

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа  
«Биотехнология микроводорослей»**

**Реализуется в рамках СП2 программы стратегического развития  
НГТУ ПРИОРИТЕТ 2030**  
(вводный модуль)  
(базовый модуль)

**Направленность:** естественнонаучная  
**Возраст обучающихся:** 15-17 лет  
**Длительность вводного модуля:** 19 часов  
**Длительность базового модуля:** 53 часа  
**Длительность программы всего:** 72 часа

**Авторы:** Калинина  
Александра Александровна,  
к.х.н., доцент, зав. кафедрой  
«Нанотехнологии и биотехнологии»

Нижний Новгород, 2023

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	<b>Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Биотехнология микроводорослей»
2	<b>Авторы программы</b>	Калинина Александра Александровна, зав. кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии», к.х.н., доцент
3	<b>Название образовательной организации</b>	ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р. Е. Алексеева», структурное подразделение кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии» ИФХТиМ, Нижний Новгород
4	<b>Адрес организации</b>	г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24
5	<b>Форма проведения</b>	Лабораторные практические работы, творческие мастерские, экскурсии, творческие проекты; мини-конференции с презентациями, использование проектного метода, активное вовлечение учащихся в самостоятельную проектную и исследовательскую работу. При этом обязательным является создание условий для организации самостоятельной работы учащихся как индивидуально, так и в группах.
6	<b>Вид программы по уровню усвоения содержания программы</b>	Развивающая, практико-деятельностная, проектная. Линия 0 – Вводный модуль Линия 1 – Базовый модуль
7	<b>Цель программы</b>	Формирование компетентности школьников в сфере биотехнологий; содействие в приобретении обучающимися начальных навыков профессий в сфере биотехнологий, приобретение опыта использования различных технологий (в том числе цифровых) в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной (в том числе проектной) деятельности.
8	<b>Специализация программы</b>	Прикладная биотехнология
9	<b>Направленность программы</b>	Естественнонаучная
10	<b>Сроки реализации</b>	72 часа
11	<b>Соответствие программы Стратегическому проекту НГТУ</b>	СП 2 «Зеленая экономика: технологический прорыв и экологическая безопасность»
12	<b>Условия участия в программе</b>	Обучающиеся 15-17 лет
13	<b>Условия размещения участников программы</b>	Образовательная аудитория, оборудованные лаборатории кафедр «Нанотехнологии и биотехнологии» Института физико-химических технологий и материаловедения НГТУ.
14	<b>Ожидаемый результат</b>	В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут следующие личностные результаты: <ul style="list-style-type: none"> <li>• знания основных принципов и правил отношения к живой природе;</li> <li>• сформированность познавательных интересов и мотивации</li> </ul>

вов, направленных на изучение живой природы; интеллектуальных умений (доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, делать выводы и другое), эстетического отношения к живым объектам.

*Метапредметные результаты:*

- овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности: умение видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
- умение работать с разными источниками биологической информации, анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую.

*Предметные результаты:*

*1. В познавательной (интеллектуальной) сфере:*

- выделение существенных признаков биологических объектов (отличительных признаков живых организмов) и процессов (обмен веществ и превращение энергии, питание, дыхание, выделение, транспорт веществ, рост, развитие, размножение);
- различение на таблицах частей и органоидов клетки, на живых объектах и таблицах;
- сравнение биологических объектов и процессов, умение делать выводы и умозаключения на основе сравнения;
- выявление приспособлений организмов к среде обитания;
- овладение методами биологической науки: наблюдение и описание биологических объектов и процессов; постановка биологических экспериментов и объяснение их результатов.

*2. В ценностно-ориентационной сфере:*

- анализ и оценка последствий деятельности человека в природе.

*3. В сфере трудовой деятельности:*

- знание и соблюдение правил работы в микробиологической, химической и биотехнологической лабораториях;
- соблюдение правил работы с биологическими и химическими приборами и инструментами, а также реактивами и материалами;
- первостепенные практические навыки при работе с живыми объектами.

*4. В сфере физической деятельности:*

- освоение приемов выращивания и размножения живых объектов.

*5. В эстетической сфере:*

- овладение умением оценивать с эстетической точки зрения объекты живой природы.



## Содержание

<b>1 Пояснительная записка</b>	<b>5</b>
<b>2 Основные характеристики программы</b>	<b>5</b>
<b>3 Учебно-тематический план</b>	<b>11</b>
<b>4 Содержание учебно-тематического плана</b>	<b>14</b>
<b>5 Учебно-методическое обеспечение программы</b>	<b>15</b>
<b>6 Организационно-педагогические условия</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Материально-техническое обеспечение</b>	<b>22</b>
<b>6.2 Кадровое обеспечение</b>	<b>22</b>
<b>6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность</b>	<b>22</b>
<b>6.4 Список рекомендованных источников</b>	<b>23</b>
<b>Приложения</b>	<b>25</b>

## 1 Пояснительная записка

Водоросли – древнейшие про- и эукариотические фотосинтезирующие организмы, ведущие свободный и симбиотический образ жизни. Распространенные по всему земному шару, в самых разнообразных местообитаниях, они играют огромную роль в жизни природы и человека.

Эта группа организмов обладает большим разнообразием морфологии, анатомии, онтогенеза, географии и экологии. В связи с этим водоросли являются перспективными объектами для проведения разноплановых научных исследований в области физиологии, биохимии, биофизики, генетики, космической биологии и т.д. Их используют для повышения продуктивности водоемов и плодородия почв, получения биологически активных веществ и различных пищевых и кормовых добавок, в качестве индикаторных организмов при изучении текущего состояния почв и водоемов. В последнее время проводятся исследования, направленные на изучение возможности использования водорослей для получения биотоплива и поглощения углекислого газа из атмосферы.

## 2 Основные характеристики программы

**Направленность программы:** естественнонаучная.

**Актуальность** программы определяется существенным повышением роли дисциплин естественнонаучного цикла в системе дополнительного образования, что связано с увеличением интереса науки к проблемам окружающей среды.

К сожалению, в настоящее время в плане передовых научных разработок в области альгологии (науки о водорослях) мы отстаем от зарубежных исследователей.

В данном курсе рассматриваются наиболее важные моменты, связанные с экспериментальной работой в области альгологии, и объединили разнообразные сведения, касающиеся методов культивирования, изучения и хранения водорослей.

Помимо этого, с точки зрения профессиональной деятельности каждое занятие построено на том, что ученик может почувствовать себя в роли ученого биолога, занимающегося различными направлениями биологии (физиолог, микробиолог, альголог и т.д.).

**Новизна программы.** Предлагаемая программа содержит значительное число новаций. Они определяются тем, что разработанный курс предполагает освоение современных знаний о живом мире не как строго ограниченного набора фактов, гипотез, теорий, а как рассмотрение разнообразия живых организмов в контексте новейших представлений их практического использования для решения задач экологической биотехнологии, в частности утилизации техногенных отходов.

**Отличительная особенность** программы заключается в том, что программа ориентирована на деятельный подход для определения взаимосвязи

живых организмов с окружающей средой, на углубление и расширение теоретических знаний и применение их в решении проблем окружающей среды.

**Педагогическая целесообразность** заключается в предоставлении школьнику спектра возможностей по реализации его интересов и способностей. Приоритетными формами организации занятий являются практические занятия, экспериментальные исследования. Это позволяет сформировать у воспитанников навыки постановки эксперимента, наблюдения за живыми объектами в среде их обитания.

Обучение учащихся по данной программе способствует гармоничному развитию личности, даёт навыки оценки состояния окружающей среды, умениями взаимодействия с природой, готовности к природоохранной деятельности.

**Цель программы** - формирование компетентности школьников в сфере биотехнологий; содействие в приобретении обучающимися начальных навыков профессий в сфере биотехнологий, приобретение опыта использования различных технологий (в том числе цифровых) в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной (в том числе проектной) деятельности.

**Задачи программы:**

***Задачи обучающие:***

- ознакомление с основами гидробиологии как науки и области прикладного исследования;
- освоение, закрепление и углубление знаний учащихся в области химии и биотехнологии;
- научить готовить культуры одноклеточных организмов;
- изучать микроскопическое строение организмов.

***Задачи развивающие:***

- развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике курса;
- способствовать развитию и совершенствованию навыков работы со специальной литературой;
- формировать практические навыки работы с микроскопом и цифровым лабораторным оборудованием;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и т. п.
- сформировать умение критически относиться к полученному результату и его интерпретации.

***Задачи воспитательные:***

- сформировать научного мировоззрения и культуры интеллектуального труда;
- сформировать информационную культуру;
- сформировать потребность в дополнительной информации;
- сформировать коммуникативные умения;



- развивать мотивацию личности к познанию;
- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- сформировать стойкий интерес к биологии, биологическому эксперименту;
- сформировать экологическое мышление через экологическое воспитание.

***Задачи гражданско-патриотические:***

- развивать гражданское и национальное самосознание школьников, патриотическую направленность личности, обладающей качествами гражданина - патриота Родины и способной успешно выполнять гражданские обязанности в мирное и военное время;
- сформировать патриотическое мировоззрение, направленное на сохранение окружающей среды и достижений предшествующих поколений, воспитание гражданина, ответственного за свою малую родину и стремящегося к созданию на ней;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники;
- воспитывать правильные представления о Родине, уважение к ее атрибутам, традициям, истории, культурным ценностям многонационального государства;
- сформировать устойчивую гражданскую позицию, вовлечение интересов в решение приоритетных задач современного российского общества.

**Количественные характеристики программы:**

**Категория обучающихся (адресат программы):**

- программа рассчитана на обучающихся в возрасте 15-17 лет;
- при наборе в группы принимаются все желающие;
- количество человек в группе: 10-12 человек;
- обучение по программе актуально для обучающихся, занимающихся по школьным программам с углубленным изучением естественнонаучных дисциплин.

**Сроки реализации программы:**

- вводный модуль – 19 часов;
- базовый модуль – 53 часа.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 2 академических часа.

**Формы организации образовательного процесса:** групповая, индивидуальная, парная.

Формы занятий: лабораторные практические работы, творческие мастерские, экскурсии, творческие проекты; мини-конференции с презентациями, использование проектного метода, активное вовлечение учащихся в самостоятельную проектную и исследовательскую работу. При этом обязательным является создание условий для организации самостоятельной работы учащихся как индивидуально, так и в группах.

### **Прогнозируемые результаты:**

**Продуктовыми результатами** практической деятельности обучающихся являются:

- картотека великих естествоиспытателей. Выставка;
- фотоколлекция. Выставка;
- микропрепараты;
- минипроекты по тематикам, связанным с культивированием водорослей и их практическим применением.

**Образовательными результатами** педагогической деятельности являются:

- описывает структуру электроэнергетического комплекса России и формулирует принципы его функционирования;
- обосновывает основные принципы построения и анализа графиков электрических нагрузок;
- предлагает мероприятия по повышению энергетической эффективности в зависимости от особенностей рассматриваемого объекта.

Образовательная программа призвана расширить культурное пространство для самореализации, самоактуализации и саморазвития личности, стимулировать обучающегося к творчеству, создать каждому ребенку благоприятную почву для профессиональной ориентации, развития личностных качеств, становлению его как субъекта собственной жизни.

### **Личностные результаты:**

- знания основных принципов и правил отношения к живой природе;
- сформированность познавательных интересов и мотивов направленных на изучение живой природы; интеллектуальных умений (доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, делать выводы и другое), эстетического отношения к живым объектам;
- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

### **Метапредметные результаты:**

Регулятивные универсальные учебные действия:

- планировать свои действия в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане;
- учитывать установленные правила в планировании и контроле способа решения;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- оценивать правильность выполнения действия на уровне адекватной ретроспективной оценки соответствия результатов требованиям данной задачи и задачной области;

- адекватно воспринимать предложения и оценку учителей, товарищей, родителей и других людей;
- различать способ и результат действия;
- проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- самостоятельно адекватно оценивать правильность выполнения действия и вносить необходимые коррективы в исполнение как по ходу его реализации, так и в конце действия.

***Познавательные универсальные учебные действия:***

- осуществлять поиск необходимой информации для выполнения внеучебных заданий с использованием учебной литературы и в открытом информационном пространстве, энциклопедий, справочников (включая электронные, цифровые), контролируемом пространстве Интернета;
- осуществлять запись (фиксацию) выборочной информации об окружающем мире и о себе самом, в том числе с помощью инструментов ИКТ;
- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи.

***Коммуникативные универсальные учебные действия:***

- адекватно использовать коммуникативные средства для решения различных коммуникативных задач, строить монологическое сообщение, владеть диалогической формой коммуникации, используя, в том числе средства и инструменты ИКТ и дистанционного общения;
- допускать возможность существования у людей различных точек зрения, в том числе не совпадающих с его собственной, и ориентироваться на позицию партнера в общении и взаимодействии;
- учитывать разные мнения и стремиться к координации различных позиций в сотрудничестве;
- формулировать собственное мнение и позицию;
- договариваться и приходить к общему решению в совместной деятельности, в том числе в ситуации столкновения интересов;
- задавать вопросы;
- использовать речь для регуляции своего действия;
- адекватно использовать речевые средства для решения различных коммуникативных задач, строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи.

***Предметные результаты:***

В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут знания о знания и умения в области **химии и биотехнологии**.

В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах (**зависит от количества человек на курсе**) разрабатывать и представлять проекты, они научатся обосновывать свою точку зрения и решать исследовательские задачи.

***После прохождения программы, обучающиеся будут знать:***

- базовые знания об историческом развитии микробиологии от простейших;
- базовые знания об увеличительных приборах до электронного микроскопа;
- базовые знания об особенностях строения представителей живого мира;
- методы наблюдения и сравнения результатов биологического эксперимента;
- знания о практическом использовании микроводорослей.

***Обучающиеся научатся:***

- самостоятельно готовить микропрепараты;
- культивировать микроводоросли;
- наблюдать и сравнивать результаты биологического эксперимента.

**Формы подведения итогов реализации дополнительной общеразвивающей программы:**

***Формы диагностики образовательных результатов:***

а) входной контроль (проводится на вводном занятии в форме: педагогическое наблюдение<sup>1</sup>, опрос, игры<sup>2</sup>, беседы и т.п.);

В результате определяются индивидуальные потребности обучающегося, его запрос на получение определенных компетенций, потенциальная роль в командной работе, интересы и мотивация обучаемого. В обязательную часть вводного занятия включаются сведения по технике безопасности для обучения по выбранной образовательной программе.

б) промежуточная аттестация (оформление отчетов, ведение лабораторного журнала, опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени). Небольшие опросы в начале и конце занятия.

Данный тип аттестации также может быть организован в игровой форме (викторина) по выбору преподавателя. К проведению данного мероприятия могут привлекаться представители студенческого педагогического отряда.

в) итоговая аттестация (опрос на основе полученных знаний - базовый модуль, тест, защита минипроектов, выставки)

***Формы демонстрации результатов обучения*** мини-конференция по защите проектов, презентация (самопрезентация) проектов обучающихся, выставки.

---

<sup>1</sup>Шаршакова, Л.Б. Педагогическая диагностика образовательного процесса. Методическое пособие для педагогов дополнительного образования — СПб.: ГБОУ ДОД Дворец детского (юношеского) творчества «У Вознесенского моста», 2013. — 52 с.

<sup>2</sup>Методическое пособие для педагогической практики с учениками Дома научной коллаборации им. И.П. Кулибина / Студенческие педагогические отряды НГТУ ИМ. Р.Е. Алексеева. – 2022. (см. Дополнительные материалы 1.)

### 3 Учебно-тематический план

В «Вводном модуле» программы, обучаемые познакомятся с историческим обзором этапов развития техники культивирования водорослей в нашей стране и за рубежом, а также основным лабораторным оборудованием и правилами работы на нем.

Приобретут навыки, которые очень важны как для участия в коллективных проектах, так и в жизни в социуме: работать совместно, брать на себя нужную для команды роль, нести ответственность, помогать и сочувствовать друг другу и т. д.

По окончании Вводного модуля по обычной или сложной траектории проводится перевод учащихся (по желанию и с согласия законных представителей) на «Базовый модуль».

Программа «Базового модуля» предусматривает углубленное изучение морфологии, физиологии и получение навыков практической работы с культурами микроводорослей. Также включается в себя организацию коллективного взаимодействия<sup>3</sup>, способствующую развитию навыков общения и социализации<sup>3</sup> обучающихся с использованием знаний и умений, полученных в процессе обучения на этапе «Вводного модуля». Вопросы командообразования<sup>33</sup> для проектной деятельности обучающихся решаются про проведении вводного занятия.

Выбор траектории обучения в «Базовом модуле» предполагает больше степеней свободы и индивидуального образовательного подхода на основе успешности прохождения и освоения материала «Вводного модуля».

Ключевой принцип проектного обучения заключается в ориентации на практическое решение проблем. При этом проблема, на решение которой направлен проект, должна быть подлинной, касающейся реального мира. Так же важная особенность проектного обучения данного модуля – междисциплинарность. Речь идет о междисциплинарном характере проблем, лежащих в основе проектной деятельности и требующих формирования разнопрофильных проектных команд, а также о междисциплинарном характере навыков, необходимых для реализации проекта.

При реализации базового модуля основной формой взаимодействия обучающихся является командная работа по выполнению проекта. Роли участников команды могут отражать специфику их функционала, а также они могут выполнять роль специалиста в области смежных дисциплин при междисциплинарном типе решаемых задач.

#### 3.1 Учебно-тематический вводного модуля

---

<sup>3</sup>Алексеева Е.Н. «Есть команда, Есть результат» (в помощь педагогам – наставникам игры, упражнения по созданию проектных команд из числа обучающихся детского технопарка) URL: <https://drive.google.com/file/d/1Uj29oz6xgh5szOPRFgBpSCH1UdS5d7sb/view?usp=sharin>

Тимбилдинг как средство формирования детского коллектива.– URL: <https://znanio.ru/pub/577>

п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Формы контроля (аттестации)
		теория	практика	
1	<b>Раздел «Вводное занятие»</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
	Краткое изложение изучаемого курса в объединении. Организация рабочего места. Правила поведения на занятиях. Техника безопасности с инструментами. Формирование команд <sup>3</sup> .	1	0	Устный опрос
2	<b>Раздел «От микроскопа до микробиологии»</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
	Тема 2.1 История открытия микроскопа. Ученые исследователи, внесшие вклад в изучение микроорганизмов. Французский микробиолог Луи Пастер (1822 – 1895 г), немецкий ученый Роберт Кох (1843 – 1910 г) основоположники современной микробиологии. Основные направления современной микробиологии: генетическая и клеточная инженерия, использование микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в промышленности, сельском хозяйстве и медицине, добыча нефти и металлов, очистка вод, почв, воздуха от загрязнителей, поддержание и сохранение почвенного плодородия.	1	0	Устный опрос
	Тема 2.2 Устройство микроскопа и правила работы с ним. Правила обращения с лабораторным оборудованием. Практическое занятие №1. «Устройство светового микроскопа и правила работы с ним».	-	1	Выполнение практических заданий
3	<b>Раздел «Приборная база для биофизических исследований популяций в управляемых условиях»</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	
	Тема 3.1 Весы и взвешивание	1	2	Выполнение практических заданий
	Тема 3.2 Спектрофотометрия	1	2	Выполнение практических заданий
	Тема 3.3 Измерение pH	1	2	Выполнение практических заданий
4	<b>Раздел «Многообразие водорослей»</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	
	Тема 4.1 Микроскопические растения (водоросли), особенности их организации, роль в экологических системах и значение для человека.	2	0	Устный опрос Кроссворд на интерактивной платформе <a href="https://learningapps.org/display?v=pgkroahkn19">https://learningapps.org/display?v=pgkroahkn19</a>
	Тема 4.2 Места обитания водорослей. Водоросли-космонавты.	2	0	Устный опрос
	Тема 4.3 Важнейшие систематические группы водорослей и их представители.	2	1	Выполнение практического задания на интерактивной платформе <a href="https://wordwall.net/ru/">https://wordwall.net/ru/</a> для развития

п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Формы контроля (аттестации)
		теория	практика	
				кругозора и интеллектуальных способностей обучающихся по теме «Водоросли».
	<b>Итого по вводу модулю:</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	

### 3.2 Учебно-тематический базового модуля

	<b>Раздел «Кинетические характеристики накопительных культур микроводорослей»</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	
	Тема 5.1 Почувствуй себя микробиологом Практическое занятие №2. Биомасса и способы ее определения	2	4	Выполнение практических заданий
	Тема 5.1 Почувствуй себя физиологом Практическое занятие №3. Спектральные характеристики культур микроводорослей	2	2	Выполнение практических заданий
	Тема 5.2 Почувствуй себя альгологом Практическое занятие №4. Продуктивность и удельная скорость роста. Экономический коэффициент и потребность клеток в субстрате. КПД фотосинтеза	2	2	Выполнение практических заданий
5	Тема 5.3 Почувствуй себя лаборантом Практическое занятие № 5 «Условия безопасного проведения работ. Подготовка лабораторной посуды. Питательные среды для культивирования различных видов микроводорослей. Правила сбора проб из природных водоёмов: сбор, транспортировка и хранение проб»	2	4	Выполнение практических заданий
	Тема 5.4 Почувствуй себя альгологом Практическое занятие №6. «Культивирование водорослей в лабораторных условиях. Способы выделения микроводорослей. Длительное хранение культуры микроводорослей на жидкой минеральной питательной среде»	2	4	Выполнение практических заданий
	<b>Раздел «Интенсивная культура в лабораторных и промышленных масштабах»</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
6	6.1 Практическое занятие №7. «Типы фотобиореакторов. Организация протока и перемешивания культуры. Экспресс методы оценки качества биомассы»	2	2	Выполнение практических заданий
	<b>Раздел «Применение микроводорослей в утилизации техногенных выбросов углекислого газа»</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	
7	7.1 Научно-исследовательская работа: миксотрофное питание микроводорослей не только как один из способов энергетического и углеродного питания клеток, но и как экологически приемлемая технология утилизации выбросов углекислого газа	5	10	Выполнение НИР
	7.2 Оформление исследовательских работ	8	0	
	<b>Итого по базовому модулю:</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	

	Всего по программе:	36	36	
		72		

## 4 Содержание учебно-тематического плана

### 4.1 Тематическое содержание вводного модуля

№	Раздел или тема программы	Содержание занятия
1	<b>Вводное занятие</b>	<b>Теория (1 ч):</b> Краткое изложение изучаемого курса в объединении. Организация рабочего места. Правила поведения на занятиях. Техника безопасности с инструментами. Формирование команд. Важность профессии биотехнолога в современном мире. Знакомство с образовательно-научным институтом физико-химических технологий и материаловедения НГТУ.
2	<b>От микроскопа до микробиологии</b>	<b>Теория (1 ч):</b> История открытия микроскопа. Ученые исследователи, внесшие вклад в изучение микроорганизмов. Французский микробиолог Луи Пастер (1822 – 1895 г), немецкий ученый Роберт Кох (1843 – 1910 г) основоположники современной микробиологии. Основные направления современной микробиологии: генетическая и клеточная инженерия, использование микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в промышленности, сельском хозяйстве и медицине, добыча нефти и металлов, очистка вод, почв, воздуха от загрязнителей, поддержание и сохранение почвенного плодородия. <b>Практика (1 ч):</b> Устройство микроскопа и правила работы с ним. Правила обращения с лабораторным оборудованием. Практическое занятие №1. «Устройство светового микроскопа и правила работы с ним».
3	<b>Приборная база для биофизических исследований популяций в управляемых условиях</b>	<b>Теория (3 ч):</b> Знакомство с приборной базой для биофизических исследований популяций в управляемых условиях, являющейся типичной для любой химической, микробиологической и биотехнологической лаборатории <b>Практика (6 ч):</b> Весы и взвешивание. Классификация весов, точность измерений. Правила работы с аналитическими весами. Спектрофотометрия. Устройство спектрофотометра и принцип работы. Понятие видимого спектра культуры. Закон Бугер-Ламберта-Бера. Измерение pH. Понятие величины pH. Устройство и принцип работы pH-метра. Приготовление буферных растворов, необходимых для работы pH-метра.
4	<b>Многообразие водорослей</b>	<b>Теория (6 ч):</b> Микроскопические растения (водоросли), особенности их организации, роль в экологических системах и значение для человека. Места обитания водорослей. Водоросли-космонавты. Важнейшие систематические группы водорослей и их представители. <b>Практика (1 ч):</b> Важнейшие систематические группы водорослей и их представители.



## 4.2 Тематическое содержание базового модуля

№	Тема занятия	Содержание занятия
1	<b>Кинетические характеристики накопительных культур микроводорослей</b>	<p><b>Теория (10 ч):</b> Знакомство с основными кинетическими характеристиками накопительной культуры микроводорослей</p> <p><b>Практика (16 ч):</b> Практическое занятие №2. Биомасса и способы ее определения</p> <p>Практическое занятие №3. Спектральные характеристики культур микроводорослей</p> <p>Практическое занятие №4. Продуктивность и удельная скорость роста. Экономический коэффициент и потребность клеток в субстрате. КПД фотосинтеза</p> <p>Практическое занятие № 5 «Условия безопасного проведения работ. Подготовка лабораторной посуды. Питательные среды для культивирования различных видов микроводорослей. Правила сбора проб из природных водоёмов: сбор, транспортировка и хранение проб»</p> <p>Практическое занятие №6. «Культивирование водорослей в лабораторных условиях. Способы выделения микроводорослей. Длительное хранение культуры микроводорослей на жидкой минеральной питательной среде»</p>
2	<b>Интенсивная культура в лабораторных и промышленных масштабах</b>	<p><b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с понятием интенсивной культуры в лабораторных и промышленных масштабах</p> <p><b>Практика (2 ч):</b></p> <p>Практическое занятие №7. «Типы фотобиореакторов. Организация протока и перемешивания культуры. Экспресс методы оценки качества биомассы»</p>
3	<b>Применение микроводорослей в утилизации техногенных выбросов углекислого газа</b>	<p><b>Теория (13 ч):</b> Постановка цели исследования. Формирование задач исследования. Формирование этапов и плана реализации работы. Подбор методик и используемого оборудования. Обработка результатов. Оформление исследовательской работы. Знакомство с принципами подготовки презентации и речи для защиты проекта.</p> <p><b>Практика (10 ч):</b> Научно-исследовательская работа: миксотрофное питание микроводорослей не только как один из способов энергетического и углеродного питания клеток, но и как экологически приемлемая технология утилизации выбросов углекислого газа.</p> <p>Презентация результатов проекта.</p>

## 5 Учебно-методическое обеспечение программы

### 5.1 Организационно-педагогические основы программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Биотехнология микроводорослей» рассчитана на школьников в возрасте от 15 до 17 лет. При наборе детей в группы принимаются все желающие, на первых занятиях проводится собеседование с целью выявления уровня общей подготовки в объеме школьной программы, а так же проводится мотивационная образовательная экскурсия по практико-ориентированным инженерным проек-

там на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

## 5.2 Формы организации образовательного процесса

Вся учебная деятельность представляет собой синтез различных видов образовательной деятельности:

Формы проведения занятий: лекция, объяснение материала с привлечением обучающихся, самостоятельная исследовательская работа, эвристическая беседа, практическое учебное занятие, самостоятельная работа, проектная деятельность.

На занятиях предусматриваются следующие формы организации учебной деятельности: индивидуальная (обучающемуся дается самостоятельное задание с учетом его возможностей), фронтальная (работа со всеми одновременно, например, при объяснении нового материала или отработке определённого технологического приёма), групповая (разделение обучающихся на группы для выполнения определённой работы).

Современные педагогические технологии, такие как: технология проектного обучения, здоровьесберегающие технологии и другие в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед наставником задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

В конце каждого занятия подводятся итоги, строятся планы на следующие занятия.

## 5.3 Методическое обеспечение вводного модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Краткое изложение изучаемого курса в объединении. Организация рабочего места. Правила поведения на занятиях. Техника безопасности с инструментами. Формирование команд <sup>3</sup> .	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2	История открытия микроскопа.	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
			ала)			
3	Устройство микроскопа и правила работы с ним. Правила обращения с лабораторным оборудованием. Практическое занятие №1. «Устройство светового микроскопа и правила работы с ним».	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала) Практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Микроскоп, лабораторная посуда	Выполнение практических заданий
4	Весы и взвешивание	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала) Практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Весы, лабораторная посуда и реактивы	Выполнение практических заданий
5	Спектрофотометрия	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала) Практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Спектрофотометр, лабораторная посуда и реактивы	Выполнение практических заданий
6	Измерение pH	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала) Практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	pH-метры, лабораторная посуда и реактивы	Выполнение практических заданий

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
7	Микроскопические растения (водоросли), особенности их организации, роль в экологических системах и значение для человека.	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, кроссворд на интерактивной платформе <a href="https://learningapps.org/display?v=pgkroahkn19">https://learningapps.org/display?v=pgkroahkn19</a>	Выполнение практических заданий
8	Места обитания водорослей. Водоросли-космонавты.	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
9	Важнейшие систематические группы водорослей и их представители.	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практического задания на интерактивной платформе <a href="https://wordwall.net/ru/">https://wordwall.net/ru/</a> для развития кругозора и интеллектуальных способностей обучающихся по теме «Водоросли».

#### 5.4 Методическое обеспечение базового модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Почувствуй	Комби-	Словесный	Памятки,	Компьютер,	Выполнение

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	себя микробиологом Практическое занятие №2. Биомасса и способы ее определения	нированная: лекция, практическое занятие	(устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	инструкции, мультимедийные материалы	мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	практических заданий
2	Почувствуй себя физиологом Практическое занятие №3. Спектральные характеристики культур микроводорослей	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий
3	Почувствуй себя альгологом Практическое занятие №4. Продуктивность и удельная скорость роста. Экономический коэффициент и потребность клеток в субстрате. КПД фотосинтеза	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий
4	Тема 5.3 Почувствуй себя лаборантом Практическое занятие № 5 «Условия безопасного проведения работ. Подготовка лабораторной посуды. Питательные среды для культивирования различных видов микроводорослей. Правила сбора проб из природ-	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	ных водоёмов: сбор, транспортировка и хранение проб»					
5	Почувствуй себя альгологом Практическое занятие №6. «Культивирование водорослей в лабораторных условиях. Способы выделения микроводорослей. Длительное хранение культуры микроводорослей на жидкой минеральной питательной среде»	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий
5	Практическое занятие №7. «Типы фотобиореакторов. Организация протока и перемешивания культуры. Экспресс методы оценки качества биомассы»	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий
6	Научно-исследовательская работа: миксотрофное питание микроводорослей не только как один из способов энергетического и углеродного питания клеток, но и как экологически при-	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, лабораторное оборудование и посуда	Выполнение практических заданий

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	емлемая технология утилизации выбросов углекислого газа					
7	Подготовка презентации к защите проекта	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, самоанализ
8	Защита проекта	Соревнование	устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, коллективный анализ работ

### 5.5 Основные методы обучения

При реализации программы используются современные педагогические технологии<sup>4</sup>, обеспечивающие личностное развитие ребенка: личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии. Особенности современных педагогических технологий (Приложение 3).

При проведении занятий используются три формы работы:

- демонстрационная, когда учащиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на учебных рабочих местах;
- фронтальная, когда учащиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда учащиеся выполняют индивидуальные или командные задания в течение части занятия или нескольких занятий, а также организационно-деятельные игры, которые предполагают интенсивные формы решения междисциплинарных комплексных проблем.

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-

<sup>4</sup>Бродецкая Е.В.Современные педагогические технологии в сфере дополнительного образования детей. URL: <https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2015/01/14/sovremennye-pedagogicheskie-tekhnologii-v>

иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов. Проектная деятельность способствует повышению интереса обучающихся к работе по данной программе, способствует расширению кругозора, формированию навыков самостоятельной работы. При объяснении нового материала используются компьютерные презентации, видеофрагменты. Во время практической части ребята работают со схемами, инструкциями, таблицами. На занятиях используется дифференцированный подход, учитываются интересы и возможности обучающихся. Предусмотрено выполнение заданий разной степени сложности. Таким образом, создаются оптимальные условия для активной деятельности всех обучающихся.

## **6 Организационно-педагогические условия**

### **6.1 Материально-техническое обеспечение**

Занятия проводятся на базе учебной аудитории кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии», оборудованной:

- персональным компьютером (или ноутбуком);
- доступом в интернет;
- офисным пакетом ПО MicrosoftOffice или аналогичным;
- мультимедийным проектором с экраном;
- рабочие места для преподавателя и обучающихся

И на базе микробиологической лаборатории и научно-исследовательской лаборатории «Биотехнология утилизации техногенных выбросов» кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» ИФХТиМ НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

### ***Информационное обеспечение***

При проведении занятий используются информационные ресурсы: видеолекции, аудио и видеоматериалы, платформа электронного обучения eLearning (edu.nntu.ru), ресурсы сайта НГТУ им. Р.Е. Алексеева (<https://www.nntu.ru>), ресурсы интерактивных энциклопедий (<https://ru.wikipedia.org>), информационные площадки Министерства образования, науки и молодежной политики Нижегородской области (<https://vk.com/obrazovanienn>).

### **6.2 Кадровое обеспечение**

Образовательный процесс по модулям программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими педагогическое образование, высшее образование или профильную подготовку в области биотехнологии и химической технологии, и систематически занимающимися научно-методической деятельностью. К образовательному процессу по модулям программы также привлекаются преподаватели, находящиеся в стадии обучения не ниже бакалавра.

К педагогическому коллективу, реализующему программы, с учетом специфики поставленных задач и целевой аудитории, предъявляются специальные требования:

- способствовать формированию готовности у обучающихся самостоятельно осваивать методы и способы самообразования и саморазвития,



- способствовать раскрытию творческих, личностных и профессиональных потенциалов обучающихся,
- уметь организовывать процесс рефлексии и обратной связи с обучающимися,
- уметь корректировать свою работу с учетом обратной связи с обучающимися.

### **6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность**

Воспитательная работа при реализации программы направлена на формирование личностных, познавательных и коммуникативных навыков, установление в группе обучающихся доброжелательной атмосферы, ориентирование учащихся на результативную работу, ответственность.

Кроме учебных занятий детям могут быть предложены досуговые мероприятия, проводящиеся для школьников во внеучебное время (см. Дополнительные материалы 2). К ним относятся соревнования по смежным направлениям программ ДО, инженерные квесты, викторины, мастер-классы, праздничные мероприятия и т.д., проводящиеся во время каникул для популяризации сфер технического творчества, повышения информированности детей и их родителей о деятельности центра ДНК.

### **6.4 Список рекомендованных источников**

#### *Нормативно-правовые документы*

- ✓ Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Редакция от 04.08.2023 — Действует с 01.09.2023);
- ✓ Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- ✓ Национальный проект «Образование» (утвержден Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 г. № 16);
- ✓ Федеральные проекты «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Патриотическое воспитание» и др.;
- ✓ Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
- ✓ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (Зарегистрирован 06.12.2019 № 56722).

#### *Для педагогов:*

1. Ленинджер А., Биохимия, Москва «МИР», 1974 Подготовка памятки по «Правилам работы в лаборатории, знакомству с оборудованием, правилам техники безопасности».
2. Беляев Д.К. Общая биология. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1973.
3. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. Водоросли. Справочник. - Киев:

- Наук. думка, 1989. - 608 с.
4. Зернов С.А. Общая гидробиология. - М.-Л.: Биомедгиз, 1934. - 504 с.
  5. Константинов В.М. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1979. – 472 с.
  6. Рубин А.Б. Биофизика: Учебник для вузов. - 2-е изд. испр. и доп. - М., 2000.
  7. Тренкеншу Р.П., Боровков А.Б., Лелеков А.С. Унифицированная лабораторная установка для исследования низших фототрофов. Севастополь:
  8. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток / Пер. с англ. Петровой Т.А., Позмоговой И.Н.; Ред. Работнова И.Л. - М.: Мир, 1978.
  9. Тренкеншу Р.П. Простейшие модели роста микроводорослей. 1. Периодическая культура. Экология моря. Вып. 67, 2005, с. 89-97.
  10. Боровков А.Б., Геворгиз Р.Г. Продуктивность *Spirulina platensis* и *Tetraselmis viridis* при использовании различных методов культивирования. Экология моря. Вып. 70, 2005, с. 9-13.
  11. Лелеков А.С., Тренкеншу Р.П. Простейшие модели роста. 4. Экспоненциальная и линейная фазы роста. Экология моря. Вып. 74, 2007, с. 47-49.
  12. Лелеков А.С., Геворгиз Р.Г., Жондарева Я.Д. Продукционные характеристики культуры *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin при выращивании на среде с искусственной морской водой // Прикладная биохимия и микробиология, 2016. -N 3. с.333-338.

## Приложения

### Приложение 1

#### **Игра на интерактивной платформе «Водоросли»**

В игре 15 вопросов по теме «Водоросли».

Для игры выбрана программа "Лабиринт". Высвечивается вопрос, участнику необходимо выбрать путь к правильному ответу, чтобы не столкнуться с привидением. Если столкновение произошло, то «сгорает» одна жизнь, всего дано 5 жизней. Если жизни все «сгорают», игру надо начинать заново.

ССЫЛКА НА ИГРУ: <https://wordwall.net/ru/resource/26338965>







