

Министерство образования и науки Мурманской области  
Государственное автономное учреждение дополнительного образования  
Мурманской области «Мурманский областной центр дополнительного  
образования «Лапландия»  
Детский технопарк «Кванториум-51»

ПРИНЯТА

методическим советом

Протокол

от 25.09.19 № 4

Председатель  О. А. Бережняк

УТВЕРЖДЕНА

Приказом ГАУДОМО

«МОЦДО» «Лапландия»

от 25.09.19 № 955

Директор  В. Кулаков



## БИОКВАНТУМ

Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа

Проектный модуль:

**«Основы генной инженерии: генетическая трансформация организмов»**

Направленность: естественнонаучная

Возраст учащихся: **14-18 лет**

Срок реализации программы: **2 года**

Автор- составитель:

**Икко Наталья Викторовна, к.б.н.,**

зав. лабораторией ДТ «Кванториум-51»

Мурманск  
2019

## **II. Пояснительная записка**

### **2.1. Область применения программы**

Одним из важнейших направлений современных биотехнологий является генная инженерия, которая включает в себя совокупность методов молекулярной генетики, направленных на искусственное создание новых, не встречающихся в природе сочетаний генов. Те или иные чужеродные для данного организма гены вводят в его клетки и встраивают в его геном с различными целями: для изучения строения и функций генетического аппарата, для эффективной наработки продукта данного гена, для придания организму-хозяину каких-либо желаемых свойств. Достижения в области генной инженерии позволяют решать широкий круг вопросов, связанных с охраной здоровья человека, повышением эффективности сельскохозяйственного и промышленного производства, защитой среды обитания от загрязнений.

Программа направлена на общеинтеллектуальное развитие личности обучающегося в форме поискового и научного исследования. Реализация программы способствует профессиональной ориентации обучающихся в сфере биологических специальностей.

### **2.2. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы.**

Программа разработана в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Министерства образования и науки РФ от 9.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», Письмом Министерства образования и науки РФ от 25.07.2016 № 09-1790 «Рекомендации по совершенствованию дополнительных образовательных программ, созданию детских технопарков, центров молодежного инновационного творчества и внедрению иных форм подготовки детей и молодежи по программам инженерной направленности», постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

### **2.3. Актуальность, педагогическая целесообразность программы**

Актуальность программы «Основы генной инженерии» обусловлена необходимостью повышения мотивации детей к выбору специальностей естественнонаучного профиля, совершенствования системы непрерывной подготовки будущих высококвалифицированных кадров, обладающих академическими знаниями и профессиональными компетенциями в области биотехнологий.

Новизна программы заключается в интегрировании содержания, методов обучения и образовательной среды, обеспечивающие расширенные возможности детей и молодежи в получении знания из различных областей

науки и техники в интерактивной форме: «Исследовать – Действовать – Знать – Уметь». Программа предполагает создание интерактивного образовательного пространства для погружения обучающихся в научную и инженерную культуру, базируется на принципах инновационности, научности, интереса, качества, доступности и демократичности.

Образовательная программа «Основы генной инженерии» интегрирует в себе достижения современных направлений науки и техники в области биологии и биотехнологии. Занятия по данной программе обеспечивают обучающимся возможность получить передовые знания в области молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии, практические навыки работы на различных видах современного оборудования, умение планировать и реализовывать конкретные исследовательские и прикладные задачи, понимать роль научных исследований в современном мире и значимость международного сотрудничества.

Отличительными особенностями программы является то, что она:

- основана на принципе моделирования мотивирующей интерактивной образовательной среды под конкретные учебные задачи с использованием образовательных кейс-технологий и проектного метода обучения и других образовательных технологиях нового поколения;
- направлена на развитие у обучающихся устойчивого интереса к интеллектуальным соревнованиям, олимпиадному движению, освоению современных технологий, проектной деятельности, практических навыков в избранной образовательной области;
- обеспечивает выбор обучающимися собственных образовательных траекторий в образовательных объединениях (квантумах) для постижения естественнонаучных дисциплин и получения технических компетенций;
- обеспечивает моделирование личного образовательного пространства обучающегося в трех «горизонтах» (относительно самостоятельных пространствах): учебном, образовательно-рефлексивном и социально-практическом;
- предусматривает индивидуальный подход, поскольку педагог в учебном объединении выступает как наставник (тьютор), организатор, консультант, модератор.

Реализуется с использованием высокотехнологичного оборудования детского технопарка «Кванториум» в условиях мотивирующей интерактивной среды.

**2.4. Цель программы:** создание условий для формирования компетенций в области генной инженерии, развития способностей в сфере проектной, исследовательской и изобретательской деятельности.

### **2.5. Задачи программы**

**Обучающие:**

- Деятельностное присвоение обучающимися понимания биологических процессов на молекулярном уровне, уровне клетки и организма.

- Деятельностное присвоение обучающимися представлений о возможностях использования генетической трансформации организмов для решения важнейших проблем человечества.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения использовать в исследовании общенаучные (анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение) и естественнонаучные методы (выделения ДНК из клеток живых организмов, трансформации бактерий, оценки эффективности трансформации, выделения рекомбинантного белка из бактериальной клетки и его очистки).

#### **Развивающие:**

- Расширение кругозора обучающихся в области биологических дисциплин.
- Развитие способности к творчеству и креативному мышлению.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области молекулярной биотехнологии.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять проблемы, ставить задачу и выполнять самостоятельно или с помощью консультанта лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач в области молекулярной биотехнологии с использованием современного оборудования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения формулировать вопросы научной гипотезы, ставить исследовательскую цель.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение планировать научное исследование с учетом сроков.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение проверять достоверность результатов научного исследования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение грамотно представлять, докладывать и оформлять результаты научно-исследовательских или проектных работ.

#### **Воспитательные:**

- Воспитание активной жизненной позиции в области природоохранной деятельности и сохранения здоровья.
- Развитие положительной мотивации в учебной деятельности.
- Воспитание ответственности, трудолюбия, целеустремленности и организованности.

#### **2.6. Адресат программы.**

Данная программа предназначена для школьников 14-18 лет, успешно окончивших прохождение вводного модуля и прошедших экспертную оценку проектов, либо для школьников, прошедших конкурсный отбор в соответствии с правилами ДТ «Кванториум-51». Количество человек в группе – 10.

#### **2.7. Форма реализации программы:** очная.

## **2.8. Срок освоения программы: 2 года.**

Объем программы:

1-й год обучения – 216 часов

2-й год обучения – 216 часов.

**2.9. Форма организации занятий:** индивидуальная, парная, групповая, коллективная.

**2.10. Режим занятий:** 2 раза в неделю по 3 академических часа.

**2.11. Виды учебных занятий и работ:** лекции, практические работы, лабораторные работы, самостоятельная работа в группах, индивидуальная самостоятельная работа, дискуссии, «планерки».

## **2.12. Ожидаемые результаты обучения**

### ***Личностные результаты:***

*Учащийся будет демонстрировать в деятельности:*

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- умение организовывать свою деятельность (планирование, контроль, оценка);
- готовность к самостоятельным действиям, ответственность за их результаты;
- внимательность, настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности;
- самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- готовность открыто выражать и отстаивать свою позицию;
- осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению, культуре;
- коммуникативную компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками;

### ***Метапредметные результаты:***

*Регулятивные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- ставить цель, планировать достижение этой цели;
- планировать последовательность шагов для достижения цели;
- планировать ресурсы для решения задачи;
- осуществлять текущий контроль своей деятельности;
- называть трудности, с которыми столкнулся при решении задачи, и предлагать пути их преодоления;
- адекватно воспринимать оценку учителя и сверстников;

- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

*Познавательные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи.

*Коммуникативные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- планировать учебное сотрудничество с наставником и сверстниками: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- управлять поведением партнера: контроль, коррекция, оценка его действий;
- с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

***Предметные результаты:***

Обучающийся научится:

- самостоятельно проводить поиск и анализ информации в области генной инженерии и биотехнологии для использования ее в процессе научно-практической деятельности;
- применять практические навыки лабораторной работы с различными объектами, анализом и статистической обработкой полученных данных, умением делать выводы и обобщения;
- выделять плазмидную и геномную ДНК, ставить реакции рестрикции и лигирования, проводить электрофоретический анализ ДНК, трансформировать клетки бактерий, отбирать рекомбинантные клоны, определять экспрессию генов;
- производить расчеты концентрации растворов и приготавливать растворы заданной концентрации;
- выращивать микроорганизмы, получать чистые культуры, готовить питательные среды;
- составлять протоколы испытаний согласно образцу;

- соблюдать правила техники безопасности при работе в молекулярно-биологической лаборатории.

*Обучающийся получит возможность научиться:*

- сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;
- приемам работы с информацией биологического содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, фотографий и др.) и критического анализа информации;
- планировать учебное исследование или проектную работу с учетом поставленной цели: формулировать проблему, гипотезу и ставить задачи исследования, выбирать адекватно поставленной цели методы, делать выводы по результатам исследования или проектной деятельности;
- работать в группе сверстников при решении познавательных задач в области биологии, выстраивания коммуникации, учитывая мнение окружающих, и адекватно оценивать собственный вклад в деятельность группы.

**2.13. Формы итоговой аттестации:** мини-конференция по защите проектов, внутригрупповой конкурс (соревнования), презентация (самопрезентация) проектов обучающихся.

### III. Учебный план

#### 3.1. Перечень разделов, тем.

#### 3.2. Количество часов по каждой теме с разбивкой на теоретические и практические.

#### Учебный план 1-го года обучения

№ темы	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
Модуль 1					
1.	Вводное занятие	3	1	2	Инструктаж по технике безопасности
2.	Основы проектной деятельности	6	3	3	Схема эксперимента
3.	Освоение экспериментальных методик (на примере кейса «Создание трансгенного организма»)	207 в т.ч.	12 в т.ч.	195 в т.ч.	Схемы экспериментов, протоколы экспериментов
	Такт кейса 1. «Как создать трансгенный организм?»	3	-	3	
	Такт кейса 2. «Получение целевого гена»	90	3	87	
	Такт кейса 3. «Создание генетического вектора»	33	3	30	
	Такт кейса 4. «Генетическая трансформация бактерий»	36	6	30	
	Такт кейса 5. «Как проверить – работает ген или нет?»	36	-	36	
4.	Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций	9	-	9	Презентации
	Итого	216	16	200	

#### Учебный план 2-го года обучения

№ темы	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
Модуль 2					
1.	Основы проектной деятельности	6	3	3	Инструктаж по технике безопасности
2.	Дизайн-мышление в проектной деятельности	54	6	48	Оформление проектной идеи, составление календарного плана проекта
3.	Реализация проекта (создание генно-модифицированного организма)	45	6	39	Трансгенный организм
4.	Реализация проекта (создание устройства)	45	-	45	Модель проекта
5.	Создание макета на оборудовании хайтек-цеха	24	-	24	Макет проекта
6.	Презентация и экспертиза полученного результата	12	-	12	Внутренняя защита проектов
7.	Представление полученных результатов	15	-	15	Внешняя защита проектов



8.	Проектирование шага развития	6	-	6	План-график дальнейшей реализации проекта
9.	Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций	9	-	9	Презентации
	Итого	216	15	201	

#### **IV. Содержание изучаемого курса**

##### **4.1. Краткое описание тем программы (теоретических и практических видов занятий с указанием часов).**

#### **Модуль 1.**

##### **Тема 1. Вводное занятие. 3 часа.**

###### ***Лекционное занятие (1 час)***

Требования, предъявляемые к обучающимся. Техника безопасности.

###### ***Практическое занятие (2 часа)***

Заполнение анкет входного тестирования. Деловая игра.

##### **Тема 2. Основы проектной деятельности. 6 часов.**

###### ***Лекционное занятие (3 часа)***

Требования к проекту. Проект и исследование как пути создания нового. Биозтика проектной деятельности. Структура проекта. Основные компоненты жизненного цикла проекта. Планирование проекта.

###### ***Практическое занятие (3 часа)***

Кейс «Создание трансгенного организма». Просмотр мотивационного материала. Формулировка проблемы, поднимаемой в мотивационном материале. Постановка проектной задачи.

##### **Тема 3. Освоение экспериментальных методик. 207 часов.**

###### **Такт кейса 1.«Как создать трансгенный организм?» (3 часа)**

###### ***Практическое занятие (3 часа)***

Формулировка проблемы. Поиск информации. Обсуждение существующих способов решения проблемы. Формирование схемы эксперимента по созданию трансгенного организма.

###### **Такт кейса 2.«Получение целевого гена» (90 часов)**

###### ***Практическое занятие «Где можно взять целевой ген?» (3 часа)***

Формулировка проблемы. Поиск информации. Обсуждение существующих способов решения проблемы.

###### ***Лекционное занятие (3 часа)***

Способы получения целевого гена (трансгена) для его переноса в другой организм. Получение гена из естественных источников, из геномных библиотек. Искусственный синтез генов: химический синтез, ферментативный синтез.

###### ***Лабораторные занятия (84 часа)***

Выделение суммарной РНК (9 часов)

Очистка РНК (6 часов)

Анализ РНК методом гель-электрофореза (3 часа)

Синтез кДНК на матрице РНК (30 часов)

Анализ кДНК методом гель-электрофореза (3 часа)

Амплификация полной кодирующей последовательности гена флуоресцентного белка (30 часов)

Анализ продуктов ПЦР методом гель-электрофореза (3 часа)

**Такт кейса 3. «Создание генетического вектора» (33 часа)**

**Практическое занятие (6 часов)**

Формулировка проблемы. Поиск информации. Обсуждение существующих способов решения проблемы. Формирование схемы эксперимента по созданию генетического вектора.

**Лекционное занятие (3 часа)**

Клонирование целевого гена. Векторы для переноса целевого гена: плазмиды, вирусы, космиды. Создание векторной конструкции.

**Лабораторные занятия (24 часа)**

Компьютерный дизайн генетической конструкции (12 часов)

Рестрикция векторной плазмиды и ампликонов целевых генов (6 часов)

Лигирование целевых генов в векторную плазмиду (6 часов)

**Такт кейса 4. «Генетическая трансформация бактерий» (36 часов)**

**Практическое занятие (6 часов)**

Формулировка проблемы. Поиск информации. Обсуждение существующих способов решения проблемы.

**Лекционное занятие (6 часов)**

Питательные среды и методы культивирования микроорганизмов. Методы стерилизации посуды и оборудования.

**Лабораторные занятия (24 часа)**

Знакомство с микробиологической лабораторией (3 часа)

Приготовление питательных сред для бактерий (6 часов)

Пересадка микроорганизмов на питательную среду при помощи микробиологической петли (3 часа)

Пересадка микроорганизмов на питательную среду при помощи шпателя Дригальского (3 часа)

Приготовление компетентных клеток *E. coli* (6 часов)

Трансформация клеток *E. coli* продуктами лигазной реакции (3 часа)

**Такт кейса 5. «Как проверить – работает ген или нет?» (36 часов)**

**Практическое занятие (6 часов)**

Формулировка проблемы. Поиск информации. Обсуждение существующих способов решения проблемы.

**Лабораторное занятие (30 часов)**

ПЦР-скрининг колоний *E. coli* на наличие вставки гена в векторе (6 часов)

Отбор клонов по фенотипу (6 часов)

Выделение плазмидной ДНК из рекомбинантных клонов *E. coli* (6 часов)

Анализ плазмидной ДНК из рекомбинантного клона методом гель-электрофореза (3 часа)

Визуализация рекомбинантного белка в бактериальной биомассе (3 часа)

Выделение рекомбинантного белка из бактериальной биомассы (6 часов)

**Тема 4. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций. 9 часов.**

Участие в межкванторианских, кванторианских и внутриквантовых мероприятиях, направленных на формирование знаний и навыков гуманитарной направленности.

## **Модуль 2.**

### **Тема 1. Основы проектной деятельности. 6 часов.**

#### ***Лекционное занятие (3 часа)***

Технологии SCRUM в проектной деятельности.

#### ***Практическое занятие (3 часа)***

Кейс «Альтернативная энергетика: разработка биогенноосветительного прибора». Просмотр мотивационного материала. Формулировка проблемы, поднимаемой в мотивационном материале. Постановка проектной задачи.

### **Тема 2. Дизайн-мышление в проектной деятельности. 54 часа.**

#### ***Лекционное занятие (6 часов)***

Дизайн-мышление – метод создания новых продуктов и услуг, ориентированных на человека. Основные принципы, ключевые этапы. Этап эмпатии, этап определения, этап идеи, этап прототипирования, этап тестирования.

#### ***Практические занятия (48 часов)***

Деловая игра «Что? Как? Почему?» (3 часа)

Деловая игра «Подготовка к интервью» (6 часов)

Формирование проектной команды (3 часа)

Деловая игра «Интервью для эмпатии» (3 часа)

Деловая игра «Путь пользователя» (3 часа)

Постановка задачи проекта (Методы «POV-формула», «POV-аналогия», «POV-реклама», «Проверочный список») (9 часов)

Генерация и отбор проектных идей (метод «Мозговой штурм», метод «Бодисторминг») (6 часов)

Прототипирование решения (метод «Определение переменных», метод «Прототипирование с пользователем») (6 часов)

Тестирование решения (метод «Тестирование с пользователем», метод «Обратная связь в команде») (6 часов)

Создание плана-графика реализации задуманного (3 часа)

### **Тема 3. Реализация проекта (создание генно-модифицированного организма). 45 часов.**

#### ***Практическое занятие (6 часов)***

Планирование эксперимента по получению трансгенного организма

#### ***Лабораторные занятия (39 часов)***

Получение целевого гена (12 часов)

Создание генетической конструкции (9 часов)

Генетическая трансформация организмов (9 часов)

Проверка эффективности генетической трансформации (9 часов)

### **Тема 4. Реализация проекта (создание устройства). 45 часов.**

#### ***Практические занятия (45 часов)***

Разработка конструкции устройства (6 часов)

Разработка технологической схемы обслуживания устройства (6 часов)

Расчет экономической составляющей устройства (6 часов)

Создание прототипа модели (6 часов)

Тестирование модели (6 часов)

Экспериментальный расчет параметров модели (6 часов)

Доработка модели (9 часов)

**Тема 5. Создание макета на оборудовании хайтек-цеха. 24 часа.**

Практические занятия

**Тема 6. Презентация и экспертиза полученного результата. 12 часов.**

Подготовка слайдов и текста презентации для защиты проекта.

Собеседование. Защита проекта внутри образовательной организации при участии экспертной группы.

**Тема 7. Представление полученных результатов. 15 часов.**

Оформление проектной документации. Участие в конференции. Выступление с докладом. Участие в выставке или соревнованиях.

**Тема 8. Проектирование шага развития. 6 часов.**

Проработка и переосмысление результатов работы для нахождения путей развития проекта

**Тема 9. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций. 9 часов.**

Участие в межкванторианских, кванторианских и внутриквантумных мероприятиях, направленных на формирование знаний и навыков гуманитарной направленности.

## **V. Комплекс организационно-педагогических условий**

### **5.1. Календарный учебный график**

Календарный учебный график 1-го года обучения - приложение 1 к программе.

Календарный учебный график 2-го года обучения - приложение 2 к программе.

### **5.2. Ресурсное обеспечение программы:**

#### **- материально-техническое обеспечение**

Для проведения лекций, семинаров предусмотрен кабинет, оснащенный компьютерной техникой, не менее 1 ПК на 2 ученика, проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, магнитно-маркерным флип-чартом.

Лабораторные занятия курса “Основы геномной инженерии” проводятся в учебной лаборатории, предназначенной для подготовки и проведения молекулярно-биологических исследований. Оборудование и техника работ в учебной лаборатории должны соответствовать требованиям, предъявляемым к производственным и другим лабораториям соответствующего профиля.

В состав учебной лаборатории входят: комната для исследований-занятий; автоклавная (стерилизационная); моечная, оборудованная для мытья посуды; препараторская, где проводят подготовку лабораторной посуды и хранят питательные среды; материальная комната – для хранения запасов реактивов, посуды, аппаратуры, приборов, хозяйственного инвентаря. Для проведения посевов,

стерильной разливки сред и других работ с соблюдением правил асептики в помещении для исследований установлен бокс-ламинар.

Учебно-методические средства обучения:

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

**- специальное оборудование:**

1. Бокс абактериальной БАВ ПЦР-"Ламинар-С"
2. Мини-центрифуга «Minispin»
3. Мини-центрифуга/вортекс «Микроспин FV-2400»
4. Персональный вортекс «V-1 plus»
5. Аспиратор «BS-040108-AAG Biosan»
6. Термостат твердотельный ТТ-2-«Термит»
7. Амплификатор (термоциклер) «Termix»
8. Спектрофотометр «NanoPhotometer NP80»
9. Микроволновая печь
10. Камера для электрофореза
11. Источник питания для электрофореза «Эльф»
12. Система гель-документирования «Vilber Lourmat Bio-Print-CX4/20M»
13. Гомогенизатор ультразвуковой UP200St
14. Автоматическая пипетка
15. Наконечники для автоматических пипеток
16. Промывалка
17. Пробирки типа Eppendorf
18. Штативы для микропробирок
19. Штатив подставка для автоматических пипеток

**- информационно-методическое обеспечение**

Сведения о формах и технологиях организации учебных занятий, методах и приемах работы с обучающимися, используемом дидактическом материале и формах отслеживания результатов представлены в таблицах.

**1-й год обучения**

/ п	Название раздела, темы	Формы организации учебных занятий	Технология организации занятий	Методы и приемы работы с обучающимися	Возможный дидактический материал	Техническое оснащение занятия	Форма отслеживания и фиксации результатов
1	Вводное занятие.	Лекция, практическая работа	Традиционные технологии	— Словесные методы (устное изложение); — Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, проектор	Устный опрос

2	Основы проектной деятельности	Лекция, самостоятельная работа в группах, дискуссия	Компьютерные технологии, проектные технологии	— Словесные методы ( дискуссия) — Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский, <b>познавательное проблемное изложение, диалогическое проблемное изложение,)</b>	Видео, презентации, компьютерные симуляции и т.д.	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Участие в дискуссии, защита доклада
3	Освоение экспериментальных методик	Лекции, практические работы, лабораторные работы, самостоятельная работа в группах	Традиционные технологии, технологии развивающего обучения, технологии дифференцированного обучения	— Словесные методы (устное изложение, объяснение, дискуссия); — Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций; приёмов работы на оборудовании ); — Методы практического обучения (лабораторные , практические работы) — Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский)	Презентации, видео, компьютерные симуляции, протоколы опытов, карточки с задачами	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фотоаппарат, оборудование для молекулярно-биологических работ, химические реактивы, клеточные культуры	Решение задач, составление схемы эксперимента по созданию трансгенного организма, составление протокола лабораторной работы
11	Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)	Презентации, видео	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Создание презентаций

## 2-й год обучения

/ п	Название раздела, темы	Формы организации учебных занятий	Технология организации занятий	Методы и приемы работы с обучающимися	Возможный дидактический материал	Техническое оснащение занятия	Форма отслеживания и фиксации результатов
1	Основы проектной деятельности	Лекция-беседа, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	— Словесные методы (беседа, дискуссия) — Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение, метод кейсов)	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	
2	Дизайн-мышление в проектной деятельности	Лекция, самостоятельная работа в группах, дискуссия	Компьютерные технологии, проектные технологии	— Словесные методы ( дискуссия) — Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский, познавательное проблемное изложение, диалогическое проблемное изложение,)	Видео, презентации, компьютерные симуляции и т.д.	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Участие в дискуссии, защита доклада
	Реализация проекта (создание генно-модифицированного организма)	Практические работы, лабораторные работы, самостоятельная работа в группах	Традиционные технологии, технологии развивающего обучения, технологии дифференцированного обучения	— Словесные методы (устное изложение, объяснение, дискуссия); — Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций; приёмов работы на оборудовании ); — Методы практического обучения (лабораторные , практические работы)	Презентации, видео, компьютерные симуляции, протоколы опытов	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фотоаппарат, оборудование для молекулярно-биологических работ, химические реактивы, клеточные культуры	Составление схемы эксперимента по созданию трансгенного организма, составление протокола лабораторной работы

				— Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский)			
4	Реализация проекта (создание устройства)	самостоятельная работа в группах, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	— Словесные методы (беседа, дискуссия); — Наглядные методы (метод демонстраций); — Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Разработка модели и технологической схемы проекта
5	Создание макета на оборудовании и хайтек-цеха	Индивидуальная работа	Проектные технологии	Наглядные методы (метод демонстрации, приёмов работы на оборудовании, метод наглядного моделирования)		Компьютер, проектор, 3D-принтеры, станки ЧПУ	Создание макета объекта
6	Презентация и экспертиза полученного результата.	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	— Словесные методы (беседа, дискуссия); — Наглядные методы (метод демонстраций); — Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Описание схемы решения, участие в дискуссии
7	Представление полученных	Конференция	Проектные технологии,	— Словесные	Презентации	Компьютер, проектор,	Презентация проекта



	результатов.		технологии сотрудничества	<p>сные методы (беседа, дискуссия);</p> <p>— Наглядные методы (метод демонстраций);</p> <p>— Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)</p>		флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	
8	Проектирование шага развития.	самостоятельная работа в группах, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	<p>— Словесные методы (беседа, дискуссия);</p> <p>— Наглядные методы (метод демонстраций);</p> <p>— Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)</p>	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Составление плана-графика дальнейшей реализации проекта
9	Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	Проектные технологии, технологии сотрудничества	Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)	Презентации, видео	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Создание презентаций

### **Формы и виды контроля**

#### ***Диагностика эффективности образовательного процесса.***

В ходе реализации программы обучающимися осуществляются диагностические срезы по определению уровня усвоения программы:

Входной контроль – тестирование, проверяющее уровень знаний в области генетики и молекулярной биологии.

Промежуточная аттестация проводится в конце 1-го года обучения в виде конференции, на которой происходит защита проектов.

Итоговая аттестация проводится в конце 2-го года обучения в виде конференции, на которой происходит защита проектов.

Результаты контроля фиксируются в диагностической карте.

### ***Входной контроль***

Материалы тестирования см. в Приложении 3.

Критерии оценки вводной диагностики:

*Низкий уровень* – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 60 % и ниже.

*Средний уровень* – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61–79 %.

*Высокий уровень* – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 80 % и выше.

### ***Промежуточная и итоговая аттестация***

Критерии оценки уровней освоения модулей:

Уровни	Параметры	Показатели
<b>Высокий уровень (80-100%)</b>	Теоретические знания.	Обучающийся освоил материал в полном объеме. Знает и понимает значение терминов, самостоятельно ориентируется в содержании материала по темам. учащийся заинтересован, проявляет устойчивое внимание к выполнению заданий.
	Практические умения и навыки.	Способен применять практические умения и навыки во время выполнения самостоятельных заданий. Работу выполняет с соблюдением правил техники безопасности, аккуратно, доводит ее до конца. Может оценить результаты выполнения своего задания и дать оценку работы своего товарища.
<b>Средний уровень (50-79%)</b>	Теоретические знания.	Учащийся освоил базовые знания, ориентируется в содержании материала по темам, иногда обращается за помощью к педагогу. Учащийся заинтересован, но не всегда проявляет устойчивое внимание к выполнению задания.
	Практические умения и навыки.	Владеет базовыми навыками и умениями, но не всегда может выполнить самостоятельное задание, затрудняется и просит помощи педагога. В работе допускает небрежность, делает ошибки, но может устранить их после наводящих вопросов или самостоятельно. Оценить результаты своей деятельности может с подсказкой педагога.
<b>Низкий уровень (меньше 50%)</b>	Теоретические знания.	Владеет минимальными знаниями, ориентируется в содержании материала по темам только с помощью педагога.
	Практические умения и навыки.	Владеет минимальными начальными навыками и умениями. Учащийся способен выполнять каждую операцию только с подсказкой педагога или товарищей. В работе допускает грубые ошибки, не может их найти даже после указания. Не способен самостоятельно оценить результаты своей работы.

**Сводная таблица результатов обучения  
по дополнительной общеобразовательной программе  
«Основы генной инженерии: генетическая трансформация организмов»**

Педагог доп. образования Икко Н.В.  
группа № \_\_\_\_\_

№ п/п	ФИ обучающегося	Оценка теоретических знаний	Оценка практических умений и навыков	Итоговая оценка
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

**Показатели освоения дополнительной общеобразовательной программы**

Уровни освоения программы (в %):

Низкий \_\_\_\_\_

Средний \_\_\_\_\_

Высокий \_\_\_\_\_

**VI. Список литературы**

**Список использованной литературы: (для педагога)**

1. Белова Т. Г. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современном образовании // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, 2008. – Выпуск № 76-2. – С. 30 – 35.
2. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
3. Бисерова Н.М. Методы визуализации биологических ультраструктур. – М.: Издательство «КМК», 2013 – 104 с.
4. Букатов В.М., Ершова А.П. Нескучные уроки: обстоятельное изложение социо/игровых технологий обучения. Пособие для учителей физики, математики, географии, биологии и химии. – СПб.:Школьная лига, 2013. – 240 с.
5. Гусев М. В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л. А.Минеева. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 464 с.
6. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.

7. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
8. Юшков А.Н. Учебные проекты на материале естественнонаучных дисциплин. Из методического опыта программы «Школьная Лига РОСНАНО». — СПб.: Школьная лига, 2015. — 106 с.

**Список рекомендуемой литературы:** (для обучающихся и родителей)

1. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
2. Бисерова Н.М. Методы визуализации биологических ультраструктур. – М.: Издательство «КМК», 2013 – 104 с.
3. Гусев М. В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л. А.Минеева. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 464 с.
4. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
5. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
6. Леонтович А. В., Калачихина О. д., Обухов А. С. Тренинг «Самостоятельные исследования школьников». — М., 2003.
7. Микробиология: методическое пособие для 10-11 классов/ А.И. Нетрусов, И.Б. Котова.-М: Бином. Лаборатория знаний, 2013
8. Микробиология: практикум для 10-11 классов А.И. нетрусов, И.Б. Котова – М.:БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013
9. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер ; пер. с англ.—2-е изд. (эл.).—Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 855 с.).—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

## VII. Приложения

### Приложение 1

#### Календарный учебный график

Программа: «Основы генной инженерии: генетическая трансформация организмов»

Педагог: Икко Н.В.

Год обучения: 1

Количество учебных недель: 36

Режим проведения занятий: 2 раза в неделю по 3 часа

Праздничные и выходные дни (согласно государственному календарю)

04.11.2018, 01.01.2019-08.01.2019, 23.02.2019, 08.03.2019, 01.05.2019,

09.05.2019

Каникулярный период:

- осенние каникулы – с 29 октября 2019 по 04 ноября 2019;
- зимние каникулы – с 28 декабря 2019 по 08 января 2020;
- весенние каникулы – с 25 марта 2020 по 31 марта 2020;
- дополнительные каникулы – с 19 февраля 2020 по 22 февраля 2020;
- летние каникулы – с 01 июня 2020 по 31 августа 2020.

Во время каникул занятия в объединениях проводятся в соответствии с учебным планом, допускается изменение расписания.

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.	сентябрь	11	17.25 — 20.00	Лекция, практическая работа	3	Вводное занятие	Биоквантум, каб. 120	Участие в игре
2.	сентябрь	13	17.25 — 20.00	Лекция-беседа	3	Основы проектной деятельности	Биоквантум, каб. 120	Конспект лекции
3.	сентябрь	18	17.25 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	3	Основы проектной деятельности	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
4.	сентябрь	20	17.25 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 1. «Как создать трансгенный организм?»	Биоквантум, каб. 120	Составление схемы эксперимента
5.	сентябрь	25	17.25 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	3	«Где можно взять целевой ген?»		Участие в дискуссии
6.	сентябрь	27	17.25 — 20.00	Лекция-беседа	3	Способы получения целевого гена		Конспект лекции
7.	октябрь	2	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Выделение суммарной РНК	Биоквантум, каб. 120	Протокол эксперимента
8.	октябрь	4	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Выделение суммарной РНК	Биоквантум, каб. 120	Протокол эксперимента
9.	октябрь	9	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Выделение суммарной РНК	Биоквантум, каб. 120	Протокол эксперимента

10.	октябрь	11	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Очистка РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
11.	октябрь	16	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Очистка РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
12.	октябрь	18	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Анализ РНК методом гель- электрофореза	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
13.	октябрь	23	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
14.	октябрь	25	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
15.	октябрь	30	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
16.	ноябрь	1	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
17.	ноябрь	6	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
18.	ноябрь	8	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
19.	ноябрь	13	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
20.	ноябрь	15	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
21.	ноябрь	20	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
22.	ноябрь	22	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Синтез кДНК на матрице РНК	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
23.	ноябрь	27	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Анализ кДНК методом гель- электрофореза	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
24.	ноябрь	29	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
25.	декабрь	4	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
26.	декабрь	6	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Амплификация	Биоквантум	Протокол эксперимент

						полной кодирующей последовательности гена	, каб. 120	а
27.	декабрь	11	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
28.	декабрь	13	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
29.	декабрь	18	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
30.	декабрь	20	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
31.	декабрь	25	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
32.	декабрь	27	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
33.	январь	10	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Амплификация полной кодирующей последовательности гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
34.	январь	15	17.25 — 20.00	Лабораторная работа	3	Анализ продуктов ПЦР методом геле- электрофореза	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
35.	январь	17	17.25 — 20.00	Самостоятельна я работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 3. «Создание генетического вектора»	Биоквантум , каб. 120	Участие в дискуссии
36.	январь	22	17.25 — 20.00	Самостоятельна я работа в	3	Такт кейса 3. «Создание	Биоквантум	Составление схемы

				группах, дискуссия		генетического вектора»	, каб. 120	эксперимент а	
37.	январь	24	17.25 20.00	—	Лекция	3	Создание генетических конструкций	Биоквантум , каб. 120	Конспект лекции
38.	январь	29	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Компьютерный дизайн генетической конструкции	Биоквантум , каб. 120	Схема генетическо й конструкции
39.	январь	31	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Компьютерный дизайн генетической конструкции	Биоквантум , каб. 120	Схема генетическо й конструкции
40.	февраль	5	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Компьютерный дизайн генетической конструкции	Биоквантум , каб. 120	Схема генетическо й конструкции
41.	февраль	7	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Компьютерный дизайн генетической конструкции	Биоквантум , каб. 120	Схема генетическо й конструкции
42.	февраль	12	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Рестрикция векторной плазмиды и ампликонов целевых генов	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
43.	февраль	14	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Рестрикция векторной плазмиды и ампликонов целевых генов	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
44.	февраль	19	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Лигирование целевых генов в векторную плазмиду	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
45.	февраль	21	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Лигирование целевых генов в векторную плазмиду	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
46.	февраль	26	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 4. «Генетическая трансформация бактерий»	Биоквантум , каб. 120	Участие в дискуссии
47.	февраль	28	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 4. «Генетическая трансформация бактерий»	Биоквантум , каб. 120	Составление схемы эксперимент а



48.	март	4	17.25 20.00	—	Лекция	3	Питательные среды и методы культивирования микроорганизмов	Биоквантум , каб. 120	Конспект лекции
49.	март	6	17.25 20.00	—	Лекция	3	Методы стерилизации посуды и оборудования	Биоквантум , каб. 120	Конспект лекции
50.	март	11	17.25 20.00	—	Самостоятельная работа в группах	3	Знакомство с микробиологической лабораторией	Биоквантум , каб. 120	Конспект
51.	март	13	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Приготовление питательных сред для бактерий	Биоквантум , каб. 120	Конспект
52.	март	18	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Приготовление питательных сред для бактерий	Биоквантум , каб. 120	Конспект
53.	март	20	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Пассирование микроорганизмов	Биоквантум , каб. 120	Конспект
54.	март	25	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Пассирование микроорганизмов	Биоквантум , каб. 120	Конспект
55.	март	27	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Приготовление компетентных клеток	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимента
56.	апрель	1	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Приготовление компетентных клеток	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимента
57.	апрель	3	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Трансформация клеток <i>E. coli</i> продуктами лигазной реакции	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимента
58.	апрель	8	17.25 20.00	—	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 5. «Как проверить – работает ген или нет?»	Биоквантум , каб. 120	Участие в дискуссии
59.	апрель	10	17.25 20.00	—	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	3	Такт кейса 5. «Как проверить – работает ген или нет?»	Биоквантум , каб. 120	Составление схемы эксперимента
60.	апрель	15	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	ПЦР-скрининг колоний <i>E. coli</i> на наличие вставки гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимента
61.	апрель	17	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	ПЦР-скрининг колоний <i>E. coli</i> на наличие вставки гена	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимента

62.	апрель	22	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Отбор клонов по фенотипу	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
63.	апрель	24	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Отбор клонов по фенотипу	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
64.	апрель	29	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Выделение плазмидной ДНК из рекомбинантных клонов <i>E. coli</i>	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
65.	май	6	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Выделение плазмидной ДНК из рекомбинантных клонов <i>E. coli</i>	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
66.	май	8	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Анализ плазмидной ДНК из рекомбинантного клона методом гель- электрофореза	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
67.	май	13	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Визуализация рекомбинантного белка в бактериальной биомассе	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
68.	май	15	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Выделение рекомбинантного белка из бактериальной биомассы	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
69.	май	20	17.25 20.00	—	Лабораторная работа	3	Выделение рекомбинантного белка из бактериальной биомассы	Биоквантум , каб. 120	Протокол эксперимент а
70.	май	22	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум , каб. 120	Презентация
71.	май	27	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум , каб. 120	Презентация
72.	май	29	17.25 20.00	—	Самостоятельна я работа в группах	3	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум , каб. 120	Презентация
					Итого:	216			

**Вопросы вводной диагностики**

Выберите один верный ответ из четырех

1. Любой ген в клетке представляет собой
  - 1) молекулу АТФ, богатую энергией
  - 2) молекулу ДНК в соединении с белками
  - 3) одну нить молекулы ДНК, состоящую из множества нуклеотидов
  - 4) отрезок молекулы ДНК, контролирующий синтез одной полипептидной цепи
  
2. Реакции окисления органических веществ в клетке, сопровождаемые синтезом молекул АТФ за счет освобождаемой энергии, называют
  - 1) энергетическим обменом
  - 2) пластическим обменом
  - 3) фотосинтезом
  - 4) хемосинтезом
  
3. Рибосомная РНК синтезируется в основном в
  - 1) ядрышке
  - 2) рибосомах
  - 3) митохондриях
  - 4) лизосомах
  
4. Синтез какого вещества происходит в ядре?
  - 1) белка
  - 2) глюкозы
  - 3) иРНК
  - 4) липида
  
5. Для всех живых существ на Земле генетический код един, поэтому его считают
  - 1) триплетным
  - 2) однозначным
  - 3) прерывающимся
  - 4) универсальным
  
6. Антикодону УГЦ на транспортной РНК соответствует триплет на ДНК
  - 1) ТГЦ
  - 2) АГЦ
  - 3) ТЦГ
  - 4) АЦГ
  
7. Строго фиксированное начало считывания наследственной информации имеет

- 1) ген в цепи ДНК
- 2) ген в цепи рРНК
- 3) молекула тРНК
- 4) молекула белка

8. В конце каждого гена находится триплет, который не кодирует ни одной аминокислоты и обозначает прекращение синтеза

- |                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| 1) одной белковой цепи      | 3) синтеза ДНК  |
| 2) нескольких молекул белка | 4) синтеза иРНК |

9. В процессе дыхания энергия может переходить из

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) химической в тепловую   | 3) тепловой в химическую   |
| 2) механической в тепловую | 4) тепловой в механическую |

10. Какие вещества синтезируются в клетках человека из аминокислот?

- 1) фосфолипиды
- 2) углеводы
- 3) витамины
- 4) белки

11. Информация о порядке расположения аминокислот в молекулах белка, записанная с помощью последовательности нуклеотидов в ДНК, - это

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| 1) генетический код | 3) триплет |
| 2) генофонд         | 4) генотип |

12. Каждый триплет кодирует всего одну аминокислоту, поэтому код считают

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1) универсальным | 3) однозначным |
| 2) триплетным    | 4) вырожденным |

13. Хранителем наследственности в клетке являются молекулы ДНК, так как в них закодирована информация о

- |                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1) составе полисахаридов     | 3) первичной структуре молекул белка |
| 2) структуре молекул липидов | 4) строении аминокислот              |

14. Большую роль в биосинтезе белка играет тРНК, которая

- 1) служит матрицей для синтеза белка
- 2) служит местом для сборки полипептидной цепи
- 3) переносит информацию из ядра к рибосомам
- 4) доставляет аминокислоты к рибосомам

15. В рибосомах животной клетки протекает процесс

- 1) хемосинтеза
- 2) биосинтеза
- 3) фотосинтеза
- 4) гликолиза

16. В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 15% от общего числа. Доля нуклеотидов с тимином в этой молекуле составит

- 1) 30%
- 2) 35%
- 3) 70%
- 4) 85%

17. Последовательность аминокислот в молекуле белка может не измениться при замене одного нуклеотида на другой в молекуле ДНК, благодаря следующему свойству кода

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1) вырожденности   | 3) однозначности |
| 2) универсальности | 4) триплетности. |

18. Для соединения одной молекулы аминокислоты с тРНК необходима энергия ... молекул АТФ

- |      |      |
|------|------|
| 1) 1 | 3) 3 |
| 2) 2 | 4) 4 |

19. Определите количество молекул аминокислот в полипептиде, если иРНК содержит 360 нуклеотидов

- |        |         |
|--------|---------|
| 1) 120 | 3) 720  |
| 2) 360 | 4) 1080 |

20. В жизненном цикле клетки процессы транскрипции осуществляются в

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1) интерфазе | 3) метафазе |
| 2) профазе   | 4) телофазе |

14. Обеспечение организма молекулами АТФ происходит в процессе

- 1) биосинтеза белка
- 2) подготовительного этапа энергетического обмена
- 3) кислородного этапа энергетического обмена
- 4) синтеза липидов

### КЕЙС "АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: РАЗРАБОТКА БИОГЕННООСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА» "

Идея использовать биолюминесценцию для освещения известна давно. *Биолюминесценция* (греч. βίος - жизнь и лат. lumen — свет) — способность живых организмов светиться за счет собственных белков или с помощью симбиотических бактерий. Сегодня известно около 800 видов светящихся живых существ. Большинство из них обитают в море. Это бактерии, одноклеточные жгутиконосные водоросли, радиолярии, грибы, планктонные и прикрепленные кишечнорастворимые, сифонофоры, морские перья, гребневники, иглокожие, черви, моллюски, ракообразные, рыбы. Одни из наиболее ярко светящихся животных — пиромомы (огнетелки). Из пресноводных биолюминесцентных видов известны новозеландский брюхоногий моллюск *Latia perritoides* и ряд бактерий. Среди наземных организмов светятся отдельные виды грибов, земляных червей, улиток, многоножек и насекомых.

Механизм биолюминесценции еще до конца не выяснен. В организмах многих живых существ происходит ферментативное окисление богатых водородом органических соединений *люциферина* (греч. *люцифер* – светонесущий). Ферменты, катализирующие окисление, называются *люциферазами*. Скорость окисления и свечение отдельно взятого люциферина невелики, но под действием люциферазы интенсивность люминесценции повышается в некоторых случаях до 10 000 раз. Иногда для возникновения биолюминесценции необходимо присутствие еще одного компонента, а именно молекул АТФ. Достаточно  $10^{-9}$  г этого вещества в растворе люциферина с люциферазой, чтобы возникла вспышка свечения. В некоторых случаях, однако, возможно свечение и без участия ферментов. Например, у медузы свечение возникает при контакте особого белка экварина с ионами кальция.

Гены, кодирующие люциферазу, широко применяются в генной инженерии: их искусственно синтезируют и встраивают в одноклеточные или многоклеточные организмы, заставляя их светиться.

## 1. ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ

В северных широтах зимой наблюдается полярная ночь - период, когда солнце не поднимается над горизонтом, и прямое солнечное освещение отсутствует. Продолжается она от 23 суток на 68° северной широты до 176 суток на Северном полюсе. В Мурманске полярная ночь продолжается с 2 декабря по 11 января.

В условиях полярной ночи жители Севера ощущают недостаток света, и это оказывает влияние на их психологическое состояние. В этот период специалисты рекомендуют в течение всего дня использовать яркое освещение в помещениях, которое не следует отключать даже при переходе из комнаты в комнату. В Мурманске на период полярной ночи городские власти делают сказочную иллюминацию, которая немного компенсирует полуторамесячную темноту. Однако на такое интенсивное освещение тратится много электроэнергии. Для экономии электроэнергии на освещении можно использовать осветительные приборы, основанные на свечении **биолюминесцентных организмов**, которые могли бы быть к тому же красивым элементом декора.

## 2. ПРИВЯЗКА К ПРЕДМЕТНЫМ ОБЛАСТЯМ ЗНАНИЯ

Биология, биотехнология, биохимия, генетика.

## 3. ЦЕЛИ ПРОЕКТА

**Мировоззренческая:**

9. Формирование основ для понимания биологических процессов на уровне клетки и организма.

10. Формирование представлений о возможностях генетической трансформации организмов в решении важнейших проблем человечества.

**Продуктовая:**

- Получение трансформированных бактерий.
- Получение белкового продукта трансгена.
- Разработка проекта по использованию явления биолюминесценции для освещения городской среды

**Образовательная:**

- Деятельностное присвоение обучающимися понимания биологических процессов на молекулярном уровне, уровне клетки и организма.
- Деятельностное присвоение обучающимися представлений о возможностях использования генетической трансформации организмов для решения важнейших проблем человечества.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения использовать в исследовании общенаучные (анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение) и естественнонаучные методы (выделения ДНК из клеток живых организмов, трансформации бактерий, оценки эффективности трансформации, выделения рекомбинантного белка из бактериальной клетки и его очистки).
- Развитие способности к творчеству и креативному мышлению.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области молекулярной биотехнологии.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять проблемы, ставить задачу и выполнять самостоятельно или с помощью консультанта лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач в области молекулярной биотехнологии с использованием современного оборудования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения формулировать вопросы научной гипотезы, ставить исследовательскую цель.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение планировать научное исследование с учетом сроков.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение проверять достоверность результатов научного исследования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение грамотно представлять, докладывать и оформлять результаты научно-исследовательских или проектных работ.

**4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА**

**Личностные результаты:**

*Учащийся будет демонстрировать в деятельности:*

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- умение организовывать свою деятельность (планирование, контроль, оценка);
- готовность к самостоятельным действиям, ответственность за их результаты;
- внимательность, настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности;

- самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- готовность открыто выражать и отстаивать свою позицию;
- осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению, культуре;
- коммуникативную компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками;

### **Метапредметные результаты:**

*Регулятивные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- ставить цель, планировать достижение этой цели;
- планировать последовательность шагов для достижения цели;
- планировать ресурсы для решения задачи;
- осуществлять текущий контроль своей деятельности;
- называть трудности, с которыми столкнулся при решении задачи, и предлагать пути их преодоления;
- адекватно воспринимать оценку учителя и сверстников;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

*Познавательные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи.

*Коммуникативные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- планировать учебное сотрудничество с наставником и сверстниками: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- управлять поведением партнера: контроль, коррекция, оценка его действий;
- с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

### **Предметные результаты:**

*Обучающийся научится:*

- самостоятельно проводить поиск и анализ информации в области генной инженерии и биотехнологии для использования ее в процессе научно-практической деятельности;
- применять практические навыки лабораторной работы с различными объектами, анализом и статистической обработкой полученных данных, умением делать выводы и обобщения;
- выделять плазмидную и геномную ДНК, ставить реакции рестрикции и лигирования, проводить электрофоретический анализ ДНК, трансформировать клетки бактерий, отбирать рекомбинантные клоны, определять экспрессию генов;
- производить расчеты концентрации растворов и приготавливать растворы заданной концентрации;



- выращивать микроорганизмы, получать чистые культуры, готовить питательные среды;
- составлять протоколы испытаний согласно образцу;
- соблюдать правила техники безопасности при работе в молекулярно-биологической лаборатории.

*Обучающийся получит возможность научиться:*

- сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;
- приемам работы с информацией биологического содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, фотографий и др.) и критического анализа информации;
- планировать учебное исследование или проектную работу с учетом поставленной цели: формулировать проблему, гипотезу и ставить задачи исследования, выбирать адекватно поставленной цели методы, делать выводы по результатам исследования или проектной деятельности;
- работать в группе сверстников при решении познавательных задач в области биологии, выстраивания коммуникации, учитывая мнение окружающих, и адекватно оценивать собственный вклад в деятельность группы.

#### **Продуктовые результаты:**

- Разработка схемы (плана) эксперимента по созданию трансгенного организма
- Получение трансгенных *E.coli*
- Получение фракций очищенного зеленого флуоресцентного белка
- Разработка проекта по применению трансгенных флуоресцирующих бактерий для производства безопасных ламп.

### **5. ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

Кейс рассчитан на 207 часов одновременной работы с группой учащихся в 6 человек.

#### **ДОРОЖНАЯ КАРТА МОДУЛЯ**

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат
Введение 6 ч.	Обосновать актуальности работы над задачей кейса	Сбор и анализ информации о явлении генетической трансформации и областях ее применения для решения проблем человечества	Присвоение задачи кейса
Подготовительный 54 ч.	Научиться планировать эксперимент	Знакомство с технологией создания трансгенных организмов	Разработка схемы (плана) эксперимента по созданию трансгенного организма
Реализационный 114 ч	Освоить технологию инокуляции и выращивания бактериальной культуры, технологию генетической трансформации бактерий	Обсуждаем технологии переноса генов из одного организма в другой, выбираем наиболее подходящую для наших задач; учимся работать с лабораторным оборудованием с соблюдением техники	Получение трансгенных <i>E.coli</i>

		безопасности; учимся выращивать бактериальную культуру; выполняем трансформацию <i>E.coli</i> плазмидой pGLO, анализируем результаты, рассчитываем эффективность трансформации.	
	Освоить технология выделения и очистки белкового продукта из трансгенных бактерий	Обсуждаем значение выделения и очистки рекомбинантного белка из трансгенных бактерий, технологию этого процесса; производим выделение зеленого флуоресцентного белка из культуры <i>E.coli</i> , его очистку методом хроматографии	Получение фракций очищенного зеленого флуоресцентного белка
Наблюдательны й 12 ч	Разработать проект биогенного освещения городов	Разбиваемся на микрогруппы, разрабатываем проект, обсуждаем результаты	Проект биогенного освещения городов
Экспертный 21 ч.	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации (по желанию участников работы).

## 6. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

### Основное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Ко л- во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Набор по трансформации бактерий плазмидой pGLO	Набор реактивов и учебных материалов для проведения лабораторной работы в группе из 8 человек	1	Необходим для освоения технологии инокуляции и выращивания бактериальной культуры, технологии генетической трансформации бактерий	9000	9000
	Набор для	Набор реактивов	1	Необходим для	13000	13000

	очистки зеленого флуоресцентно го белка (GFP)	и учебных материалов для проведения лабораторной работы в группе из 8 человек		освоения технологии инокуляции и выращивания бактериальной культуры, выделения и очистки рекомбинантного белка из трансгенных бактерий		
	Инвертированн ый микроскоп с эпифлюоресце нцией		1	Для регистрации УФ-свечения бактерий или белков		
	Микроволнова я печь		1	Для приготовления агара		
	Термометр		1			
	Морозилка		1			
	Микробиологи ческая качалка или шейкер		1	Для ускорения роста культуры клеток		
	Накрошенный лед и контейнеры для льда		8	Для теплового шока бактерий		
	Автоклав		1	Для стерилизации инструментов		
	Термостат		1	Для инкубации бактерий		
	Водяная баня		1	Для теплового шока бактерий		
	Вортекс			Для перемешивания растворов и суспензий клеток в пробирках		
	Холодильник		1	Для хранения выращенных бактериальных культур		
	Центрифуга		1			
	Микробиологи ческие шпатели		8	Для растирания трансформационной смеси по чашкам Петри		
	Спиртовка		8	Стерилизация микробиологических шпателей		
	Колба на 250 мл		1			
	Градуированны й цилиндр на 100 мл		1			
	Колба на 1		1			

	литр				
	Цилиндр на 500 мл	1			
	Коробки для хранения микроцентрифужных пробирок	8			
	Штативы для микроцентрифужных пробирок	8			
	Дистиллированная вода,	600 мл			
	Фломастеры по стеклу	8			

### Вспомогательное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Количество	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Ноутбуки с доступом в интернет		8	Для поиска информации		
	Проектор		1	Для представления проектов		
	Экран		1	Для представления проектов		
	Маркерная доска		1	Для представления проектов		
	Маркер для доски		4	Для представления проектов		

### Список использованных источников:

- Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции : [учебник для вузов, обуч. по направл. "Биология" и биол. спец.] / Инге-Вечтомов С. Г. - 2-е изд. - СПб. : Н-Л, 2010. - с. 39-42.
- Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика [Текст]: учеб. пособие для вузов / Жимулев И. Ф.; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – 2-е изд., стер. – Новосибирск : Сибирское ун-в. изд-во, 2003. – 479 с.
- Коничев А.С. Молекулярная биология [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по профилю "Биология" / Коничев А. С., Севастьянова Г. А. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 399 с.
- Льюин, Б. Гены [Текст] / Пер. с англ. – М.: «Мир», 1987. – 543 с.
- Патрушев, Л.И. Искусственные генетические системы [Текст]. Т. 1. Генная и белковая инженерия / Отв. Ред. А.И. Мирошников. – М.: Наука, 2004. – 526 с.

### Ссылки на ресурсы:

- Белоусов В.В. «Флуоресцентные белки и биосенсоры» / лекция в рамках проекта «Публичные лекции Полит.ру» - URL: [http://polit.ru/news/2013/05/17/ps\\_belousov/](http://polit.ru/news/2013/05/17/ps_belousov/)
- Биолюминесценция / Студопедия - [https://studopedia.ru/3\\_94557\\_biolyuminestsentsiya.html](https://studopedia.ru/3_94557_biolyuminestsentsiya.html)

- Воинов Н.А., Волова Т.Г. Трансгенные животные: технологии получения / Медицинский сайт MedBe.ru – URL: <http://medbe.ru/materials/problemy-i-metody-biotekhnologii/transgennye-zhivotnye-tekhnologii-polucheniya/>
- Генетическая трансформация растений / Наука и жизнь – 2003. - № 11. – URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/3654/>
- Ефремов А. Биоразнообразие (видеолекция о светящихся растениях и переносе генов) / Лекториум – URL: <https://www.lektorium.tv/lecture/23288>
- Злобовская О. Флуоресцентные белки: разнообразнее, чем вы думали! / Биомолекула (научно-популярный сайт) – URL: <https://biomolecula.ru/articles/fluorestsennye-belki-raznoobraznee-chem-vy-dumali>
- Иванов А.В. ТРАНСГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И РАСТЕНИЯ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА (лекция для школьников) – URL: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/14/2/070214.pdf>
- Лукьянов К. А. «Технологии фотоактивируемых флуоресцентных белков» (видеолекция) – URL: <https://postnauka.ru/video/39997>
- Лукьянов С.А. Флуоресцентные белки – природное разнообразие и применения в экспериментальной биологии (презентация) – URL: [http://www.bio.msu.ru/res/DOC405/MFK\\_2013-2014\\_bioraznoobrazie\\_8\\_Lukyanov.pdf](http://www.bio.msu.ru/res/DOC405/MFK_2013-2014_bioraznoobrazie_8_Lukyanov.pdf)
- Лукьянов С.А. Модифицированные зеленые флуоресцентные белки и способы их использования (патент) – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/241/2412250.html>
- Малашичев Е. Трансгенные животные и сравнительная эмбриология: из каких эмбриональных зачатков сделаны органы? (видеолекция) / Лекториум – URL: <https://www.lektorium.tv/lecture/15258>
- Ралдугина, Г.Н. Трансгенные организмы: как и для чего их получают // Биология для школьников. – 2011. - № 1. – С. 2-23 – URL: <http://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=796>
- Трансформация бактерий / Портал "Практическая Молекулярная Биология" - URL: [http://molbiol.edu.ru/protocol/03\\_04.html#a2](http://molbiol.edu.ru/protocol/03_04.html#a2)
- Флуоресцентные белки / База знаний по биологии человека - url: [http://humbio.ru/humbio/tarantul\\_sl/000016f0.htm#000008a4.htm](http://humbio.ru/humbio/tarantul_sl/000016f0.htm#000008a4.htm)
- Источники:
- Статья «БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В КАЖДЫЙ ДОМ» - <https://chrdk.ru/tech/bioluminescence>
- Реферат «Светящиеся бактерии и биолюминесценция» - <http://diplomba.ru/work/127302>
- статья «Живой свет: Биолюминесценция» - <https://www.popmech.ru/science/7524-zhivoy-svet-biolyuminestsentsiya/>
- Проект «Светящийся лес» - <http://www.bioluminescent-forest.com/>
- Проект E.glowli Cambridge — <http://2010.igem.org/Team:Cambridge>
- Биолюминесцентные уличные фонари - - <http://2010.igem.org/Team:Cambridge/Tools/Lighting>
- Статья «Микроскопическое свечение космического масштаба» на Биомолекуле - <https://biomolecula.ru/articles/mikroskopicheskoe-svechenie-kosmicheskogo-masshtaba>
- Биолюминесцентные биотехнологии - <http://biolum.sfu-kras.ru/>
- Ландшафтный свет как искусство - <http://landsvet.ru/>
- Фотобактерии – URL: <http://gatchina3000.ru/brockhaus-and-efron-encyclopedic-dictionary/108/108416.htm>
- Биолюминесценция заменит уличное освещение - <http://www.nanonewsnet.ru/news/2010/biolyuminestsentsiya-zamenit-ulichnoe-osveshchenie>
- Мир знаний/ Биолюминесценция - <http://mirznanii.com/a/10498/biolyuminestsentsiya>
- Светящиеся бактерии тестируют мобильные телефоны / Наука и жизнь — 2012 г. - № 11 — стр. 24-25.

— «Кот Шредингера»: Свет земной, морской и подземный -  
<http://www.ibch.ru/press/news/science/1465>

**КЕЙС «РАЗРАБОТКА МИКРОБНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА»<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Источник: Международный конкурс детских инженерных команд

Одно из направлений развития «биоинженерных систем» в области энергопроизводства – применение технологии микробного топливного элемента. Микробный топливный элемент (МТЭ) – это биотехнологическое устройство, преобразующее энергию химических связей органических веществ в электричество за счёт метаболической активности микроорганизмов, электрон-транспортные цепи (ЭТЦ) которых способны осуществлять перенос электронов на внешние нерастворимые «приёмники» (акцепторы).

**Перспективы применения:** МТЭ можно использовать для переработки «сырья с отрицательной стоимостью» – то есть органических отходов, в любой точке мира, где таковые производятся. Технология может быть использована для создания промышленных установок на пищевых и деревоперерабатывающих предприятиях, сельскохозяйственных фермах и в муниципальных хозяйствах. Установки могут быть оптимизированы и для использования частными лицами. Биоэлектрохимические основы разрабатываемой технологии обладают перспективами внедрения и в других промышленных областях: создание биосенсоров (в том числе для медицинских нужд), создание автономных источников питания для роботизированной автономной и радиоуправляемой техники и др. Поскольку в процессе работы МТЭ на катоде происходит накопление водорода, технология может быть адаптирована для зарядки водородных топливных элементов, что позволит увеличить суммарный энергетический выход установки за счёт аккумуляции энергоносителя (получение водорода для водородных топливных элементов). Адаптация технологии МТЭ для микробных сообществ почв позволяет рассматривать эту систему в качестве прототипа энергетических установок на крышах зданий в случае горизонтального озеленения кровель. Согласно расчетам, крыша площадью около 100 квадратных метров сможет ежегодно генерировать около 2800 кВт·ч энергии. Также стоит отметить, что технология может работать с разными видами растений, в том числе, с сельскохозяйственными культурами. МТЭ генерируют постоянный ток низкого напряжения, которым можно заряжать аккумуляторные батареи или питать светодиодные светильники. Последнее актуально для частных фермерских и подсобных хозяйств, при освоении земельных наделов по программе «Дальневосточный гектар», при сезонном проживании в загородных условиях.

**1. ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ**

К проблемам разработки МТЭ можно отнести подбор культуры микроорганизмов. Данные приборы имеют примеры, работающие с разными видами микроорганизмов, в том числе и неэлектрогенными, однако наличие электрогенных бактерий в МТЭ обязательно. Сложность в выборе микроорганизмов состоит в том, что подходящие на первый взгляд по своим свойствам варианты могут быть патогенными. Поэтому одним из важнейших направлений для развития технологии МТЭ является поиск оптимальных (электрогенных) микроорганизмов, способных активно функционировать в системе МТЭ, и повышение эффективности транспорта электронов между клетками и электродом. Другими словами, повышение эффективности работы МТЭ.

## 2. ПРИВЯЗКА К ПРЕДМЕТНЫМ ОБЛАСТЯМ ЗНАНИЯ

Биология, биотехнология, физика, химия.

## 3. ЦЕЛИ ПРОЕКТА

### Мировоззренческая:

11. Формирование основ для понимания биологических и физических процессов на уровне клетки и организма.
12. Формирование представлений о возможностях генетической трансформации организмов в решении важнейших проблем человечества.

### Продуктовая:

- Разработка проекта по созданию эффективного МТЭ, работа которого основана на деятельности трансгенных электрогенных бактерий.
- Получение трансформированных бактерий.

### Образовательная:

- Деятельностное присвоение обучающимися понимания биологических процессов на молекулярном уровне, уровне клетки и организма.
- Деятельностное присвоение обучающимися представлений о возможностях использования генетической трансформации организмов для решения важнейших проблем человечества.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения использовать в исследовании общенаучные (анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение) и естественнонаучные методы (выделения ДНК из клеток живых организмов, трансформации бактерий, оценки эффективности трансформации, выделения рекомбинантного белка из бактериальной клетки и его очистки).
- Развитие способности к творчеству и креативному мышлению.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области молекулярной биотехнологии.
- Деятельностное присвоение обучающимися способности самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять проблемы, ставить задачу и выполнять самостоятельно или с помощью консультанта лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач в области молекулярной биотехнологии с использованием современного оборудования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умения формулировать вопросы научной гипотезы, ставить исследовательскую цель.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение планировать научное исследование с учетом сроков.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение проверять достоверность результатов научного исследования.
- Деятельностное присвоение обучающимися умение грамотно представлять, докладывать и оформлять результаты научно-исследовательских или проектных работ.

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

### Личностные результаты:

*Учащийся будет демонстрировать в деятельности:*

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;



- любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- умение организовывать свою деятельность (планирование, контроль, оценка);
- готовность к самостоятельным действиям, ответственность за их результаты;
- внимательность, настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности;
- самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- готовность открыто выражать и отстаивать свою позицию;
- осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению, культуре;
- коммуникативную компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками;

#### **Метапредметные результаты:**

*Регулятивные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- ставить цель, планировать достижение этой цели;
- планировать последовательность шагов для достижения цели;
- планировать ресурсы для решения задачи;
- осуществлять текущий контроль своей деятельности;
- называть трудности, с которыми столкнулся при решении задачи, и предлагать пути их преодоления;
- адекватно воспринимать оценку учителя и сверстников;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

*Познавательные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи.

*Коммуникативные универсальные учебные действия:*

Обучающийся научится:

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- планировать учебное сотрудничество с наставником и сверстниками: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- управлять поведением партнера: контроль, коррекция, оценка его действий;
- с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

#### **Предметные результаты:**

*Обучающийся научится:*

- самостоятельно проводить поиск и анализ информации в области генной инженерии и биотехнологии для использования ее в процессе научно-практической деятельности;

- применять практические навыки лабораторной работы с различными объектами, анализом и статистической обработкой полученных данных, умением делать выводы и обобщения;
- выделять плазмидную и геномную ДНК, ставить реакции рестрикции и лигирования, проводить электрофоретический анализ ДНК, трансформировать клетки бактерий, отбирать рекомбинантные клоны, определять экспрессию генов;
- производить расчеты концентрации растворов и приготавливать растворы заданной концентрации;
- выращивать микроорганизмы, получать чистые культуры, готовить питательные среды;
- составлять протоколы испытаний согласно образцу;
- соблюдать правила техники безопасности при работе в молекулярно-биологической лаборатории.

*Обучающийся получит возможность научиться:*

- сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;
- приемам работы с информацией биологического содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, фотографий и др.) и критического анализа информации;
- планировать учебное исследование или проектную работу с учетом поставленной цели: формулировать проблему, гипотезу и ставить задачи исследования, выбирать адекватно поставленной цели методы, делать выводы по результатам исследования или проектной деятельности;
- работать в группе сверстников при решении познавательных задач в области биологии, выстраивания коммуникации, учитывая мнение окружающих, и адекватно оценивать собственный вклад в деятельность группы.

#### **Продуктовые результаты:**

- Разработка схемы прибора (технический проект МТЭ)
- Изготовление прототипа МТЭ.
- Изучение состава микробного сообщества МТЭ.
- Разработка схемы (плана) эксперимента по созданию трансгенных электрогенных бактерий.
- Получение трансгенных *E.coli*

## **5. ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

Кейс рассчитан на 140 часов одновременной работы с группой учащихся в 10 человек.

### **ДОРОЖНАЯ КАРТА МОДУЛЯ**

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат
Введение 4 ч.	Обосновать актуальности работы над задачей кейса	Сбор и анализ информации о явлении генетической трансформации и областях ее применения для решения проблем человечества	Присвоение задачи кейса
Подготовительный 52 ч.	Научиться планировать эксперимент	Знакомство с технологией создания трансгенных организмов	Разработка схемы (плана) эксперимента по созданию трансгенного организма
Реализационный	Освоить	Обсуждаем технологии	Получение трансгенных

56 ч	технологии инокуляции и выращивания бактериальной культуры, технологию генетической трансформации бактерий	переноса генов из одного организма в другой, выбираем наиболее подходящую для наших задач; учимся работать с лабораторным оборудованием с соблюдением техники безопасности; учимся выращивать бактериальную культуру; выполняем трансформацию <i>E.coli</i> плазмидой pGLO, анализируем результаты, рассчитываем эффективность трансформации.	<i>E.coli</i>
Наблюдательный 18 ч	Разработать проект биогенного освещения городов	Разбиваемся на микрогруппы, разрабатываем проект, обсуждаем результаты	Проект биогенного освещения городов
Экспертный 10 ч.	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации (по желанию участников работы).

## 6. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

### Основное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Ко л-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Набор по трансформации бактерий плазмидой pGLO	Набор реактивов и учебных материалов для проведения лабораторной работы в группе из 8 человек	1	Необходим для освоения технологии инокуляции и выращивания бактериальной культуры, технологии генетической трансформации бактерий	9000	9000
	Инвертированный микроскоп с эпифлюоресценцией		1	Для регистрации УФ-свечения бактерий или белков		

	Микроволновая печь		1	Для приготовления агара		
	Термометр		1			
	Морозилка		1			
	Микробиологическая качалка или шейкер		1	Для ускорения роста культуры клеток		
	Накрошенный лед и контейнеры для льда		8	Для теплового шока бактерий		
	Автоклав		1	Для стерилизации инструментов		
	Термостат		1	Для инкубации бактерий		
	Водяная баня		1	Для теплового шока бактерий		
	Вортекс			Для перемешивания растворов и суспензий клеток в пробирках		
	Холодильник		1	Для хранения выращенных бактериальных культур		
	Центрифуга		1			
	Микробиологические шпатели		8	Для растирания трансформационной смеси по чашкам Петри		
	Спиртовка		8	Стерилизация микробиологических шпателей		
	Колба на 250 мл		1			
	Градуированный цилиндр на 100 мл		1			
	Колба на 1 литр		1			
	Цилиндр на 500 мл		1			
	Коробки для хранения микроцентрифужных пробирок		8			
	Штативы для микроцентрифужных пробирок		8			
	Дистиллированная вода,		600			

		мл			
	Фломастеры по стеклу	8			

### Вспомогательное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Ко л-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Ноутбуки с доступом в интернет		8	Для поиска информации		
	Проектор		1	Для представления проектов		
	Экран		1	Для представления проектов		
	Маркерная доска		1	Для представления проектов		
	Маркер для доски		4	Для представления проектов		

### Список использованных источников:

- Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции: [учебник для вузов, обуч. по направл. "Биология" и биол. спец.] / Инге-Вечтомов С. Г. - 2-е изд. - СПб. : Н-Л, 2010. - с. 39-42.
- Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика [Текст]: учеб. пособие для вузов / Жимулев И. Ф.; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – 2-е изд., стер. – Новосибирск : Сибирское унив. изд-во, 2003. – 479 с.
- Коничев А.С. Молекулярная биология [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по профилю "Биология" / Коничев А. С., Севастьянова Г. А. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 399 с.
- Льюин, Б. Гены [Текст] / Пер. с англ. – М.: «Мир», 1987. – 543 с.
- Патрушев, Л.И. Искусственные генетические системы [Текст]. Т. 1. Генная и белковая инженерия / Отв. Ред. А.И. Мирошников. – М.: Наука, 2004. – 526 с.

### Ссылки на ресурсы:

- Букач О.В. Микробные топливные элементы: состояние исследований и практическое применение (обзор)/ О.В Букач, Л.Л. Мякинкова. - Инноватика и экспертиза. 2014. Выпуск 2 (13);
- Волченко Н.Н, Лазукин А.А , Научный консультант: Галахова О.Б., Участники команды: Архипова Анастасия, Ахтариева Алина, Брузда Артем, Гладышева Марина, Замараева Екатерина, Лахметкин Михаил, Усанов Сергей. Донная станция мониторинга/ [https://docs.google.com/presentation/d/1zMZMs\\_jNi6kW52iFfc-Lt3O874y77W3pBUuogohHEdU/edit?usp=drivesdk](https://docs.google.com/presentation/d/1zMZMs_jNi6kW52iFfc-Lt3O874y77W3pBUuogohHEdU/edit?usp=drivesdk)
- Гаврилов С.Н. Получение электричества в микробных топливных элементах на основе анаэробных термофильных микроорганизмов/ С.Н.Гаврилов, Т.Г. Соколова. - Инноватика и экспертиза. 2013. Выпуск 1 (10);
- Злобовская О. Флуоресцентные белки: разнообразнее, чем вы думали! / Биомолекула (научно-популярный сайт) – URL: <https://biomolecula.ru/articles/fluorestsentye-belki-raznoobraznee-chem-vy-dumali>
- Иванов А.В. ТРАНСГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И РАСТЕНИЯ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА (лекция для школьников) – URL: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/14/2/070214.pdf>

- Лукьянов К. А. «Технологии фотоактивируемых флюоресцентных белков» (видеолекция) – URL: <https://postnauka.ru/video/39997>
  - Лукьянов С.А. Флуоресцентные белки – природное разнообразие и применения в экспериментальной биологии (презентация) – URL: [http://www.bio.msu.ru/res/DOC405/MFK\\_2013-2014\\_bioraznoobrazie\\_8\\_Lukyanov.pdf](http://www.bio.msu.ru/res/DOC405/MFK_2013-2014_bioraznoobrazie_8_Lukyanov.pdf)
  - Лукьянов С.А. Модифицированные зеленые флуоресцентные белки и способы их использования (патент) – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/241/2412250.html>
  - Макеев В.А. Свойства фагов бактерий *Bacillus Mucoides*: материалы международной научно-практической конференции/ В.А. Макеев, С.Н. Золотоухин, Н.А. Феоктистова. - (СтГАУ, 21.11.2012-29.01.2013 г.), 77.
  - "Микробный топливный элемент": как получить энергию из отработанных материалов: <https://www.kubantv.ru/details/mikrobnyy-toplivnyy-element-kak-poluchit-energiyu-iz-otrabotannykh-materialov/>
  - Ралдугина, Г.Н. Трансгенные организмы: как и для чего их получают // Биология для школьников. – 2011. - № 1. – С. 2-23 – URL: <http://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=796>
  - Трансформация бактерий / Портал "Практическая Молекулярная Биология" - URL: [http://molbiol.edu.ru/protocol/03\\_04.html#a2](http://molbiol.edu.ru/protocol/03_04.html#a2)
  - Федорович В.В. Биотопливные элементы – новые возможности для энергетики/ В.В. Федорович, Т.О. Мажитов, С.В. Калужный;
  - Шеуджен Т.М. Исследование возможности функционирования твердофазных микробных топливных элементов новой конструкции/ Т.М. Шеуджен, Н.Н. Волченко, А.А. Самков;
  - CASCADE Технология и обзор: <http://www.ccleanenergy.com/index.html/> © 2014 CASCADE Clean Energy, Inc
-