


Муниципальное образование  
Ханты - Мансийского автономного округа – Югры  
Городской округ Пыть-Ях  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №4

Рекомендовано  
Методическим советом  
МБОУ СОШ №4  
Протокол № 1 от 29.08.2024 г.  
Руководитель МС

  
Э.Р. Балабан

Утверждено  
Приказом директора МБОУ СОШ № 4  
№ 462 - О от 30.08.2024 г.

**Дополнительная общеобразовательная  
(общеразвивающая) программа  
«Инженерно-биологические системы»**

**Направленность:** техническая

**Возраст обучающихся:** 14-15 лет

**Срок реализации:** 1 год

**Уровень программы:** ознакомительный, базовый

**Составитель:** Данилова Наталья Владимировна,  
Янучковская Людмила Анатольевна, Калинина  
Валентина Георгиевна, педагоги дополнительного  
образования

г. Пыть -Ях  
2024 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел 1 программы «Комплекс основных характеристик образования»

1. Пояснительная записка.....	3
1.1 Актуальность.....	4
1.2 Организация образовательного процесса.....	5
1.3 Методы обучения.....	5
1.6 Формы обучения.....	5
1.7 Цель и задачи программы.....	5
2. Содержание программы.....	6
2.1 Учебный план .....	6
2.2 Содержание учебного плана .....	6
2.3 Календарно-тематическое планирование .....	9
2.4 Планируемые результаты к концу .....	11
2.5 Календарный учебный график реализации программы.....	11

### Раздел 2 программы «Комплекс организационно-педагогических условий»

2.1 Формы аттестации и оценочные материалы, .....	13
2.2 Материально-техническое обеспечение.....	14
2.3 Учебно-методические материалы.....	15
2.4 Кадровое обеспечение.....	16
2.5 Литература.....	18

## **1. Пояснительная записка**

### **1.1. Актуальность.**

Биотехнология — одна из перспективных и стратегически важных областей науки. Она изучает возможности использования живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для решения ключевых технологических задач. Уже сегодня с помощью достижений этой науки мы получаем более качественные продукты питания и разрабатываем современные препараты.

В сельском хозяйстве биотехнологии используются в целях повышения производительности и устойчивости сельского хозяйства и позволяют решать проблемы низких урожаев, повышения качества продукции, снижения затрат и вредного воздействия на окружающую среду.

Обучающиеся по программе «Инженерные биологические системы» получат возможность взглянуть на достижения живой природы как на образцы искусных технических решений, использовать полученные знания как обширный материал для инженерного творчества, взглянуть на биохимию растений и животных с позиции исследователей будущего, применив свои познания для конструирования новых живых систем. Участники программы смогут освоить методики культивирования различных организмов, научатся контролировать параметры окружающей среды, получат знания о роли основных групп химических соединений и о их круговоротах, о мерах по обеспечению биологической безопасности, научатся использовать свойства живых организмов для решения технических задач, будут совершенствовать умение работать оборудованием биологической лаборатории, познакомятся с технологиями изготовления защиты окружающей среды, основанных на использовании живых организмов.

Программа способствует профессиональной ориентации обучающихся, что в последующем обеспечит осознанное вовлечение в развитие производства, науки и создание новых технологий

Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:

– Федеральный закон РФ 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12. 2012 г.

- Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»;
- Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и на перспективу до 2036 года;
- Концепция развития системы дополнительного образования детей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 30 июня 2020 г. № 845/369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ» (с изменениями и дополнениями от 11 февраля 2022 года);
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи». Постановление Главного

государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20».

- Региональная сетевая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Инженерные биологические системы» от 16.08.2024 БУВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»

**1.2. Отличительная особенность программы:** Особенностью программы является интеграция физико-химических знаний, что позволяет развивать инженерный подход в области биотехнологии, ситифермерства и фитотехнологий.

### **1.2. Организация образовательного процесса**

**Адресат программы:** Программа рассчитана на обучающихся 14-15 лет (8-9 классы), мотивированных на получение повышенных образовательных результатов, участие в конкурсных мероприятиях и планирующих поступление по программам высшего образования естественно-научной и медицинской направленности.

Наполняемость групп - 15-20 человек.

**Объем программы:** 144 академических часа на протяжении одного учебного года.

**Форма и режим занятий:** Занятия проводятся: в очном формате, по программе базового кружка – 4 академических часа в неделю.

Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (15-20 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально.

**Уровень освоения программы:** базовый уровень.

### **1.3. Виды занятия**

Определяются содержанием программы и предусматривают теоретическое и практическое обучение.

### **1.4. Методы обучения:**

- Игровой, наглядный и репродуктивный методы.
- Частично-поисковый.
- Метод проблемного обучения

### **1.5. Цель и задачи программы:**

Подготовка обучающихся к участию в Национальной технологической олимпиаде по профилю «Инженерные биологические системы», освоение необходимых предметных знаний и вовлечение школьников в работу над технологическими приоритетами Национальной технологической инициативы для личностной самореализации и профессионального самоопределения.

**Задачи:**

- сформировать познавательные интересы и мотивы, направленные на изучение естественных наук и приоритетных направлений Национальной технологической инициативы;
- познакомить с основными понятиями агробιοтехнологии, методами повышения качества продуктов питания и выращивание органической продукции за счет перехода к высокотехнологичным методам выращивания растений с полным контролированием всех веществ и потоков в системе (например, гидропонной, аэропонной или аквапонной) и применением систем автоматизации и микробиологического контроля;
- ознакомить с принципами химического анализа растениеводческой продукции, оценки качества продукции;
- научить применять полученные теоретические знания в заданиях НТО;
- сформировать коммуникативные умения, необходимые для участия в НТО и других соревнованиях.

**2. Содержание программы**

**2.1. Учебный план**

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Программа базового кружка «Инженерные биологические системы» 1 год обучения				
1.	Модуль «Химия»	36	20	16	Решение олимпиадных заданий первого

					тура НТО
2.	Модуль «Биотехнология»	36	13	23	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
3.	Модуль «Инженерные системы»	36	15	21	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
	Итого	108	48	60	

## 2.2. Содержание обучения

### Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой

Национальная технологическая олимпиада: концепция, календарь, направления и соревновательные треки. «Инженерные биологические системы»: концепция трека. Профессия ситифермер: основные навыки. Современное фермерство. Профиль НТО «Агробиотехнологии»: компетенции и роли в команде.

### Модуль «Химия»

Раздел 1. Основные понятия и законы химии.

Содержание: понятия количество вещества, молярный объем, молярная масса, массовая доля элемента, эквивалент. Закон эквивалентов, газовые законы. Вывод формулы вещества (вывод молекулярной формулы вещества, нахождение молекулярной формулы по известным массовым долям; нахождение молекулярной формулы по известным массам продуктов и реагентов (по продуктам сгорания)).

Раздел 2. Уравнения реакций в неорганической химии.

Содержание: простые и сложные вещества, классы неорганических соединений (классификация, номенклатура, химические свойства). Расчеты по химическим уравнениям (простейшие задачи по уравнениям реакций; с использованием понятия «массовая доля растворённого вещества»; с использованием понятия «массовая доля примесей», с использованием понятий

«массовая и объёмная доля выхода продукта реакции», с использованием закона объёмных отношений газов, на «избыток-недостаток»). Тепловой эффект химической реакции.

### Раздел 3. Растворы. Свойства растворов.

Содержание: растворы и смеси. Растворимость. Способы выражения концентраций растворов. Приготовление растворов. Коллигативные свойства растворов. Электролитическая диссоциация; слабые и сильные электролиты; pH растворов. Реакции ионного обмена в растворах. Понятие дисперсных систем; коллоидные растворы; строение частиц дисперсной фазы – мицелл.

## **Модуль «Биотехнология»**

### **Раздел 1 «Биотехнология»**

Введение в тематику профиля «Инженерные биологические системы». Понятия. Особенности функционирования ИБС. Знакомство с простыми конструкциями ИБС. Агробиологические системы: сити-фермы (гидропоника, аэропоника, аквапоника и др.).

### **Раздел 2 «Царство растения»**

#### Тема 1. Анатомия растений.

Содержание: растительные ткани: образовательные, покровные, основные, проводящие, механические, выделительные. Изготовление препаратов меристемы побегов растений. Изготовление препаратов эпидермы, перидермы и коры древесных растений. Изготовление препаратов из проводящих, механических и выделительных тканей растений.

#### Тема 2. Морфология растений.

Содержание: органы растений (корень, типы и формы корневых систем). Зоны корня. Первичное и вторичное строение корня. Метаморфозы корней. Строение побега. Микроскопическое строение стебля однодольных и двудольных растений. Строение стебля древесных растений. Метаморфозы побегов. Морфология и видоизменения листа. Строение цветка, формула цветка. Типы соцветий. Морфология плода, классификация плодов. Строение семени однодольных и двудольных растений.

#### Тема 3. Основы физиологии растений.



Содержание: Фотосинтез, пигменты фотосинтеза. Фотосистемы I и II. С3, С4 и САМ растения.

Тема 4. Жизненные циклы высших растений.

Содержание: Жизненные циклы споровых растений (хвощи, плауны, папоротники). Жизненный цикл голосеменных и цветковых растений. Эволюционное происхождение цветка и плода.

Тема 5. Систематика высших растений.

Содержание: Основные семейства цветковых растений: бобовые, розоцветные, пасленовые, крестоцветные, сложноцветные, злаки, лилейные.

### **Раздел 3 «Царство животных»**

Тема 1. Ткани животных и человека.

Содержание: Типы клеточной организации: прокариотические и эукариотические клетки. Жизненный цикл клеток. Гаметогенез; мейоз и его биологическое значение. Оплодотворение. Методы изучения клетки: световая и электронная микроскопия; биохимические и иммунологические методы. Обмен веществ в клетке (метаболизм). Строение тканей животных и человека.

Тема 2. Беспозвоночные животные.

Содержание: Таксоны беспозвоночных животных. Основные ароморфозы типов (подтипов, классов). Эволюция систем органов беспозвоночных животных.

Тема 3. Анатомия и физиология человека.

Содержание: Строение организма человека. Опорно-двигательная система. Внутренняя среда организма. Кровеносная и лимфатическая система. Дыхание. Пищеварение. Обмен веществ и энергии. Покровные органы. Терморегуляция. Выделение. Анализаторы.

### **Раздел 4 «Общая биология и микробиология»**

Функционирование биосистем. Структура биосферы. Уровни организации живого. Уровни организации живых существ. Типы экосистем. Пищевые связи в экосистемах. Энергетические потоки в экосистемах. Вирусы. Бактериофаги. Микроорганизмы прокариотические и эукариотические. Характеристика и таксономия бактерий. Бактерии, применяемые в биотехнологии (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Streptomyces coelicolor*, *Corynebacterium glutamicum*). Грибы, строение и размножение грибов. Виды грибов, применяемые в биотехнологии

(*Penicillium notatum*, *Aspergillus nidulans*, *Rhizopus oryzae* и *R. nigricans*). Дрожжи применяемые в биотехнологии: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Hansenula polymorpha* и *Pichia pastoris*.

## **Раздел 5 «Генетика»**

### Тема 1. Основы генетики.

Содержание: Основные понятия генетики. Закономерности наследования. Законы Менделя. Закон независимого расщепления и его цитологический механизм. Правила выписывания гамет полигибрида. Определение расщепления по фенотипу с помощью фенотипических радикалов. Роль анализирующего скрещивания и возможности его осуществления. Понятие об экспрессивности и пенетрантности гена. Методы оценки пенетрантности генов.

Взаимодействие генов. Классификация различных типов взаимодействия генов: полное доминирование, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование, межallelная комплементация, аллельное исключение, комплементарность, эпистаз, полимерия.

Сцепленное наследование. Установление сцепления в наследовании признаков. Генетика пола и сцепленное с полом наследование. Классификация изменчивости. Понятие о наследственной и ненаследственной изменчивости. Мутационная теория и классификация мутаций.

Введение в генетику человека. Человек как объект генетических исследований. Методы генетики человека и их характеристика.

Введение в популяционную генетику. Генетическая структура популяций. Типы популяций. Основные факторы генетической динамики популяций.

### Тема 2. Основные молекулярно-генетические процессы.

Содержание: Строение нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Виды и функции нуклеиновых кислот. Правило комплементарности. Правило Чаргаффа. Принципиальные отличия ДНК и РНК. Передача генетической информации (центральная догма молекулярной биологии). Понятие матричного синтеза. Антипараллельность ДНК и ее значение в реакциях матричного синтеза. Принцип матричного синтеза.

Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. ДНК и гены. Генетический код, его свойства. Транскрипция,

ее принципы и особенности. Трансляция: этапы и механизмы. Матричный синтез ДНК – репликация. Принципы репликации ДНК. Механизм репликации ДНК.

### **Модуль «Инженерные системы»**

Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.

Практика: Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).

## **2.3. Календарно-тематическое планирование программы**

### **2.3.1. Модуль «Химия» (приложение 1)**

### **2.3.2. Модуль «Биотехнология» (приложение 2)**

### **2.3.3. Модуль «Инженерные системы» (приложение 3)**

## **3. Планируемые результаты**

Предметные результаты

Будут знать:

- основные принципы и механизмы функционирования и создания комплексных инженерных биологических систем;
- основные принципы подбора организмов для совместного выращивания и культивирования;
- современные методы работы с биологическими объектами и их компонентами, подбор биологических объектов в соответствии с целью работы;
- основные способы технико-экономического расчета продукции в инженерно-биологических системах, оценки эффективности работы системы;
- особенности строения растений, животных, микроорганизмов, в т.ч. для задач биотехнологии;
- основы биотехнологии, методы химического анализа.

Будут уметь:

- планировать и проводить биологические эксперименты, работать с биологическими объектами и их компонентами;
- оценивать безопасность и возможные риски проводимых экспериментов;
- создавать комплексные инженерно-биологические системы с применением систем автоматизации и контроля;
- программировать в среде VS Code на языке «Python»;

- решать командные междисциплинарные задания, связанные с инженерными биологическими системами.

- решать типовые задачи разных этапов НТО по биологии, химии.

Будут владеть:

- опытом решения заданий НТО по биологии и химии;

- опытом исследования биологических систем различного уровня;

- опытом проведения экспериментов с биологическими системами;

- опытом обобщения, систематизация знаний и выявление общих или частных закономерностей функционирования биологических систем;

- методами химического анализа;

- опытом проектирования новых технических устройств и технологических процессов для создания инженерно-биологических систем;

опытом программирования устройств на микроконтроллерах Ардуино, для автоматизации и контроля параметров в создаваемых инженерно-биологических системах.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

- умения формулировать, доказывать или опровергать научные гипотезы в исследовательской деятельности;

- коммуникативные умения, необходимые в командной работе: ясно и кратко выражать свои мысли, задавать уточняющие вопросы, давать обратную связь и адекватно реагировать на конструктивную критику, принимать согласованные командные решения;

- умения обрабатывать полученные данные в исследовательской, проектной и экспериментальной работе, делать обоснованные выводы.

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут проявлять:

— познавательные интересы в изучении естественных наук;

— готовность участия в Национальной технологической олимпиаде;

— осознанность в выборе будущей профессиональной деятельности.

## 4.2. Календарный учебный график

№ п/п	Период реализации 2024-2025 уч. г.	Модуль
1	01.09.24 – 14.10.24	Модуль «Химия»
2	14.10.24 – 8.12.24	Модуль «Биотехнология»
3	8.12.24 – 27.01.25	Модуль «Царство растения»
4	27.01.25 – 10.03.25	Модуль «Царство животные»
5	10.03.25 – 24.03.25	Модуль «Общая биология и микробиология»
6	24.03.25 – 28.04.25	Модуль «Генетика»
7	28.04.25 – 15.05.25	Модуль «Инженерные системы»

### Раздел 2 программы: «Комплекс организационно-педагогических условий»

#### 2.1. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

В образовательном процессе будут использованы следующие виды и методы контроля успешности освоения обучающимися программы:

- предварительный контроль проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- текущий контроль участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО.
- итоговый контроль участие в итоговом соревновании.

#### Система контроля результативности программы

Обратная связь обучающимся осуществляется в общих чатах в социальных сетях, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в режиме проверки интерактивных форм с заданиями и в электронной образовательной среде.

Образовательные достижения и дальнейшие образовательные намерения анализируются совместно с обучающимися по итогам защиты представленной итоговой работы и завершено индивидуального образовательного маршрута.

### Примерное содержательное описание каждого критерия

Уровни освоения программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований.
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности.
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности.

#### **2.2. Материально-техническое обеспечение:**

- платформа для проведения вебинаров с возможностью их записи и размещения;
- чат для коммуникации преподавателей и участников программы в социальной сети;
- платформа для размещения электронных форм тестирования;
- лекционная аудитория с проектором, интерактивной доской, возможностью выхода в интернет;
- гидропонные установки лаборатории «Ситифермерство»;
- оборудование химической лаборатории.

## 2.3. Материально-техническое обеспечение

### 2.3.1. Оборудование

№	Наименование	Количество, шт
1	Гидропонная установка с системой подтопления	2
2	иономер (рН-метр) с комплектом электродов	1
3	весы лабораторные технические для точного взвешивания	1
4	весы лабораторные аналитические	1
5	кондуктометр, ЕС-метр портативный	1
6	рН-метр портативный	1
7	лакмусовая бумага (индикаторная)	3
8	нагревательная плитка	1
9	световой микроскоп (оптический)	6
10	микроскоп МБС-10М (бинокулярный, стереоскопический)	6
11	сушильный шкаф	1
12	термометры	6
13	гигрометр психрометрический	2
14	комплект для программирования ARDUINO	2
15	ламинарный бокс	1

### 7.2.2 Посуда

№	Наименование	Количество, шт
1.	колба мерная, 100 мл	30
2.	колба мерная, 200-250 мл	20
3.	колба мерная, 500 мл	10
4.	пробирка	100
5.	штатив для пробирок 10 гнезд	20
6.	пипетка градуированная, 10 мл	10
7.	пипетка градуированная, 2 мл	10
8.	пипетка автоматическая, 10 мл	5
9.	воронка лабораторная, d 50 мм	20

10.	воронка лабораторная, d 100 мм	5
11.	цилиндр мерный, 50 мл	10
12.	цилиндр мерный, 100 мл	10
13.	бюретка с краном, 25 мл	20
14.	капельница Страшейна, 30 мл	30
15.	стакан химический с градуировкой, 50 мл	20
16.	стакан химический с градуировкой, 100 мл	20
17.	стакан химический с градуировкой, 1000 мл	10
18.	стекла предметные	50
19.	стекла покровные	50
20.	чашки Петри	50

#### **2.4. Кадровое обеспечение программы:**

- педагог дополнительного образования;
- программист.

#### **2.4.1.. Информационное обеспечение:**

- Сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей - <http://argo.surgu.ru/>
- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://talents.surgu.ru/>

#### **2.4.2. Методическое обеспечение программы**

Методы обучения, используемые в программе:

- словесные (устное объяснение материала),
- наглядные (презентация),
- практические (проектная деятельность, Приложение 3),
- расчётные (математическая обработка экспериментальных данных),
- визуальные (представление результатов эксперимента в виде таблиц, графиков, схем, диаграмм),
- аналитические.

#### **2.4.3. Программное обеспечение программы**



Название	Ссылка	Требуется регистрация на сайте и подтверждение регистрации через электронную почту
Онлайн пакет офисных продуктов	<a href="https://docs.google.com">https://docs.google.com</a>	Требуется регистрация
Онлайн сервис для проведения видеоконференций	<a href="https://telemost.yandex.ru/">https://telemost.yandex.ru/</a>	Требуется регистрация
Ugene	<a href="http://ugene.net">ugene.net</a>	Свободный доступ
Базы данных (NCBI)	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov">www.ncbi.nlm.nih.gov</a>	Свободный доступ
Электронно-образовательные ресурсы		
Образовательная платформа «Таланты 2030» 2. Электронная библиотека 3. Сайт предназначен для всех, кто интересуется эволюцией. 4. Самая полная и постоянно пополняемая электронная	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://talents.surgu.ru/">https://talents.surgu.ru/</a></li> <li>2. <a href="http://zoometod.ru">http://zoometod.ru</a></li> <li>3. <a href="http://www.evolbiol.ru/">http://www.evolbiol.ru/</a></li> <li>4. <a href="http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm">ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm</a></li> </ol>	Свободный доступ

<p>биологическая библиотека с прямыми ссылками.</p> <p>5. <a href="#">Курс «Молекулярная биология и генетика»</a></p> <p>6. <a href="#">Курс «Биотехнологии: генная инженерия»</a></p> <p>7. <a href="#">Курс «ГМО: технологии создания и применение»</a></p> <p>8. <a href="#">Подкаст UGENE (серия обучающих англоязычных видеоматериалов)</a></p>	<p>5. <a href="https://stepik.org/course/70/promo#toc">https://stepik.org/course/70/promo#toc</a></p> <p>6. <a href="https://stepik.org/course/94/promo#toc">https://stepik.org/course/94/promo#toc</a></p> <p>7. <a href="https://ru.coursera.org/learn/gmo">https://ru.coursera.org/learn/gmo</a>  <a href="http://ugene.net/ru/podcast_archive.html">http://ugene.net/ru/podcast_archive.html</a></p>	
--	--	--

## 2.5. Перечень литературы, использованной при написании программы:

- 1.1. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Учеб. Для ВУЗов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 543 с.
- 1.2. Жуйкова Т.В. Ботаника: анатомия и морфология растений. Практикум: учебное пособие для вузов / Т. В. Жуйкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 181 с.
- 1.3. Жохова Е. В. Ботаника: учебное пособие для вузов / Е. В. Жохова, Н. В. Склярская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 206 с.
- 1.4. Савина О. В. Ботаника: биохимия растений: учебное пособие для среднего профессионального образования / О. В. Савина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 227 с.

- 1.5. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 161 с.
- 1.6. Панфилова О. Ф. Физиология растений с основами микробиологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова. — 2-е изд., испр. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 183 с.
- 1.7. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 333 с.
- 1.8. Нахаева В. И. Общая генетика. Практический курс : учебное пособие для вузов / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.
- 1.9. Емцев В. Т. Общая микробиология учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 248 с.
- 1.10. Румянцев Д. Анатомия растений. Учебное пособие; Серия · Лесное хозяйство; ISBN · 978-5-507-46589-7; 108 с.
- 1.11. Соколова Т.А, Бочкова И.Ю. Декоративное растениеводство. Цветоводство: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Садово-парковое и ландшафт. Строительство» направления подготовки дипломир. специалистов «Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во». — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2010. — 432 с.
- 1.12. Экология и охрана окружающей среды. 2-е издание. Учебник. Авторы: Коробкин В.И., Передельский Л.В. — М.: Кнорус, 2022. — 336 с.
- 1.13. Экология: учебник / А.К. Бродский — М.: КНОРУС, 2023, — 272 с.
- 1.14. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.]; под общей редакцией С. А. Лебедева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 374 с.

#### **Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:**

- 1.15. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.]; под общей редакцией С. А. Лебедева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва:

Издательство Юрайт, 2024. – 374 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02649-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/535608> (дата обращения: 14.08.2024).

1.16. Основы биотехнологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).

1.17. Павлова, Е. И. Общая экология: учебник и практикум для вузов / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 167 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16177-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/538288> (дата обращения: 14.08.2024).

1.18. Ленивко С.М. Экологическая биотехнология: электронный учеб.-метод. комплекс / С. М. Ленивко ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2020. – 144 с.

1.19. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Инженерные биологические системы». – 2023/24. – 225 с. – URL: <https://ntcontest.ru/docs/7.%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%98%D0%91%D0%A1%2023-24.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

1.20. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебно-практическое пособие / Н.Л. Глинка; под редакцией В.А. Попкова, А.В. Бабкова. – 14-е изд – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 236 с.– (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8914-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 104 – URL: <https://urait.ru/bcode/535603/p.104> (дата обращения: 04.05.2024).

1.21. Апарнев, А. И. Общая химия. Сборник заданий с примерами решений: учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Л. И. Афолина. – 2-е изд., испр. и доп.

– М.: Издательство Юрайт, 2024 – 127 с. – (Высшее образование). – ISBN978–5–534–09072–7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – с. 59 – URL: <https://urait.ru/bcode/538836/p.59> (дата обращения: 04.05.2024).

1.22. Обухов Д. К. Биология: клетки и ткани: учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. К. Обухов, В. Н. Кириленкова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 358 с.

1.23. Нахаева В. И. Биология: генетика. Практический курс: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.

1.24. Омелянский В. Л. Краткий курс общей и почвенной микробиологии / В. Л. Омелянский. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 173 с.

## **2. Перечень литературы, рекомендованной родителям:**

2.1. Горбенко Н. Биотехнология. 10-11 классы: учебное пособие. ФГОС. – М.: Изд-во Просвещение, 2022. – 143 с.

2.2. Основы биотехнологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).

## **3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных для освоения программы:**

3.1. <http://school-collection.edu.ru/catalog/> – единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.

3.2. <https://stepik.org/course/94/info> – Биотехнология и геновая инженерия (Степик).

3.3. <https://stepik.org/course/136548/promo> – Химия для всех (Степик).

3.4. <https://stepik.org/course/78909/promo> – Базовый курс по биологии (Степик).

- 3.5. <https://www.chem.msu.su/rus/elibrary> – Электронная библиотека учебных материалов по химии.
- 3.6. <http://www.hemi.nsu.ru> – Основы химии. Интернет-учебник.

## Календарно-тематическое планирование модуля «Химия»

№	часы	Тема	Дата проведения
	9	Раздел 1. Основные понятия и законы химии.	
1.	1.	Молярная масса вещества, массовая доля элемента	02.09.2024 – 06.09.2024
2.	2.	Понятия количество вещества, молярный объем	09.09.2024 – 13.09.2024
3.	3.	Эквивалент. Закон эквивалентов	16.09.2024 – 20.09.2024
4.	4.	Газовые законы	23.09.2024 – 27.09.2024
5.	5.	Расчеты с применением газовых законов	30.09.2024 – 04.10.2024
6.	6.	Вывод молекулярной формулы вещества	07.10.2024 – 11.10.2024
7.	7.	Нахождение молекулярной формулы по известным массовым долям	14.10.2024 – 18.10.2024
8.	8.	Нахождение молекулярной формулы по известным массам продуктов и реагентов (по продуктам сгорания)	21.10.2024 – 25.10.2024
9.	9.	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	28.10.2024 – 01.11.2024
	15	Раздел 2. Уравнения реакций в неорганической химии	
10.	1	Классификация неорганических соединений	04.11.2024 – 08.11.2024
11.	2	Номенклатура неорганических соединений	11.11.2024 – 15.11.2024
12.	3	Химические свойства неорганических соединений	18.11.2024 – 22.11.2024
13.	4	Химические свойства неорганических соединений	25.11.2024 – 29.11.2024
14.	5	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля растворённого вещества»	02.12.2024 – 06.12.2024
15.	6	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля растворённого вещества»	09.12.2024 – 13.12.2024
16.	7	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля примесей»	16.12.2024 – 20.12.2024
17.	8	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля примесей»	23.12.2024 – 27.12.2024

18.	9	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятий «массовая и объёмная доля выхода продукта реакции».	13.01.2025 – 17.01.2025
19.	10	Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятий «массовая и объёмная доля выхода продукта реакции».	20.01.2025 – 24.01.2025
20.	11	Расчеты по химическим уравнениям с использованием закона объёмных отношений газов	27.01.2025 – 31.01.2025
21.	12	Расчеты по химическим уравнениям с использованием закона объёмных отношений газов	03.02.2025 – 07.02.2025
22.	13	Расчеты по химическим уравнениям на «избыток-недостаток»	10.02.2025 – 14.02.2025
23.	14	Расчеты по химическим уравнениям на «избыток-недостаток»	17.02.2025 – 21.02.2025
24.	15	Тепловой эффект химической реакции.	24.02.2025 – 28.02.2025
	12	Раздел 3. Растворы. Свойства растворов.	
25.	1	Растворы и смеси. Растворимость	03.03.2025 – 07.03.2025
26.	2	Способы выражения концентраций растворов	10.03.2025 – 14.03.2025
27.	3	Способы выражения концентраций растворов	17.03.2025 – 21.03.2025
28.	4	Приготовление растворов	24.03.2025 – 28.03.2025
29.	5	Приготовление растворов	31.03.2025 – 04.04.2025
30.	6	Коллигативные свойства растворов	07.04.2025 – 11.04.2025
31.	7	Электролитическая диссоциация	14.04.2025 – 18.04.2025
32.	8	Слабые и сильные электролиты	21.04.2025 – 25.04.2025
33.	9	pH растворов	28.04.2025 – 02.05.2025
34.	10	Реакции ионного обмена в растворах	05.05.2025 – 09.05.2025
35.	11	Понятие дисперсных систем, коллоидные растворы	19.05.2025 – 23.05.2025
36.	12	Строение частиц дисперсной фазы – мицелл.	26.05.2025 – 30.05.2025



## Календарно-тематическое планирование Модуль «Биотехнология»

№ п/п	Часы	тема	Дата
	12	<b>Раздел 1 «Биотехнология»</b>	
1.	1	Введение в тематику профиля «Инженерные биологические системы».	02.09.2024 – 06.09.2024
2.	1	Знакомство с платформой НТО. Регистрация на платформе.	09.09.2024 – 13.09.2024
3.	1	Особенности функционирования ИБС.	16.09.2024 – 20.09.2024
4.	1	Знакомство с простыми конструкциями ИБС.	23.09.2024 – 27.09.2024
5.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	30.09.2024 – 04.10.2024
6.	1	Агробиологические системы: сити-фермы (гидропоника)	07.10.2024 – 11.10.2024
7.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	14.10.2024 – 18.10.2024
8.	1	Агробиологические системы: сити-фермы (аэропоника)	21.10.2024 – 25.10.2024
9.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	28.10.2024 – 01.11.2024
10.	1	Агробиологические системы: сити-фермы (аквапоника)	04.11.2024 – 08.11.2024
11.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	11.11.2024 – 15.11.2024
12.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	18.11.2024 – 22.11.2024
	10	<b>Раздел 2 «Царство растения»</b>	
13.	1	Анатомия растений.	25.11.2024 – 29.11.2024

14.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	02.12.2024 – 06.12.2024
15.	1	Морфология растений.	09.12.2024 – 13.12.2024
16.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	16.12.2024 – 20.12.2024
17.	1	Основы физиологии растений.	23.12.2024 – 27.12.2024
18.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	13.01.2025 – 17.01.2025
19.	1	Жизненные циклы высших растений.	20.01.2025 – 24.01.2025
20.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	27.01.2025 – 31.01.2025
21.	1	Систематика высших растений.	03.02.2025 – 07.02.2025
22.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	10.02.2025 – 14.02.2025
	6	<b>Раздел 3 «Царство животных»</b>	
23.	1	Ткани животных и человека	17.02.2025 – 21.02.2025
24.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	24.02.2025 – 28.02.2025
25.	1	Беспозвоночные животные.	03.03.2025 – 07.03.2025
26.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	10.03.2025 – 14.03.2025
27.	1	Анатомия и физиология человека.	17.03.2025 – 21.03.2025
28.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	24.03.2025 – 28.03.2025
	4	<b>Раздел 4 «Общая биология и микробиология»</b>	

29.	1	Микроорганизмы прокариотические и эукариотические	31.03.2025 – 04.04.2025
30.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	07.04.2025 – 11.04.2025
31.	1	Виды грибов и бактерий, применяемые в биотехнологии	14.04.2025 – 18.04.2025
32.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	21.04.2025 – 25.04.2025
	4	<b>Раздел 5 «Генетика»</b>	
33.	1	Основы генетики.	28.04.2025 – 02.05.2025
34.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	05.05.2025 – 09.05.2025
35.	1	Основные молекулярно-генетические процессы.	12.05.2025 – 16.05.2025
36.	1	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	19.05.2025 – 23.05.2025

## Календарно-тематическое планирование «Инженерные системы»

№ п/п	Часы		тема	Дата
1.	1		Введение в тематику профиля «Инженерные системы».	02.09.2024 – 06.09.2024
2.	1		Знакомство с платформой НТО. Регистрация на платформе.	09.09.2024 – 13.09.2024
3.	1		Особенности функционирования ИБС.	16.09.2024 – 20.09.2024
4.	1		Знакомство с простыми конструкциями ИБС.	23.09.2024 – 27.09.2024
5.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	30.09.2024 – 04.10.2024
6.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	07.10.2024 – 11.10.2024
7.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	14.10.2024 – 18.10.2024
8.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	21.10.2024 – 25.10.2024
9.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	28.10.2024 – 01.11.2024
10.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	04.11.2024 – 08.11.2024
11.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	11.11.2024 – 15.11.2024
12.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	18.11.2024 – 22.11.2024
13.	1		Анатомия растений.	25.11.2024 – 29.11.2024
14.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	02.12.2024 – 06.12.2024

15.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	09.12.2024 – 13.12.2024
16.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	16.12.2024 – 20.12.2024
17.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	23.12.2024 – 27.12.2024
18.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	13.01.2025 – 17.01.2025
19.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	20.01.2025 – 24.01.2025
20.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	27.01.2025 – 31.01.2025
21.	1		Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.	03.02.2025 – 07.02.2025
22.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	10.02.2025 – 14.02.2025
23.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	17.02.2025 – 21.02.2025
24.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	24.02.2025 – 28.02.2025
25.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	03.03.2025 – 07.03.2025
26.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	10.03.2025 – 14.03.2025
27.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	17.03.2025 – 21.03.2025

28.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	24.03.2025 – 28.03.2025
29.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	31.03.2025 – 04.04.2025
30.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	07.04.2025 – 11.04.2025
31.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	14.04.2025 – 18.04.2025
32.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	21.04.2025 – 25.04.2025
33.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	28.04.2025 – 02.05.2025
34.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	05.05.2025 – 09.05.2025
35.	1		Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).	12.05.2025 – 16.05.2025
36.	1		Решение олимпиадных заданий первого тура НТО	19.05.2025 – 23.05.2025