитают в толще почвы, однако при благоприятной влажности разрастаются и на поверхности почвы [19].

Как можно заметить, места обитания данных форм несколько различны между собой, в связи с чем возникают и различия в методиках сбора.

Отбор наземных форм, осуществляется с площади 1 см^2 и глубиной 0,5-1 см.

Отбор почвенных образцов обычно проводят с глубины 0-10 см, исходя из того, что водоросли преимущественно обитают в верхнем слое почвы. Однако в некоторых случаях (сильное уплотнение почвы, влияние подстилки леса, желание обнаружить виды альгофлоры, обитающие на большой глубине) возникает необходимость отбирать пробы на глубине 15 см [3].

Сбор всех проб ведется в стерильные пакеты. Каждый пакет в обязательном порядке этикетуется. На этикетке указывается номер пробы, дата и место сбора. Для более тщательного учета, ведется полевой дневник, в который заносятся вся информация о месте сбора, на основании которой составляется характеристика исследуемого участка (Приложение Б). Также предварительно можно распечатать карту местности и отмечать на ней места сбора проб.

Со всего исследуемого участка собирается порядка 5 проб. Для получения большей точности количество проб может быть увеличено до 9-13. Затем составляется усредненная проба (от каждой собранной пробы берется одинаковое количество земли и перемешивается между собой), с помощью которой изучается все видовое разнообразие участка.

Сбор образцов осуществляется при помощи стерильных лопатки или совка, ножа (используется для разрыхления проб). Стерилизация в полевых условиях может осуществляться спиртом или многократным втыканием ножа в исследуемую почву [21].

Живые почвенные образцы можно хранить в течение года (благодаря особенностям почвенной альгофлоры) в стерильных пакетах, которые помещаются в темное место. Периодически пробы распаковывают и выставляют на рассеянный дневной свет для поддержания процессов жизнедеятельности и обогащения кислородом.

Культивирование почвенной альгофлоры имеет важное значение при изучении качественного и количественного состава почвенных водорослей. При качественном анализе почвенной альгофлоры задача культивирования заключается в получении интенсивного роста всей имеющейся в почве альгофлоры, чтобы иметь достаточное количество особей каждого вида, на разных стадиях их жизненного цикла, для наблюдения, описания и идентификации. Стоит отметить, что в данном случае могут быть обнаружены виды, как в активных стадиях, так и в покоящемся состоянии – споры или цисты.

При культивировании почвенных водорослей применяются общепринятые приемы микробиологической техники, касающиеся стерильности посуды, питательных сред, воды и инструментов. Культивирование обязательно должно проводиться на свету.

Наиболее широко распространённым методом для выявления состава почвенной альгофлоры является метод «стекло обростания». При использовании данного метода осуществляется следующий порядок действий:

1. Образцы почвы рассеивают в стерильные чашки Петри и увлажняют дистиллированной водой или минеральной средой (питательная среда) и оставляют на некоторое время для впитывания жидкости (Приложение В);
2. После того, как жидкость впитается в почву на ее поверхность, раскладываются стерильные покровные стекла, в количестве 4-8 на одну чашку Петри. Между стеклами и почвой обязательно должны оставаться небольшие свободные пространства. Для увеличения стерильности покровных стекол также допускается подержать их в пламени спиртовки в течении 1-2 секунд;
3. Подготовленные чашки Петри с образцами накрываются крышками, на которые предварительно наклеиваются этикетки с номерами проб и названием участка сбора, и выставляются на свет. Периодически почву в чашках необходимо увлажнять. Примерно через 4-5 дней можно начинать просмотр стекол под микроскопом (рис. 19).

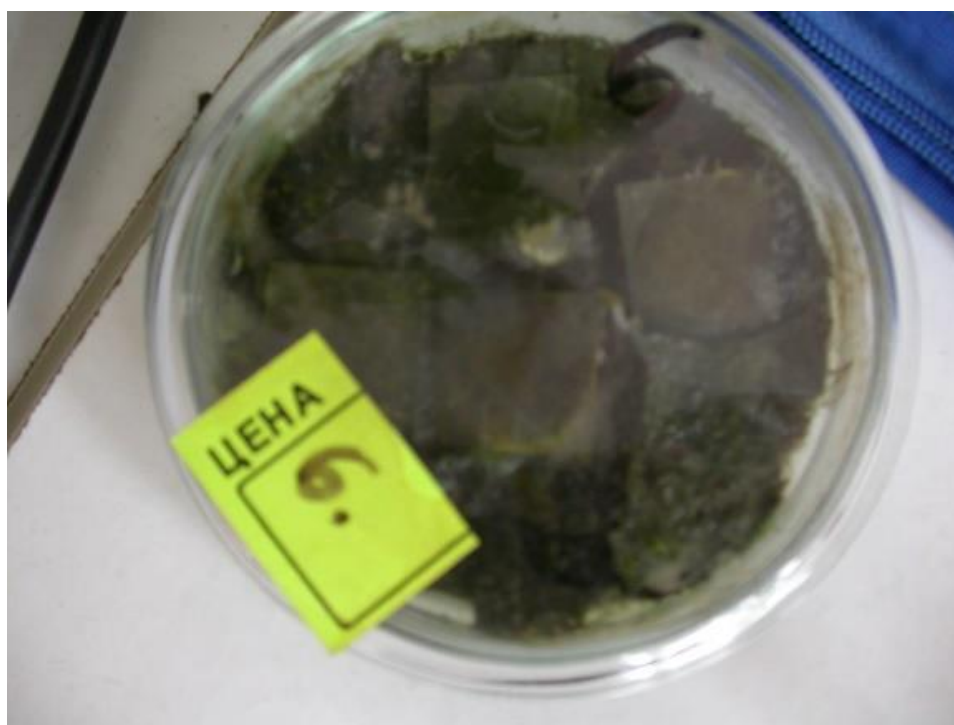


Рис. 19. Культивирование почвенной альгофлоры методом «стекла обрастания»

Просматривать все стекла одновременно не стоит, необходимо соблюдать промежуток в 3-5 дней, поскольку виды имеют определенное разную скорость роста: одни проявились в полную силу и скоро исчезнут, в то время как другие только начинают расти. Для полного выявления видового состава почвенной альгофлоры достаточно 3-6 недель инкубации.

Еще одним методом культивирования, получившим довольно широкое применение, являются водные культуры. При приготовлении водных культур используются различные питательные среды, содержащие все необходимые элементы для роста: азот, фосфор, сера, магний, железо, калий, кальций и микроэлементы (Приложение В).

Культивирование при помощи водных культур осуществляется следующим образом:

1. В колбы емкостью 100-150 мл разливается по 50-80 мл готовой питательной среды. Чаще всего применяются конические колбы, но можно использовать и другую посуду.
2. Колбы закрываются ватными пробками и стерилизуются в автоклаве при 110 градусах в течении 20 минут.
3. После стерилизации в колбы засеивается почва навеской 1-2 г. и тщательно взбалтывается с закрытой пробкой.
4. Готовые водные культуры, как и в случае со стеклами обрастания выставляются на свет. Водоросли в водных культурах начинают проявляться после 2-3 недель инкубации. Просмотр образцов проводится многократно, начиная с трех недель и заканчивая 3-4 месяцами поскольку происходит последовательное появление и исчезновение видов (рис. 20).

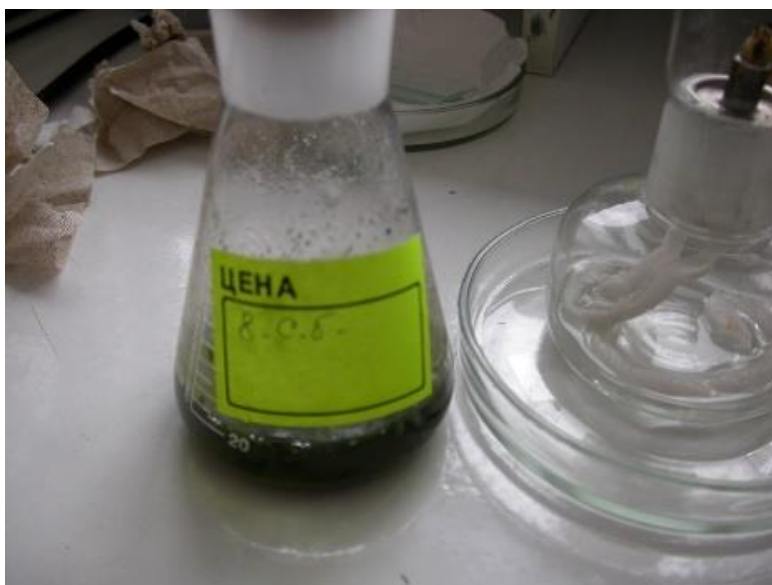


Рис. 20. Культивирование почвенной альгофлоры методом водная культура

Каждый из описанных методов имеет свои достоинства и недостатки. При помощи водных культур можно выявить наиболее точный общий состав обитающих в почве водорослей, однако он может дать неправильное представление об их количественных соотношениях и доминирующих формах. Скорректировать эти данные можно с помощью метода «стекла обрастания» [21].

Метод водных культур является менее доступным для обучающихся из-за применения стерилизации при помощи автоклава, который чаще всего присутствует в профильных образовательных учреждениях, в то время как метод «стекла обрастания» является наиболее приемлемым в условиях школы, так как все необходимое для его осуществления оборудование есть в каждой общеобразовательной школе.

2.3. Методика организации и проведения исследовательской работы по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярск

Изучив психолого-педагогическую и методическую литературу, а также рассмотрев рабочие программы по биологии в рамках основного общего образования, нами были сделаны выводы о том, что для исследовательской работы по альгоиндикации важно активно привлекать учащихся 8-9 классов,

однако стоит учесть, что на момент планирования и начала работы они должны быть семи- и восьмиклассниками соответственно.

Планирование и привлечение обучающихся к будущей исследовательской работе должно осуществляться заблаговременно, из-за особенностей используемого метода (табл. 3). Длительность исследовательской работы составляет один календарный год.

Таблица 3

Календарно - тематическое планирование исследовательской работы обучающихся по альгоиндикации

№	Основные этапы	Содержание этапа		Сроки выполнения
1	Подготовительный	1.1	Мотивация деятельности	Апрель-Май
		1.2	Формирование темы	
		1.3	Постановка цели и задач исследования	
		1.4	Изучение литературных источников	
2	Экспериментальный	2.1	Отбор образцов для исследования	Июнь-Сентябрь
		2.2	Засевание образцов	Сентябрь
		2.3	Изучение образцов	Сентябрь-Ноябрь
		2.4	Проведение физико-химических анализа образцов (влажность, рН)	Июнь-Ноябрь
3	Рефлексивный	3.1	Анализ полученных результатов	Декабрь-Январь
		3.2	Оформление отчета по проделанной работе	
		3.3	Подготовка доклада и презентации для представления результатов	
4	Итоговый этап	Представление результатов исследовательской работы		Февраль-Апрель

Как можно увидеть помимо общепринятых действий подготовительный этап обязательно должен включать предварительное знакомство с методом

альгоиндикации по литературным источникам. В рекомендуемый список литературы могут быть включены работы Зеновой Г.М., Штины Э.А., Кабирова Р.Р., Трухницкой С.М., Чижевской М.В (Приложение Г).

Экспериментальный этап является самым продолжительным и подразделяется на несколько подэтапов.

Отбор образцов осуществляется на протяжении всего вегетационного сезона. Стоит отметить, что наибольшее видовое разнообразие почвенной альгофлоры на объектах г. Красноярска приходится на период август-сентябрь, в связи с чем сроки начала экспериментального этапа могут быть смещены на данное время [45].

Определение, на какой из ранее предложенных опытных площадок (см 2.3.) будет осуществляться исследование, происходит на подготовительном этапе и приурочено к формулировке теме исследовательской работы.

Перед тем, как отправится на сбор образцов, стоит провести организационное собрание, на котором оговариваются правила техники безопасности, а также перечень необходимого для отбора образцов оборудования (табл. 4).

Таблица 4

Перечень оборудования,
необходимого для выезда на исследуемый участок

№	Наименование	Назначение
1	Стерильные пакеты	Хранение собранных образцов
2	Лопатка или савок	Сбор образцов
3	Нож	Разрыхление почвы
4	Водостойкий маркер	Подпись пакетов с образцами
5	Блокнот	Ведение описания исследуемого участка
6	Фотоаппарат	Съемка исследуемого участка
7	Карта местности	Отметка о местах сбора

Дата и время поездки на исследуемый участок сообщается заранее, а сам выезд сопровождается руководителем, который корректирует и направляет деятельность обучающихся.

На исследуемом участке, помимо непосредственного отбора проб для исследования, происходит его геоботаническое описание (в дневнике), фиксируются места отбора (на заранее подготовленной карте местности), производится съемка, для составления более точного описания. На основании этих данных, при составлении характеристики исследуемого участка производится оценка степени рекреационной нагрузки согласно модифицированной шкале В.Д. Перевозниковой, О.Н. Зуборевой [45].

Таблица 5

Модифицированная шкала оценки степени рекреационной нагрузки
В.Д. Перевозниковой, О.Н. Зуборевой

Степень нарушенности	Описание
Низкая	Подстилка состоит из листового и, частично хвойного опада, в поверхностном слое в поверхностном слое почвы присутствуют следы нарушений (кострище), в травостое присутствуют рудеральные виды – до 20%
Средняя	Подстилка состоит из листового опада, частей стеблей, хорошо развита дернина; почва уплотнена; присутствуют следы нарушений; доля синантропных растений не превышает 40%, травостой сомкнутый
Сильная	Подстилка практически отсутствует, почва сильно уплотнена, содержит антропогенные нарушения (щебень, стекло, бытовой мусор) доля рудеральных растений достигает 40% растительный покров несомкнутый, травянистые растения низкорослые, приземистые
Деградация	Подстилка отсутствует, почва сильно уплотнена, низкое видовое разнообразие с доминирование рудеральных видов (до 60%)

После того, как были отобраны пробы, их можно оставить на некоторое время, в темном прохладном месте, где они ждут своего времени. Однако стоит учесть, что для дальнейшего исследования физико-химических свойств почв, а именно влажности, от каждого отобранного образца берется навеска. Каждая такая навеска помещается в бюкс, который плотно закрывается, для

предотвращения испарения влаги из образца. В таком виде они могут храниться до момента проведения исследования. Определение влажности почвы происходит при помощи термостатно-весового метода, согласно которому влажность почвы высчитывается исходя из разницы между весом образца до того, как его высушили и после.

Засевание образцов осуществляется одним из ранее описанных способов, и зависит напрямую от оснащённости школы (см 2.2.).

В то время, как происходит культивация образцов, обучающиеся более подробно знакомятся с методами исследования почвенной альгофлоры, составляют описания исследуемых участков.

Изучение видового разнообразия происходит при помощи микроскопа. Для этого обучающимся необходимо приготовить живой микропрепарат, соблюдая все микробиологические требования (рис. 21) (Приложение Д). В ходе изучения видового разнообразия происходит описание наблюдаемых объектов, их особенностей. Для удобства дальнейшего определения можно осуществлять съёмку микропрепаратов (рис. 22).



Рис. 21. Подготовка живых микропрепаратов к изучению видового состава водорослей

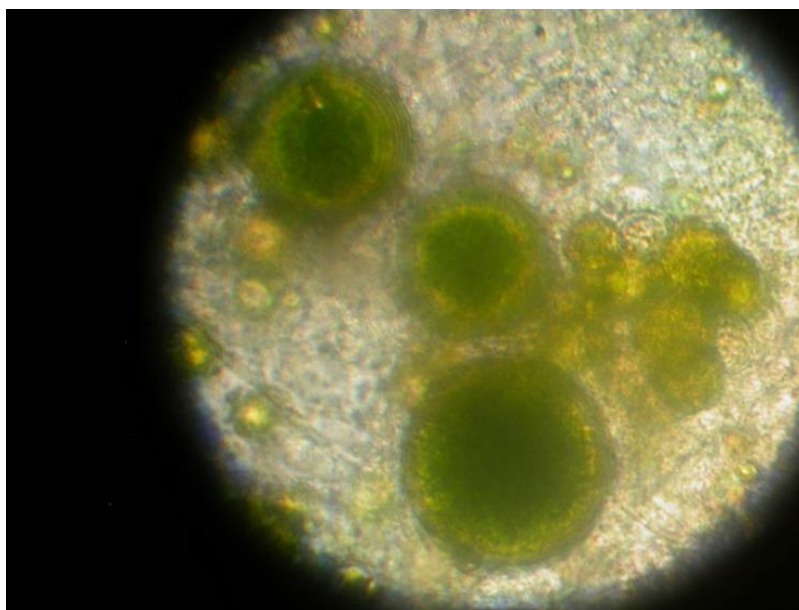


Рис. 22. Фотография исследуемого микропрепарата: общий план

Для определения видового состава используются определители и определительные таблицы водорослей, также можно производить сравнение с альгологическими базами данных и каталогами (Приложение Е).

Принцип работы с данными электронными ресурсами будет практически идентичным. В первую очередь стоит учесть, что данные базы, являются не русскоязычными, однако работа с ними является довольно простой и потребует базовых знаний иностранного языка для навигации по ним.

На главной странице каждого сайта располагаются поля ввода, необходимые для более быстрого нахождения необходимой информации. Они облегчают работу в том случае, если обучающимся уже известна какая-либо информация об определяемом объекте. На сайте крупнейшей базы данных водорослей и цианобактерий имеются три поля, в верхнее поле вводятся таксономические данные стоящие выше рода, среднее поле необходимо для ввода родовых наименований, нижнее же предназначено для видового названия (рис. 23). Для корректного поиска информации наименования следует вводить на общепринятом в научном обществе языке – латинском.

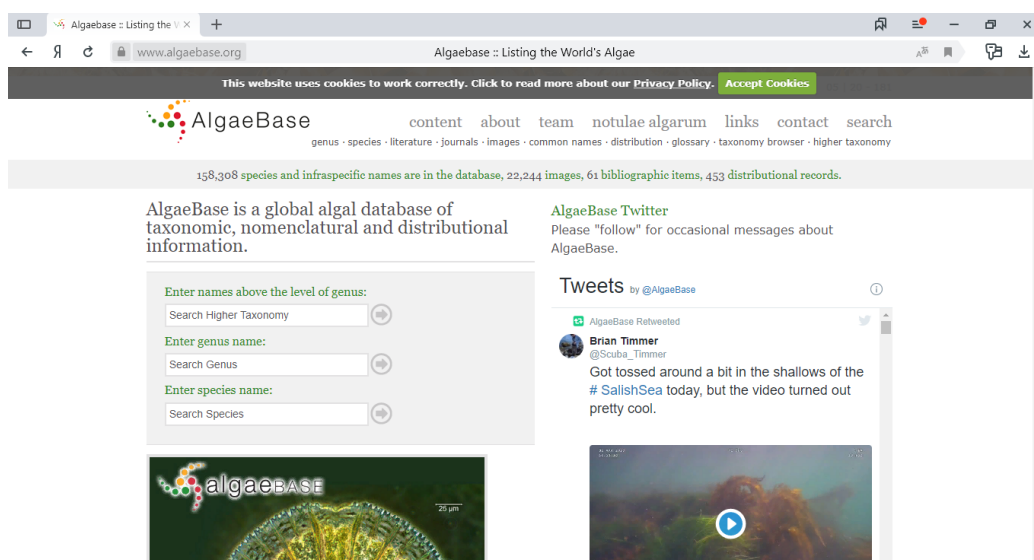


Рис. 23. AlgaeBase (база данных водорослей и цианобактерий)

После того как поиск по запросу завершен, на странице сайта отображаются все доступные данные, которые включают описание определяемого объекта, фотографии и данные об местах сбора (рис. 23).

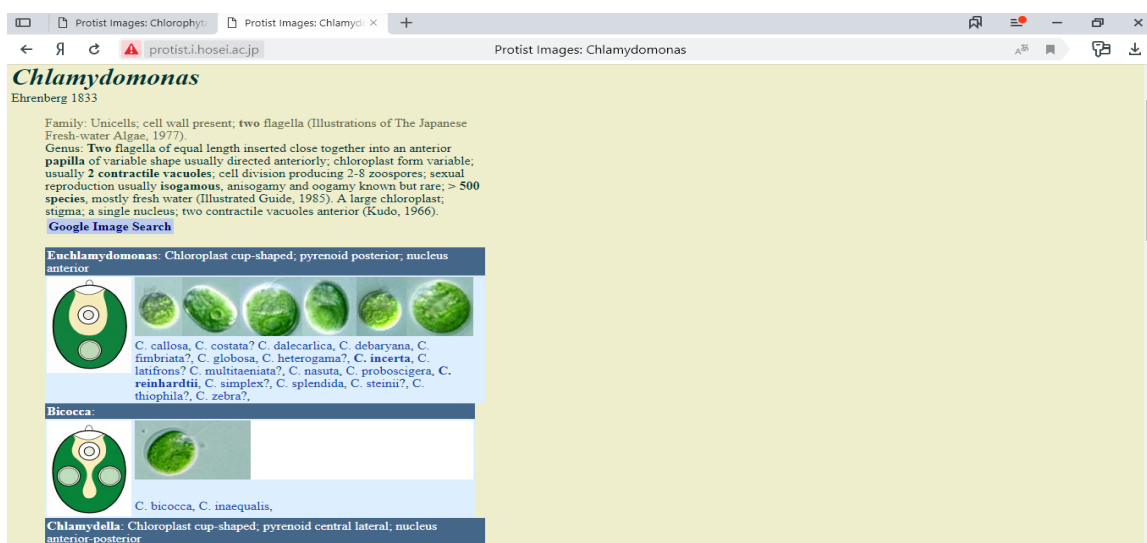


Рис. 24. База данных по протистам, в том числе водорослям: общие данные по запросу поиска на примере Хламидомонады

Сопоставляя данные, полученные при работе с определителем и определительными таблицами (Приложение Г), с данными, которые были получены в результате запросов на подобных электронных ресурсах, становится возможным более точное определение исследуемой почвенной альгофлоры [1; 2].

Определив видовой состав почвенной альгофлоры, обучающиеся могут приступить к выполнению следующего этапа работы – учет соотношения жизненных форм почвенных водорослей, который необходим при составлении экологического спектра альгофлоры в исследуемой почве. Данный вид работы является важным, поскольку, основываясь на этих данных, обучающиеся смогут получить данные об экологическом состоянии исследуемого участка. Всего выделяются 9 жизненных форм (экобиоморф) почвенных водорослей (рис. 25).

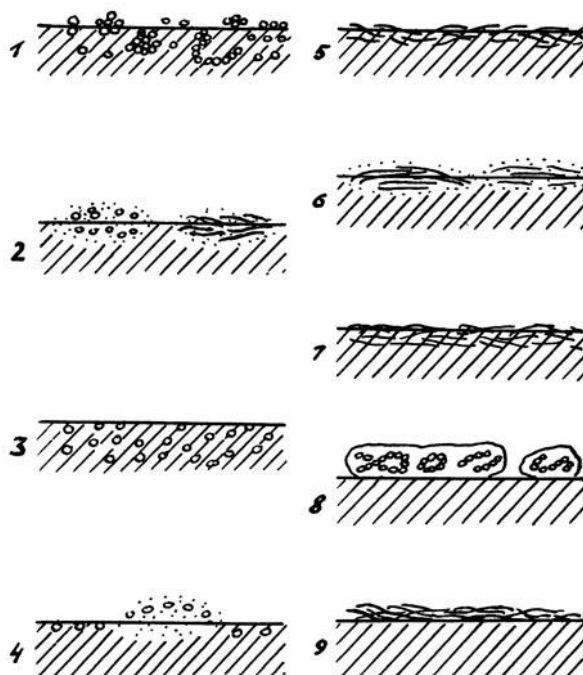


Рис. 25. Жизненные формы почвенных водорослей (Г.М. Зенова, Э.А. Штина, 1990):

1 - Chlorococcum - форма (Ch-форма); 2 - Cylandrospermum - форма (C-форма); 3 - Xanthophyta - форма (X-форма); 4 - Bacillariophyta - форма (B-форма); 5 - Rhodospirillum - форма (R-форма); 6 - Microcoleus - форма (M-форма); 7 - Heterothrix - форма (H-форма); 8 - Nostoc - форма (N-форма); 9 - Vaucheria - форма (V-форма)

Каждая из форм имеет свои особенности, которые обуславливают их предел выносливости при воздействии абиотических и биотических факторов. Используя данные по видовому составу почвенных водорослей и их особенности, обучающиеся сопоставляют их с описанием каждой жизненной формы (Приложение Ж), составляя экологическую формулу исследуемого участка.

Экологическая формула составляется из учета имеющихся жизненных форм. В начале производится подсчет видов, соответствующих той или иной жизненной форме (Приложение Ж). Название жизненной формы пишется по общепринятому сокращению (например, Ch – Chlorococsum), рядом с ним указывается количество обнаруженных видов (рис. 26).

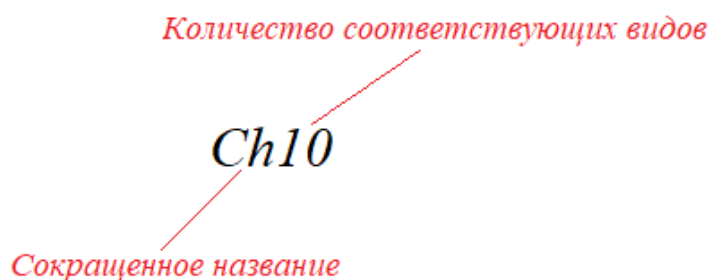


Рис. 26. Краткая запись жизненной формы для составления экологического спектра

Производя подсчет обучающимся следует приступить к составлению экологической формулы, которая составляется таким образом, чтобы первыми указывались экобиоморфы, имеющие наибольшее количество видов, последними – наименьшее (рис. 27).

Альгоценоз	Экологическая формула
1. Студгородок	C10 Ch6 X5 P5 H4 B2 Cf1 N1

Рис. 27. Пример составления экологического спектра альгоценозов

Этап рефлексии начинается с анализа полученных данных: соотношение видов каждого отдела и доминирующие жизненные формы. Важную роль при анализе полученных результатов играют основные ответные реакции почвенной альгофлоры на резкое изменение почвенных условий:

- угнетение и выпадение некоторых групп водорослей;
- полная замена одних группировок другими;
- полное исчезновение водорослей [44].

Правильная интерпретация этих результатов даст возможность обучающимся сделать вывод об экологическом состоянии исследуемого участка.

Результаты проделанной работы оформляются в отчет. Начинается подготовка к презентации результатов.

На протяжении всех этапов работы руководитель осуществляет оценку проделанной работы, проводит консультации по возникающим вопросам, а также осуществляет корректировку результатов.

Заключительным этапом исследовательской работы является представление полученных результатов на научно-практической конференции различных уровней.

Стоит отметить, что данная исследовательская работа, может повторяться из года в год на одном и том же участке, в результате чего можно отследить улучшение или ухудшения его экологического состояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа посвящена выявлению возможностей природной образовательной среды г. Красноярска в организации внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по альгоиндикации.

В первой главе исследования раскрыта сущность исследовательской деятельности по биологии, выявлена ее роль в современном образовательном процессе, а также приведены компоненты образовательной среды для эффективной организации данного вида деятельности.

Во второй главе показана роль биоиндикации в современных биологических исследованиях, выделены природные объекты г. Красноярска, которые могут служить площадками школьных исследований, разработаны методические рекомендации по организации и проведению исследовательской работы школьников по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярска.

На основе проделанной нами работы можно сделать следующие выводы:

1. Внеурочная деятельность обучающихся является неотъемлемой частью современного образовательного процесса в школе. Ее результаты, объем, состав, структура и направления планируются образовательным учреждением самостоятельно в соответствии с ФГОС. Общеинтеллектуальное направление внеурочной деятельности нацеливает учителя на формирование у школьников исследовательских умений и навыков. Одной из особенностей внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии является организация работы с живыми объектами.

2. Для организации исследовательской работы обучающихся с почвенными водорослями возможно использовать в качестве образовательной природную среду г. Красноярска, так как: её климатические условия для роста и развития почвенных водорослей являются благоприятными; существует большое количество актуальных для исследования площадок; наблюдается высокое видовое разнообразие почвенной альгофлоры; методы сбора,

определения и интерпретации результатов исследования по альгоиндикации доступны для обучающихся основной школы.

3. При организации исследовательской работы обучающихся по альгоиндикации на природных объектах г. Красноярска необходимо учитывать следующие методические условия: изучить систематику почвенных водорослей, обитающих в природной среде г. Красноярска, определить экспериментальные площадки, посетить их; познакомиться с методами сбора, культивирования и определения почвенных водорослей; подготовить необходимые материалы и оборудование; планировать мероприятия по сбору природных объектов в летний период, организовывать исследования с обучающимися 7-8 классов с перспективой продолжения в следующем учебном году.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AlgaeBase. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.algaebase.org/>. (Дата обращения: 27.04.2020).
2. Protist Information Server. [Электронный ресурс]. URL: http://protist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html. (Дата обращения: 27.04.2020).
3. Алексахина Т.И., Штина Э.А. «Почвенные водоросли лесных биогеоценозов». Москва: Наука, 1984. 149 с.
4. Антипова Е.М. Малый практикум по ботанике (Грибоподобные протисты. Водоросли): учебное пособие для студентов-биологов; Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2013.
5. Антипова С.В. Руководство к практикуму по ботанике / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016. Ч. 1: Морфология, анатомия и физиология растений. С. 206 – 211.
6. Антипова С.В., Антипова Е.М. Урбанофлора города Красноярска (сосудистые растения): монография / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. 2-е изд., испр. и доп. Красноярск, 2016. С. 6 – 13.
7. Баландин С.А., Абрамова Л.И., Березина Н.А. Общая ботаника с основами геоботаники. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 68 с.
8. Биология. 5-6 классы: учебник для общеобразоват. организаций/ В.В. Пасечник, С.В. Суматохин и др.; под ред. В.В. Пасечника; 3-е изд. М.: Просвещение, 2014. 160 с.
9. Биология. 7 класс: учебник для общеобразоват. организаций/ В.В. Пасечник, С.В. Суматохин, Г.С. Калинова; под ред. В.В. Пасечника; 3-е изд. М.: Просвещение, 2014. 256 с.
10. Биология. Многообразие живых организмов: Животные. 8 кл.: учебник/ Н.И. Сонин, В.Б. Захаров. 2-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2013. 224 с.

11. Биология: Многообразие живых организмов: Бактерии, грибы, растения. 7 кл.: учебник/ Н.И. Сонин, В.Б. Захаров. 3-е изд., стереотип. М. Дрофа, 2016. 126 с.
12. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш.учеб.заведений / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. М. Издательский центр «Академия», 2006. 320 с.
13. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. «Водоросли. Справочник». Киев. Наукова думка, 1989. 608 с.
14. Вострецова М.А. Чем отличаются внеурочная, внеучебная, внеклассная, внешкольная деятельности? [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/chem-otlichayutsya-vneurochnaya-vneuchebnaya-vneklassnaya-vneshkolnaya-deyatelnosti-801511.html>. (Дата обращения: 11.11.2019).
15. Грубый М.В. Музеи города Красноярск как компонент образовательной среды для внеурочной исследовательской деятельности обучающихся по биологии и географии // Методика обучения дисциплинам естественнонаучного цикла: проблемы и перспективы: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 23 апреля 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Т.В. Голикова; ред. кол.; Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2020. С. 32 – 34.
16. Данилюк А.Я., Кондраков А.М., Тишков В.А. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. М. Просвещение, 2014. 24 с.
17. Дрофа В.М. Образовательная среда как средство управления. [Электронный ресурс]. URL: http://gcon.pstu.ru/pedsovet/programm/-section=13_5_4_2.htm. (Дата обращения: 04.02.2020).
18. Ефимова М.В., Ефимов А.А. Синезеленые водоросли или цианобактерии? Вопросы систематики. [Электронный ресурс].

- URL:<https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=710>. (Дата обращения: 03.02.2019).
19. Жизнь растений. Том 3. Водоросли. Лишайники' \\Под ред. проф. М. М. Голлербаха. Москва. Просвещение, 1977. 487 с.
 20. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М. Книжный дом «Университет», 2001. 256 с.
 21. Зенова Г.М., Штина Э.А. «Почвенные водоросли». Москва. Московский государственный университет, 1990. 80 с.
 22. Корсунская В.М. Активизация методов обучения на уроках биологии. М., 2001.
 23. Лященко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие/ СПб ГТУРП. СПб., 2012. 67 с.
 24. Методические рекомендации по выполнению исследовательских и проектных работ. [Электронный ресурс]. URL: https://gym40.ru/fgos/Рекомендации_по_выполнению_проектных_и_исследовательских_работ.pdf.
 25. Назаренко И.И., Трухницкая С.М. Сравнительный анализ таксономической структуры альгобактериальных сообществ города Красноярска, Сосновоборска и Железногорска // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. № 9. С. 276-278.
 26. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. СПб. Изд-во С. Петерб.ун-та, 2016. 300 с.
 27. Определитель бактерий Берджи / Ред. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П., Стейли Дж., Уильямс С. М. Мир, 1997. Т.1. 431 с.
 28. Организация внеурочной деятельности в условиях введения ФГОС ООО. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eduportal44.ru/sites/RSMO-test/DocLib9/ФГОС%20ООО%20Организация%20внеурочной%20деятельности%20по%20предмету%20Технология/Внеурочная%20деятельность%20ФГОС.pdf>. (Дата обращения: 21.11.2019).

29. Пармелова Л.В. Организация исследовательской деятельности школьников на базе университета. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-issledovatel'skoy-deyatelnosti-shkolnikov-na-baze-universiteta/viewer>. (Дата обращения 20.02.2020).
30. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 апреля 2011 года №03-255 «О введении федеральных государственных образовательных стандартов общего образования»;
31. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 мая 2011 года №03-296 «Об организации внеурочной деятельности при введении государственного образовательного стандарта общего образования» (Президента РФ от 15.05.2018 N 215 Минобрнауки РФ преобразовано в Министерство просвещения Российской Федерации и Министерство науки и высшего образования Российской Федерации с передачей указанным Министерством соответствующих функций). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_114990/. (Дата обращения: 13.11.2019).
32. Приказ Минобрнауки России, в ред. от 29.12.2014 N 1644 "О внесении изменений в приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования". [Электронный ресурс]. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/13336>. (Дата обращения: 13.11.2019).
33. Прохорчук Е.Н. Учебное проектирование по биологии в школе: лабораторный практикум для студентов биологических специальностей педагогических вузов; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2009. С. 34 – 37.
34. Развивающая предметно-пространственная среда как средство совместной деятельности детей и взрослых. [Электронный ресурс].

- URL: <https://nsportal.ru/detskii-sad/vospitatelnaya-rabota/2015/10/26/razvivayushchaya-predmetno-prostranstvennaya-sreda-kak>. (Дата обращения: 08.06.2020).
35. Рябовол С. В. Растительность г. Красноярска // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1.
36. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М. Мир, 1990. 597 с
37. Смирнова Н.З., Галкина Е.А. Исследовательская деятельность школьников в окружающей среде – учебное пособие. Красноярск. КГПУ им. В.П. Астафьева, 2012. 200 с.
38. Сорокин А. Г. Исследовательская деятельность обучающихся в контексте задач ФГОС ООО // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 25. С. 71–75.
39. Теория педагогики. [Электронный ресурс]. URL:<http://teoria.ru/glava-2-obuchenie/p-2-obuchenie-i-deyatelnost>. (Дата обращения: 21.11.2019).
40. Трухницкая С.М., Коренева В.В. Разнообразие цианопракариот рекреаций г. Красноярска // Вестн. КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. № С. 347–349.
41. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897). 41 с.
42. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (последняя редакция). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/. (Дата обращения 13.11.2019).
43. Чижевская М.В. Биодиагностика антропогенно преобразованных ландшафтов (метод альгоиндикации) [Электронный ресурс]. URL: <http://dl.sibsau.ru/mod/resource/view.php?id=4436>. (Дата обращения: 05.04. 2018).

44. Чижевская М.В. Использование альгофлоры в качестве индикатора состояния рекреационных территорий Красноярской урбоэкоцитсемы: автореф. дис. канд. био. наук: 03.00.16 / Чижевская Марина Валерьевна. Красноярск, 2007. 19 с.
45. Штина Э.А. Методы изучения почвенных водорослей // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. М. Наука, 1984. С. 58-74.
46. Юдина Е.С. Альгоиндикация экологического состояния городских рекреационных лесопарков // Молодые ученые в решение актуальных проблем науки [Электронный ресурс]: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (19 мая 2017 г., Красноярск). URL: http://sibgtu.sibsau.ru/files/nau/zs/2017/mu_2017.pdf. (Дата обращения: 10.03.2018).
47. Юдина Е.С. Видовое разнообразие отдела Chlorophyta лесного массива студгородка г. Красноярска // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири. Материалы научно-практической конференции «БИОЭКО». Красноярск, 2019. С. 59-61.
48. Юдина Е.С. Организация исследовательской деятельности школьников по альгоиндикации природных объектов г. Красноярска // Методика обучения дисциплинам естественнонаучного цикла: проблемы и перспективы: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 23 апреля 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Т.В. Голикова; ред. кол.; Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2020. С. 162 – 164.
49. Юдина Е.С. Учебная информация о биоиндикаторах в содержание школьных учебников биологии // Методика обучения дисциплин естественнонаучного цикла: проблемы и перспективы. Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. Красноярск, 2018. С. 217-219.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Опубликованные научные статьи по теме исследования

Секция «Проблемы устойчивого лесопользования»

УДК 574

АЛЬГОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОПАРКОВ

Е. С. Юдина¹
Научный руководитель – М. В. Чижевская²

¹Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89

²Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: chizhevskay_mv@list.ru

Определение структуры сообществ почвенных водорослей позволяет провести анализ экологического состояния лесных биоценозов, подверженных рекреационным нагрузкам.

Ключевые слова: почвенные водоросли, альгоценоз, биоиндикация, рекреационная нагрузка.

ALSOINDICATE THE ECOLOGICAL STATUS OF URBAN RECREATIONAL PARKS

E. S. Yudina¹
Scientific Supervisor – M. V. Chizhevskaya²

¹Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafieva
89, Ada Lebedeva St., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: chizhevskay_mv@list.ru

Determining the structure of communities of soil algae allows analysis of the ecological state of forest biocenoses subject to recreational pressures.

Keywords: Soil algae communities, soil bioindication, recreation.

Одной из основных задач современного общества, является сохранение лесных массивов на всем земном шаре. Однако, как часто бывает, люди сосредотачивают все внимание на больших лесных площадях, часто забывая про то, что лес находится не только за пределами города, но и в его черте. Жители города не часто задумываются о том, какой вред они могут причинять не только флоре вокруг себя, но и почве на которой она произрастает, что влечет за собой большие последствия. За частую, в городских лесопарках мы можем наблюдать довольно плачевную картину: множество различного бытового мусора, следы от кострищ и т. д. Все это наносит большой урон экологическому состоянию города в целом. В связи с этим, встает необходимость оценки общего экологического состояния городских рекреационных лесопарков. Одним из современных методов экологического мониторинга почв является альгоиндикация [1; 2].

Альгоиндикация – метод, основанный на исследовании сообществ почвенных водорослей. Известно, что почвенные водоросли как биологические индикаторы имеют ряд преимуществ перед другими почвенными микроорганизмами: они быстро реагируют на изменения почвенных условий; сходны с высшими растениями по реакции на состояние почвы; культивирование водорослей является достаточно простым, что делает данный метод наиболее привлекательным по сравнению с другими методами [3].

Исследования почвенных альгоценозов основаны на изучении их видового состава, состава доминантов, субдоминантов, экобиоморф и специфических видов. Соотношение систематических групп почвенных водорослей рассматривается на уровне порядков и отделов. Исследователи выделяют основные ответные реакции почвенной альгофлоры на резкие изменения почвен-

ных условий: 1) угнетение и выпадение некоторых групп водорослей; 2) полная замена одних группировок другими; 3) полное исчезновение водорослей [4; 5].

Целью нашего исследования является изучение альгоценозов почв, городских лесов, подверженных регулярным рекреационным нагрузкам. Объекты исследования являются сообщества почвенных водорослей.

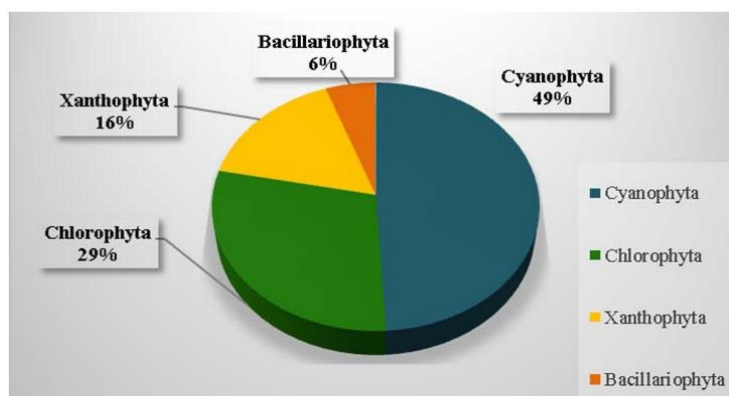
В качестве опытных площадок нами были выбраны: лесная зона в районе Ветлужанка, лесная зона в Студгородке и дендрарий в Академгородке. Дендрарий Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, расположен в Академгородке и представляет собой искусственный фитоценоз, включающий в себя растения, принадлежащие к разным географическим районам.

Для всех участков характерны следующие особенности: высокая степень рекреационной нагрузки, сильное загрязнение бытовым мусором, регулярное вмешательство человека: земляные работы, стрижка травы. Все участки расположены в черте города, в непосредственной близости к транспортным магистралям.

При качественном анализе исследуемых участков применялся принцип сравнения альгогруппировок фоновых и урбозкосистем: водорослевые группировки почв сравнивались по флористическому богатству, систематическому спектру, комплексу доминирующих видов, соотношению экобиоморф, видовой специфичности альгофлор, встречаемости отдельных видов в рекреационных зонах [2; 3].

По данным, имеющимся на сегодняшний день, в почвах исследуемых участков обнаружено 35 видов почвенных водорослей, относящихся к 4 отделам, 15 родам [6; 7].

Из всех выявленных видов большее число приходится на синезеленые водоросли: *Cyan*_{49%}, *Chlor*_{29%}, *Xant*_{16%}, *Bac*_{6%} (см. рисунок).



Соотношение отделов почвенных водорослей.

Изменения процентного соотношения отделов в сторону уменьшения доли зеленых и желто-зеленых водорослей показывает увеличение негативного влияния антропогенной нагрузки. Высокое содержание синезеленых и диатомовых диагностирует стрессированность почв [2].

На основании проведенного анализа можно сказать, что общей характеристикой систематической структуры альгоценозов городских почв является слабое видовое разнообразие.

Анализ соотношений отделов позволяет сделать выводы о стрессированности почв городских лесных рекреаций (табл. 1).

Зеленые водоросли вытесняются синезелеными – такое распределение отражает нарушение естественных местообитаний и систематической структуры альгогруппировок. Отсутствие желто-зеленых водорослей свидетельствует о необратимых структурных изменениях данного сообщества водорослей, что характерно для почв городских дворов и загрязненных участков вокруг промышленных предприятий [3; 4].

Соотношение жизненных форм водорослей – экобиоморф отображается экологическими формулами. Экологический спектр альгоценозов исследуемых участков указан в табл. 2.

Таблица 1

Соотношение отделов (%) городской альгофлоры

Отделы водорослей	Студгородок	Академгородок	Ветлужанка
Диатомовые	28,57	42,86	28,57
Желто-зеленые	26,66	20	53,34
Зеленые	28,57	28,57	42,86
Сине-зеленые	26,32	34,21	39,47

Таблица 2

Экологический спектр альгоценозов

Альгоценозы	Экологическая формула
1. Студгородок	C ₁₀ Ch ₆ X ₅ P ₅ H ₄ B ₂ Cf ₁ N ₁
2. Академгородок	C ₉ Ch ₆ P ₃ B ₃ Cf ₂ X ₁ H ₁
3. Ветлужанка	Ch ₅ C ₅ P ₄ X ₃ B ₂ Cf ₁ H ₁ N ₁

В альгоценозах городских лесных рекреаций преобладают виды-убиквисты (Ch-форма). На недостаточное увлажнение почвенного слоя указывает присутствие P-формы характерной для ксерофитов и небольшое число X-, H-, B-форм, характерных для влажных, участков. Практически отсутствует C-форма, как наиболее чувствительная к вытаптыванию.

На участках, где присутствует лесная подстилка сохраняется благоприятная для роста альгофлоры микрозона, о чем свидетельствует присутствие в ряде образцов влаголюбивых и теневыносливых X- и H-форм (представители отдела желто-зеленых водорослей).

Совместное присутствие светолюбивых видов, обитающих на голых поверхностях (P-формы) с теневыносливыми (X-формы) подтверждает данные о мозаичности лесного биогеоценоза [4].

Анализ флористических спектров показал, что структурные и качественные изменения альгоценозов реально отражают экологическое состояние почв, которое в свою очередь является результатом различной степени вмешательства человека. Общей характеристикой систематической структуры альгосиннузий городских лесных рекреаций является низкое видовое разнообразие, упрощенные таксономическая структура и соотношение жизненных форм. Изменения процентного соотношения отделов в сторону уменьшения доли зеленых и желто-зеленых водорослей показывает увеличение негативного влияния антропогенной нагрузки.

Библиографические ссылки

1. Кабиров, Р. Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей (Методические аспекты)// Альгология, 1993. Т. 3. С. 73–83.
2. Кабиров Р. Р. Альготестирование и альгоиндикация. Уфа, 1995. 124 с.
3. Экологические связи водорослей в биогеоценозах / Г. М. Зенова [и др.] // Микробиология. 1995. Т. 64, № 2. С. 149–164.
4. Зенова Г. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. М. : МГУ, 1990. 90 с.
5. Илюшенко А. Е. Приспособления почвенных водорослей лесных фитоценозов к рекреационным нагрузкам // Сиб. экол. журн.. 2001. № 4. С. 443–448.
6. Чижевская М. В., Трухницкая С. М. Сравнительная характеристика сообществ почвенных водорослей городских рекреаций (на примере г. Красноярска) // Вестник СибГАУ. Вып. 3 (10). Красноярск, 2006. С. 171–173.
7. Чижевская М. В. Биодиагностика антропогенно преобразованных ландшафтов (метод альгоиндикации) [Электронный ресурс]. URL: <http://dl.sibsau.ru/mod/resource/view.php?id=4436> (дата обращения: 30.03.2017).

© Юдина Е. С., 2017

УЧЕБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О БИОИНДИКАТОРАХ В СОДЕРЖАНИИ ШКОЛЬНЫХ УЧЕБНИКОВ БИОЛОГИИ

EDUCATIONAL INFORMATION ABOUT BIOINDICATORS CONTENTS OF SCHOOL TEXTBOOKS OF BIOLOGY

Е.С. Юдина

E.S. Yudina

Научный руководитель Е.Н. Прохорчук
Scientific adviser E.N. Prohorchuk

Экологическое воспитание, экологический мониторинг, биоиндикация, биоиндикаторы.
В статье представлен анализ содержания школьных учебников биологии на предмет наличия в них учебной информации о способности живых организмов проявлять себя в качестве биоиндикаторов.

Ecological education, ecological monitoring, bioindication, bioindicators.
The article presents an analysis of the contents of school textbooks of biology for the presence of educational information in them about the ability of living organisms to manifest themselves as bioindicators.

Экологическое воспитание школьников является одним из основополагающих направлений современного биологического образования в связи с ухудшающимся состоянием окружающей среды. При изучении учебного предмета «Биология» у обучающихся формируется система знаний о многообразии живых организмов, их морфологии, анатомии и физиологии. Однако если мы обратимся к экологическому содержанию школьного учебника биологии, мы можем увидеть, что основное внимание уделено последствиям негативного влияния на окружающую среду, но не как тому, как обучающиеся могли бы выявить данные нарушения самостоятельно, опираясь на полученные знания о живых организмах в ходе изучения предмета.

Одним из способов, который помог бы обучающимся применять свои знания на практике, является экологический мониторинг – слежение за состоянием окружающей среды с помощью живых индикаторов, а если говорить точнее, то один из его методов – биоиндикация. Под ним принято понимать оценку качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях [6].

Организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых тесно коррелируют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки, называются биоиндикаторами. Ими могут быть живые организмы, обладающие хорошо выраженной реакцией на внешние воздействия: различные виды бактерий, грибов, растений и животных. Биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в клетке и организме, так и морфологические изменения [5, с.19-20].

На основании вышесказанного возникает необходимость анализа содержания школьного учебника биологии на предмет наличия в нем учебной информации о способности различных живых организмах проявлять себя в качестве биоиндикаторов. Для анализа были выбраны две авторские рабочие программы по биологии: В.Б. Захаров, Н. И. Сонин. УМК «Живой организм»; В.В. Пасечник. «Линия жизни».

Данные программы были выбраны нами из множества других из-за своей экологической направленности, а также по причине того, что они широко используются в школах Красноярского края.

Анализ содержания соответствующих программам школьных учебников показал следующее:

– в анализируемые учебники включен материал о разных видах живых организмов – биоиндикаторах: клубеньковые бактерии, лишайники, сфагновые мхи, хвощи, водоросли, губки, коралловые полипы, кольчатые черви, двусторчатые моллюски, земноводные.

– в учебниках не только говорится о том, что данные организмы являются биоиндикаторами, но и описываются те изменения окружающей среды, о которых они сигнализируют.

Клубеньковые бактерии – наличие говорит о большом содержании азота в почве [1, с.46].

Лишайники – отсутствие видов свидетельствует о сильном загрязнении воздуха [1;2;4].

Индикатор кислотности почвы:

– Сфагновые мхи – присутствие видов говорит о закисление почвы [2;4].

– Хвощ полевой – наличие вида указывает на сильную закисленность почвы [2].

Также о хвощах говорится как об индикаторах «плохой» почвы, однако, что именно понимается под «плохой» почвой, не уточняется. [4, с.74]

Индикаторы загрязнения водоемов:

1. Водоросли – активное размножением некоторых видов свидетельствует о сильном загрязнение [2;4];

2. Губки – большое количество колоний указывают на сильное загрязнение [3];

3. Коралловые полипы – отсутствие видов указывает на сильное загрязнение океана [2];

4. Кольчатые черви – наличие видов указывает на чистоту [2];

5. Двусторчатые моллюски – наличие видов свидетельствует о чистоте [2;3];

6. Земноводные – отсутствие видов указывает на сильное загрязнение [2].

Отдельно говорится, что отсутствие дождевого червя указывает на переувлажненность почвы [3].

На основании полученных данных можно сказать, что живым организмам как биологическим индикаторам в учебном предмете «Биология» уделяется недостаточное внимание. Обучающимся показывают, какие живые организмы являются биоиндикаторами, на какие условия среды они указывают, но не приводится ни одной методики биоиндикации с использованием данных организмов.

В связи с этим, на наш взгляд, становится важным разработка дополнительных элективных курсов с использованием методик биоиндикации, которые бы позволили обучающимся восполнить пробелы в данной области.

Библиографический список

1. Биология. 5-6 классы: учебник для общеобразоват. организаций./ В.В. Пасечник, С.В. Суматохин и др.; под ред. В.В. Пасечника; – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2014.-160 с.
2. Биология. 7 класс: учебник для общеобразоват. организаций / В.В. Пасечник, С.В. Суматохин, Г.С. Калинова; под ред. В.В. Пасечника; – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2014.-256 с.
3. Биология. Многообразие живых организмов: Животные. 8 кл.: учебник/ Н.И. Сонин, В.Б. Захаров. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2013.-224 с.
4. Биология: Многообразие живых организмов: Бактерии, грибы, растения. 7 кл.: учебник/ Н.И. Сонин, В.Б. Захаров. – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2016.-126 с.
5. Лященко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие/ СПб ГТУРП.- СПб., 2012.-67 с.
6. Чижевская М.В. Биодиагностика антропогенно преобразованных ландшафтов (метод альгоиндикации) [Электронный ресурс]. URL: <http://dl.sibsau.ru/mod/resource/view.14>,

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОТДЕЛА *CHLOROPHYTA* ЛЕСНОГО МАССИВА СТУДГОРОДКА г. КРАСНОЯРСКА

THE SPECIES DIVERSITY OF THE DEPARTMENT *CHLOROPHYTA* OF THE LARGE CAMPUS IN THE CAMPUS OF KRASNOYARSK

Е.С. Юдина

E.S. Yudina

Научный руководитель Е.М. Антипова
Scientific adviser E.M. Antipova

Видовой состав, почвенные водоросли, отдел Chlorophyta.

Из 156 видов почвенных водорослей, обнаруженных в г. Красноярске, 40 % приходится на отдел Chlorophyta, который является самым обширным среди всех водорослей. Изучение видового состава почвенных водорослей имеет большое практическое значение. Флористический список отдела *Chlorophyta* лесного массива Студгородка г. Красноярска включает 3 класса, 5 порядков, 5 семейств и 8 видов.

Species composition, soil algae, Chlorophyta division.

Of the 156 species of soil algae found in Krasnoyarsk, 40 % are in the Chlorophyta division, which is the most extensive among all the algae. The study of the species composition of soil algae is of great practical importance. The floristic list of the department of Chlorophyta of Krasnoyarsk Forest Campus in the city of Krasnoyarsk includes 3 classes, 5 orders, 5 families and 8 species.

Изучение видового состава почвенных водорослей имеет большое практическое значение в изучении антропогенной и рекреационной нагрузки, оказанной на городские лесные массивы. На данный момент в г. Красноярске обнаружено 156 видов и внутривидовых таксонов почвенных водорослей, относящихся к 4 отделам, 19 порядкам, 35 семействам, 58 родам. Примерно 40 % от всего видового разнообразия приходится на отдел Зеленые водоросли [Трухницкая, Коренева, 2012; Назаренко, Трухницкая, 2013].

Отдел Chlorophyta является самым обширным среди всех водорослей, насчитывает около 13 тысяч видов. Представители отдела большей частью обитают в пресноводных водах, однако также имеются морские и наземные виды: почвенные, обитатели коры деревьев, камней и других субстратов вне воды [Антипова, 2013].

В связи с этим целью нашей работы является определение видового состава отдела зеленых водорослей в почвенной среде Студгородка г. Красноярска.

В качестве участка исследования нами был выбран лесной массив, находящийся в Студгородке. Для участка характерны следующие особенности: высокая степень рекреационной нагрузки, «относительное» загрязнение бытовым мусором, регулярное вмешательство человека как, например, земляные работы [Юдина, 2017].

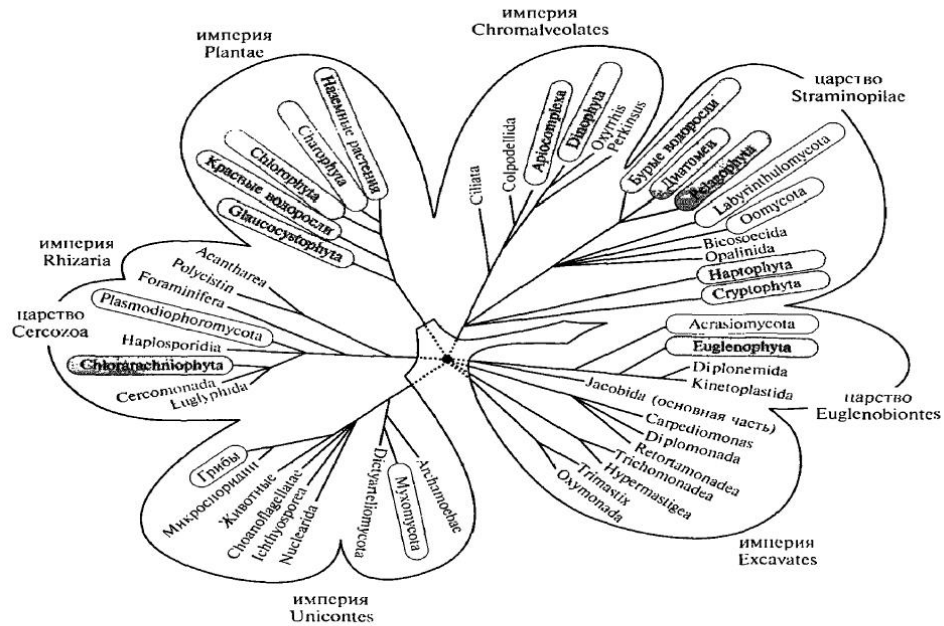


Рис. Схема филогении эукариот, построенная в результате синтеза многих филогенетических деревьев (Г.А. Белякова и др., 2006): 5 империй, разделенных на царства, отделы (цит. по: Антипова, 2016)

Исследования альгобактериальных ценозов проводились по общепринятым методикам [Антипова, 2012; Штина, 1984].

По филогенетическим связям на основании новейших молекулярных исследований (рис.), отдел Chlorophyta относится к империи Растения (Plantae), царству Зеленые растения (Viridiplantae) [Антипова, 2013; 2016; Антипова, Тушцына, 2009].

По данным, известным на сегодняшний день, в почвах исследуемого участка обнаружено 24 вида почвенных водорослей, относящихся к 4 отделам, 9 классам, 13 порядкам, 12 семействам, 15 родам. На отдел зеленые водоросли приходится 33,4 % от общего числа видов (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение отделов водорослей леса Студгородка г. Красноярска

Отделы	% соотношение от общего числа видов
Суанophyta	41,6
Chlorophyta	33,4
Хантроphyta	8,3
Вацеллариophyta	16,7

Зеленые водоросли представлены 8 видами, принадлежащими 3 классам, 5 порядкам, 5 семействам, 5 родам (табл. 2).

Таблица 2

Семейственный спектр водорослей леса Студгородка г. Красноярска

Семейство	Число видов	Доля общего числа видов, %
Chlamydomonadaceae	3	37,5
Chlorococcaceae	2	25 %
Мутмесiaceae	1	12,5 %
Chlorellaceae	1	12,5 %
Ulotrichacea	1	12,5 %

Анализ видовой насыщенности отдела Chlorophyta выявил преобладание ведущих семейств Chlamydomonadaceae (37,5 % от общего числа видов) и Chlorococcaceae (25 % от общего числа видов).

Библиографический список

1. Трухницкая С.М., Коренева В.В. Разнообразие цианопракарриот рекреаций г. Красноярска // Вестн. КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. № 3. С. 347–349.
2. Назаренко И.И., Трухницкая С.М. Сравнительный анализ таксономической структуры альгобактериальных сообществ города Красноярска, Сосновоборска и Железногорска // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. № 9. С. 276–278.
3. Антипова Е.М. Водоросли. Практикум по ботанике. Красноярск, 2012. 84 с.
4. Антипова Е.М. Малый практикум по ботанике (Грибоподобные протисты. Водоросли): учебное пособие для студентов-биологов / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2013.
5. Юдина Е.С. Альгоиндикация экологического состояния городских рекреационных лесопарков // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. 2017. С. 81–83.
6. Штина Э. А. Методы изучения почвенных водорослей // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. М.: Наука, 1984. С. 58-74.
7. Антипова С.В. Руководство к практикуму по ботанике / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016. Ч. 1: Морфология, анатомия и физиология растений. С. 206–211.
8. Антипова Е.М. Тупицына Н.Н. Ботаника с основами фитоценологии. Систематика растений и грибов: учебная программа дисциплины для студентов, обучающихся по специальности 540102 «Биология» / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2009.

УДК 371

**ОРГАНИЗАЦИЯ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ
ПО АЛЬГОИНДЕКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
г. КРАСНОЯРСКА**

ORGANIZATION
OF RESEARCH ACTIVITY OF SCHOOLCHILDREN
ON ALGOINDECATION OF NATURAL OBJECTS
OF KRASNOYARSK

Е.С. Юдина

E.S. Yudina

Научный руководитель **Е.Н. Прохорчук**
Scientific adviser **E.N. Prokhorchuk**

Исследовательская деятельность, альгоиндикация, природные объекты.

Статья посвящена актуальности организации исследовательской деятельности школьников по альгоиндикации. Обоснована доступность и эффективность применения данного метода в школьных исследованиях.

Research activity, algoindication, natural objects.

The article is devoted to the relevance of the organization of research activities of schoolchildren in algo indexation. The availability and effectiveness of the use of this method in school research is substantiated.

Исследовательская деятельность школьников по биологии способствует овладению способами взаимодействия с природой, побуждает к познанию, развитию и совершенствованию личности обучающегося. В ходе ее осуществления у школьников формируются биологическая грамотность, владение способами прогнозирования ситуации и умение обращаться с природой как с общечеловеческой ценностью [3].

Постоянно увеличивающаяся антропогенная нагрузка на природную составляющую г. Красноярск делает исследования по биоиндикации весьма актуальными среди современных школьников. Одним из перспективных методов исследования является альгоиндикация – изучение сообществ почвенных водорослей. В основе метода лежат следующие изменения видового состава: угнетение и выпадение некоторых групп; полная замена одних группировок другими; полное исчезновение групп. К достоинствам данного метода можно отнести: быструю реакцию водорослей на изменения условий; сходство с высшими растениями по реакции на состояние почвы; простое культивирование в условиях школьной лаборатории [5; 6].

Несмотря на довольно активную застройку, в черте города Красноярска все еще остается довольно большое количество объектов, на которых могут осуществляться альгологические исследования (см. рис.).

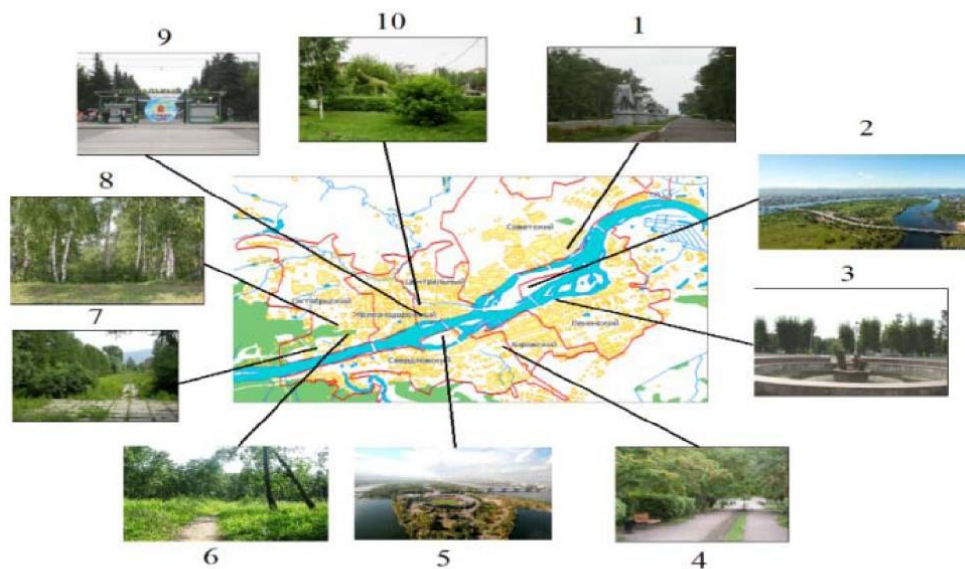


Рис. Природные объекты г. Красноярска: 1. Гвардейский парк; 2. о. Татышев; 3. Парк ДК 1 Мая; 4. Сквер около цирка; 5. о. Отдыха; 6. Студгородок; 7. Академгородок; 8. Ветлужанка; 9. Центральный парк культуры и отдыха; 10. Сквер им. Сурикова

Для данных объектов характерна различная степень рекреационной нагрузки. Растительные сообщества представляют собой типичные для урбоэкосистем растительные ассоциации. Данные объекты являются доступными для изучения, добраться до них можно на общественном транспорте, а также пешим ходом. Сбор образцов можно вести с начала вегетационного сезона, т.е. с весны, и до осени [1; 2].

Из оборудования для сбора проб необходимы пакеты для хранения, нож, лопатка, этикетки для маркировки. Пробы могут храниться около года в темном сухом месте. Для культивирования почвенных водорослей необходимы чашки Петри, покровные стекла (метод стеклообрастания) или колбы (метод водных культур), спиртовка, микробиологическая петля, которую можно заменить на препаровальную иглу. Для более быстрого выращивания возможно использование различных питательных сред (например, агар-агар). Для непосредственного изучения видового состава необходимы световой микроскоп, предметные и покровные стекла. Все вышеописанное оборудование является доступным в любой из общеобразовательных школ города [2].

По имеющимся данным, на объектах г. Красноярска обнаружено 156 видов и внутривидовых таксонов почвенных водорослей. В ходе собственных исследований нам удалось установить видовой состав на таких объектах, как Академгородок,

Студгородок и Ветлужанка, которые насчитывают 52 вида почвенных водорослей. Сравнивая полученные нами данные с данными других ученых, можно сделать вывод о схожести видового состава. Наиболее часто за счет своих широких диапазонов выносливости встречаются цианобактерии и зеленые водоросли, виды, представители которых изучаются в учебном предмете «Биология» [4; 5; 6; 7].

Библиографический список

1. Антипова С.В., Антипова Е.М. Урбанофлора города Красноярска (сосудистые растения): монография / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. 2-е изд., испр. и доп. Красноярск, 2016. С. 6–13.
2. Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Москва: Московский государственный университет, 1990. 80 с.
3. Смирнова Н.З., Галкина Е.А. Исследовательская деятельность школьников в окружающей среде: учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2012. 200 с.
4. Трухницкая С.М., Коренева В.В. Разнообразие цианопротистов рекреаций г. Красноярска // Вестн. КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. С. 347–349.
5. Чижевская М.В. Использование альгофлоры в качестве индикатора состояния рекреационных территорий Красноярской урбоэкоцитемы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Чижевская Марина Валерьевна. Красноярск, 2007. 19 с.
6. Юдина Е.С. Альгоиндикация экологического состояния городских рекреационных лесопарков // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией Ю.Ю. Логина. 2017. С. 81–83.
7. Юдина Е.С. Видовое разнообразие отдела Chlorophyta лесного массива студгородка г. Красноярска // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО». Красноярск, 2019. С. 59–61.

*Экологическая характеристика исследуемого участка г. Красноярска
на примере зеленой зоны микрорайона Студгородок*

В качестве участка исследования была выбрана «зеленая» зона района Студгородка, расположенная на левом берегу р. Енисей.

Для исследуемого участка характерна различная степень рекреационной нагрузки, «относительное» загрязнение бытовым мусором. Опытная площадка активно посещается людьми, не имеет искусственных газонов и клумб, гравийных насыпей и асфальтированных троп.

Данный район принято считать благоприятным для проживания людей за счет обилия естественных лесных угодий. Однако, ежедневно участок посещает большое количество людей, которые вытаптывают верхний слой почвы, оставляют после себя достаточное количество мусора (неоднократно замечены пластиковые бутылки и битое стекло), кострища, масляные и бензиновые пятна и т.д.

Пробная площадка находится вблизи жилых домов. Через всю «зеленую» зону пролегает лыжная трасса университета СФУ, пронизана пешеходными тропами, в западной части участка, присутствует одна асфальтированная тропа.

Исследуемый участок – смешанный лес, окруженный с северной и южной стороны асфальтированной дорогой.

Растительное сообщество представляет собой типичные для урбоэкосистем растительные ассоциации: преобладание травянистых форм, однородность видового состава. Древостой участка смешанного леса представлен видами: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза повислая (*Betula pendula*), ель сибирская (*Picea obovata*) (посажена относительно недавно). Среди травянистых доминируют представители семейств: розоцветные (*Rosaceae*), бобовые (*Fabaceae*), сложноцветные (*Compositae*). Поверхность почвы обильно покрыта хвойным и листовым опадом.

**Перечень основных питательных (минеральных) сред
для культивирования почвенной альгофлоры**

Название среды	Состав
Среда Данилова	Ca(NO ₃) ₂ - 0,2 г, K ₂ HPO ₄ - 0,2 г, почвенная вытяжка 250 мл, дистиллированная вода 750 мл. Почвенная вытяжка готовится из испытуемой почвы путем взбалтывания почвы и последующей фильтрации через весь объем почвы в соотношении 1 весовой части почвы на 4 части воды
Среда Бристоль в модификации М. М. Голлербаха	NaNO ₃ - 0,25г/л; KН ₂ РO ₄ - 0,25г/л; MgSO ₄ - 0,15г/л; CaCl ₂ - 0,05г/л; NaCl - 0,05г/л; FeCl ₃ - следы.
Среда Кнопа	Ca(NO ₃) ₂ - 0,25 г/л; MgSO ₄ - 0,06 г/л; KН ₂ РO ₄ - 0,06 г/л; KCl - 0,03 г/л; FeCl ₃ - капля 1%-ного раствора
Среда Громова № 6	KNO ₃ - 1,0 г/л; K ₂ HPO ₄ - 0,2 г/л; MgSO ₄ ·7H ₂ O - 0,2 г/л; CaCl ₂ - 0,15 г/л; NaHCO ₃ - 0,2 г/л микроэлементы - 1 мл исходного раствора, pH - 7,0. Раствор микроэлементов (г/л): ZnSO ₄ ·7H ₂ O - 0,022 г/л; MnSO ₄ - 1,81 г/л; CuSO ₄ ·5H ₂ O - 0,079 г/л; NaBO ₃ ·4H ₂ O - 2,63 г/л; (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O - 1,0 г/л; FeSO ₄ ·7H ₂ O - 9,3 г/л; CaCl ₂ - 1,2 г/л; Co(NO ₃) ₂ ·H ₂ O - 0,02 г/л; трилон Б (ЭДГА) - 10,0 г/л.
Агаровая среда	сухой агар размачивают в водопроводной воде, прсмывают в дистиллированной воде, распускают, на водяной бане, фильтруют и добавляют в раствор нужные соли. В разных случаях на 1 л будущего раствора берут от 5 до 20 г (0,5-2%).

***Список литературы, рекомендуемой для организации и проведения
учебных исследований по альгоиндикации***

1. Алексахина Т.И., Штина Э.А. «Почвенные водоросли лесных биогеоценозов». Москва: Наука, 1984. с.149
2. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш.учеб.заведений / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. М. Издательский центр «Академия». 2006. с.320
3. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. «Водоросли. Справочник». Киев: Наукова думка, 1989. с.608
4. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. // Определитель пресноводных водорослей СССР. М. Сов. наука, 1953. Вып. 2. 665 с.
5. Назаренко И.И., Трухницкая С.М. Сравнительный анализ таксономической структуры альгобактериальных сообществ города Красноярска, Сосновоборска и Железногорска // Актуальные проблемы авиации и космонавтики.2013. № 9. С. 276-278.
6. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М. Мир, 1990. 597 с
7. Солнышкина М.В. Определительная таблица основных родов пресноводных водорослей / Краснояр. гос. Ун-т. Красноярск, 1992. 28 с.
8. Трухницкая С. М. Использование альгоиндикации для оценки состояния луговых экосистем // Технологии неистощительного землепользования: сборник тезисов научной конференции КрасГАУ. Красноярск, 1997.
9. Трухницкая С. М., Коренева В. В., Чижевская М. В. О видовом разнообразии Суанорхута рекреационных зон г. Красноярска // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной дню охраны окружающей среды. Красноярск, 2009.
10. Трухницкая С. М., Чижевская М. В. Характеристика сезонной динамики численности альгосинузий рекреаций г. Красноярска // Вестник КрасГАУ. Красноярск: [КрасГАУ], 2006. Вып. 15. С. 237 — 243.

11. Трухницкая С.М., Бережнова Н.В. Изменение состава почвенных водорослей под влиянием антропогенной нагрузки // Экологическое образование для сохранения биоразнообразия. Барнаул, 2003. С. 13 — 14.
12. Трухницкая С.М., Коренева В.В. Разнообразие цианопракариот рекреаций г. Красноярска // Вестн. КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. № С. 347–349.
13. Чижевская М. В., Трухницкая С. М. Почвенные водоросли как индикаторы экологического состояния рекреаций г. Красноярска // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции (30 сентября 2006 г.) / М-во сел. хоз-ва, Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск: [КрасГАУ], 2006. С. 54 —56.
14. Чижевская М.В. Биодиагностика антропогенно преобразованных ландшафтов (метод альгоиндикации) [Электронный ресурс]. URL: <http://dl.sibsau.ru/mod/resource/view.php?id=4436>. (Дата обращения: 05.04. 2018).
15. Чижевская М.В. Использование альгофлоры в качестве индикатора состояния рекреационных территорий Красноярской урбоэкоцитсемьи: автореф. дис. канд. био. наук: 03.00.16 / Чижевская Марина Валерьевна. Красноярск, 2007. 19 с.
16. Чижевская М.В. Трухницкая С.М. Выявление степени антропогенной нагрузки на городские почвы методами корреляционного анализа альгоценозов // Окружающая среда и экология Сибири, Дальнего Востока и Арктика (EESPEA): материалы II Международной конференции. Томск, 2003. С. 168 — 169.
17. Штина Э.А. Методы изучения почвенных водорослей //Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. М. Наука, 1984. С. 58-74.

**Основной перечень оборудования и реактивов
для изучения почвенной альгофлоры**

Наименование	Назначение
<i>Оборудование</i>	
Световой микроскоп	Микрокопирование готовых микропрепаратов
Предметные стекла	Подложка, для приготовления живого микропрепарата
Покровные стекла	Покрытие живого микропрепарата под углом 30 градусов для лучшего распределения материала в капле воды
Микробиологическая петля	Забор почвенной альгофлоры с «стекла обрастания», распределение биомассы в капле воды на предметном стекле
Горелка	Стерилизация микробиологической петли
Спички	Поджигание фитиля горелки
Пипет-дозатор/ пипетка/ стеклянная палочка	Забор воды для приготовления живого микропрепарата
Коническая колба/ химический стакан	Сосуд для дистиллированной воды
<i>Реактивы</i>	
Дистиллированная вода	Приготовление живого микропрепарата, увлажнение микропрепарата

Инструкция по приготовлению живого микропрепарата почвенной альгофлоры

1. Подготовьте предметное стекло, протрите его марлей.
2. Нанесите 1-2 капли воды на чистое предметное стекло.
3. Микробиологической петлей соберите немного налета со «стекла обрастания».
4. Поместите собранный налет в каплю воды и размешайте для лучшего распределения биомассы.
5. Накройте каплю воды с образцом покровным стеклом.

*Молекулярно-биологические базы данных и другие
интернет – ресурсы по альгофлоре*

Альгологические базы данных и тематические сайты

<http://www.algaebase.org/> – база данных, включающая информацию о современной номенклатуре, систематике и биогеографии водорослей и цианобактерий.

http://protist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html – база данных по протистам, в т.ч. водорослям.

<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/scientific-resources/biodiversity/uk-biodiversity/algaevision/index.html> – AlgaeVision: коллекция изображений пресноводных и наземных водорослей Великобритании.

Альгологические коллекции и поиск культур водорослей

<http://sagdb.uni-goettingen.de/> – The Culture Collection of Algae at the University of Göttingen: альгологическая коллекция SAG, Германия.

<http://ccala.butbn.cas.cz/index.php> – The Culture Collection of Autotrophic Organisms: коллекция культур автотрофных организмов CCALA, Чехия.

<http://botany.natur.cuni.cz/algo/caup.html> – The Culture Collection of Algae of Charles University: альгологическая коллекция CAUP, Чехия.

<http://acoi.ci.uc.pt/index.php> – Coimbra Collection of Algae: альгологическая коллекция ACOI, Португалия.

<http://www.keweenawalgae.mtu.edu/index.htm> – коллекция пресноводных водорослей полуострова Кевино, США.

Жизненные формы (экобиоморфы) почвенных водорослей

Жизненная форма	Описание
Chlorococcum - форма (Ch-форма)	Одноклеточные и колониальные зеленые и частично желтозеленые водоросли, обитающие в толще почвы, но при благоприятной влажности дающие разрастания и на поверхности почвы. Это виды, отличающиеся выносливостью к различным экстремальным условиям. Сюда не относятся виды порядка Chlamydomonadales и некоторые колониальные формы, образующие обильную слизь. В эту группу включаются повсеместно встречающиеся виды одноклеточных зеленых (Chlorococcum, Bracteococcum, Myrmecea, Chlorella), желтозеленых (Pleurochloris magna, Botrydiopsis arhiza) И даже синезеленых (Synechococcus).
Cylindrospermum - форма (C-форма)	Включает одноклеточные, колониальные или нитчатые формы, которые могут образовывать обильную слизь. Обитают как в толще почвы, так и формируют тонкие слизистые пленки или хлопья на поверхности почвы. В отличие от Ch-формы, эти формы более требовательны к воде и переносят высыхание в виде спор, зигот, реже - в вегетативном состоянии. В большинстве это теневыносливые виды и на поверхности почвы развиваются под укрытием высших растений. Эта форма включает виды из разных отделов: Cylindrospermum, Anabaena, Nostoc, Gloeocapsa, Gloeothecae, Microcystis - из синезеленых; Chlamydomonas - из зеленых.
Xanthococcophyceae - форма (X-форма)	Большинство одноклеточных жёлто-зелёных и многие зеленые, предпочитающие теневые условия среди почвенных частиц, теневыносливые, но не устойчивые против засухи и экстремальных температур. Им свойственна способность к миксотрофному питанию.
Bacillariophyta - форма (B-форма)	Диатомовые водоросли - подвижные клетки, живущие в самых поверхностных слоях влажной почвы или в слизи других водорослей. Холодостойкие, светолюбивые, часто солевыносливые, но не устойчивые против высыхания.
Phormidium - форма (P-форма)	Нитевидные синезеленые (Phormidium, Oscillatoria, Lyngbya, Plectonema), не образующие значительной слизи. Они рассеяны в толще почвы, оплетая почвенные частицы, или образуют на поверхности тонкие кожистые пленки, ксерофиты.
Microcoleus – форма (M-форма)	Синезеленые в виде более или менее слизистых нитей, образующие макроскопически заметные корочки или дерновинки на поверхности почвы: Microcoieus, Schizothrix, Hydrocoleus. Отличаются засухоустойчивостью, теплоустойчивостью и холодоустойчивостью.
Heterothrix – форма (H-форма)	Нитевидные зеленые и желто-зеленые. Большинство видов Chlorhormidium, виды Ulothrix, Stichococcus, Bumilleria, Tribonema. Живут рассеянными среди почвенных частиц или, при достаточной влажности и затенении, образуют поверхностные налеты. Могут покрывать основания стеблей, не устойчивы против засухи и сильного света;
Nostoc - форма (N-форма)	Наземные микроскопические талломы N. commune, N. sphaeroides, N. microscopium, N. flagelliforme; световыносливые и засухоустойчивые виды - пойкилоксерофиты.
Vaucheria - форма (V-форма)	Нитевидные водоросли, образующие войлокообразные налеты на поверхности влажных почв.