

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 \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДЕНА

приказом ГАУДОМО

«МОЦДО «Лапландия»

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Директор \_\_\_\_\_



## БИОКВАНТУМ

Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
Проектный модуль: «Основы генной инженерии. Линия 2»  
Направленность: естественнонаучная  
Возраст учащихся: **14-18 лет**  
Срок реализации программы: **1 год**

Автор- составитель:

**Икко Наталья Викторовна**, к.б.н.,  
педагог дополнительного образования

Мурманск, 2018

## **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 профессиональную ориентацию 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 29.08.2013 № 1008 «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 усвоения знаний о методологии и достижениях генной инженерии, развития практических навыков в области молекулярной биотехнологии, способностей в сфере проектной, исследовательской и изобретательской деятельности.

### **2.5. Задачи программы**

#### **Обучающие:**

- Формирование основ для понимания биологических процессов на молекулярном уровне, уровне клетки и организма.

- Формирование представлений о возможностях использования генетической трансформации организмов для решения важнейших проблем человечества.
- Выработка 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.
- Развитие способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области молекулярной биотехнологии.
- Развитие 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.
- Выработка умения формулировать вопросы научной гипотезы, ставить исследовательскую цель.
- Выработка умения планировать научное исследование с учетом сроков.
- Выработка умения проверять достоверность результатов научного исследования.
- Умение грамотно представлять, докладывать и оформлять результаты научно-исследовательских или проектных работ.

#### **Воспитательные:**

- Воспитание активной жизненной позиции в области природоохранной деятельности и сохранения здоровья.
- Формирование и развитие положительной мотивации в учебной и предпрофессиональной 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:** 1 год, объем программы – 140 часов.

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

#### **2.10. Режим занятий:** 2 раза в неделю по 2 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:***

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- воспитание чувства справедливости, ответственности;
- формирование профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с биологией.
- формирование осознанного, уважительного и доброжелательного отношения к другому человеку, его мнению, мировоззрению, культуре;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками;
- формирование основ экологической культуры соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях.

### ***Метапредметные результаты:***

#### ***Регулятивные универсальные учебные действия:***

- умение осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- умение различать способ и результат действия;
- умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;
- умение в сотрудничестве ставить новые учебные задачи;

- способность проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- способность адекватно воспринимать оценку учителя и сверстников;
- умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

*Познавательные универсальные учебные действия:*

- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

*Коммуникативные универсальные учебные действия:*

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- умение выслушивать собеседника и вести диалог;
- способность признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- умение планировать учебное сотрудничество с учителем и сверстниками: определять цели, функции участников, способов взаимодействия;
- умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- умение управлять поведением партнера: контроль, коррекция, оценка его действий;
- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- умение владеть монологической и диалогической формами речи.

*Предметные результаты:*

- В результате освоения программы обучающиеся должны **знать**:
- основные методы создания банков генов и их использование для клонирования отдельных генов и анализа геномных последовательностей;

- основные этапы выделения, трансформации и клонирования отдельных генов;
- методы анализа, идентификации генов и их продуктов;
- принципы культивирования микроорганизмов;
- правила расчета концентрации растворов;
- правила техники безопасности при работе в молекулярно-биологической лаборатории.

В результате освоения программы обучающиеся должны **уметь**:

- 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.

В результате освоения программы обучающиеся должны **владеть**:

- терминологией в области молекулярной биологии и биотехнологии;
- основными методами молекулярной биотехнологии;
- культурой естественнонаучного исследования, навыками планирования и проведения экспериментов с живыми объектами;
- навыками работы с современным лабораторным оборудованием, химическими реактивами.

**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.

1. Вводное занятие.
2. Введение в контекст.
3. Постановка задачи.
4. Освоение учебного материала.
5. Формирование схемы и планирование эксперимента.
6. Проведение эксперимента.
7. Презентация и экспертиза полученного результата.
8. Представление полученных результатов.
9. Проектирование шага развития.
10. Работа в хайтек-цехе.
11. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций

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

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие.	4	2	2	Инструктаж по технике безопасности
2.	Введение в контекст	8	2	6	Составление карты работ
3.	Постановка задачи	8	2	6	Формулировка первичных гипотез
4.	Освоение учебного материала	18	6	12	Конспекты лекций, протоколы лабораторных работ
5.	Формирование схемы и планирование эксперимента	18	4	14	Оформление проектной идеи, составление календарного плана проекта
6.	Проведение эксперимента	36	6	30	Протоколы исследований
7.	Презентация и экспертиза полученного результата	12	2	10	Внутренняя защита проектов
8.	Представление полученных результатов	10	2	8	Внешняя защита проектов
9.	Проектирование шага развития	6	2	4	План-график дальнейшей реализации проекта
	Работа в хайтек-цехе	10	-	10	Макет проекта



Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций	10	-	10	Работа над кейс-заданиями от федерального оператора
Итого	140	28	0	

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

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

###### **Тема 1. Вводное занятие. 4 часа.**

Требования, предъявляемые к обучающимся. Техника безопасности. Заполнение анкет входного тестирования.

###### **Тема 2. Введение в контекст. 8 часов.**

Просмотр мотивационного материала. Требования к проекту. Проект и исследование как пути создания нового. Биоэтика проектной деятельности. Структура проекта.

###### **Тема 3. Постановка задачи. 8 часов.**

Формулировка проблемы, поднимаемой в мотивационном материале, обсуждение существующих способов ее решения. Постановка проектной задачи. Распределение ролей в проектной группе.

###### **Тема 4. Освоение учебного материала. 18 часов.**

Лекционное и самостоятельное освоение теоретического материала. Отработка практических навыков – использование автоматических дозаторов, амплификатора, центрифуг, работа в ламинарном боксе биологической защиты. Формирования навыков работы на спектрофотометре, высокоскоростных центрифугах, использование термостата и автоклава при работе с микроорганизмами.

###### **Тема 5. Формирование схемы и планирование эксперимента. 18 часов.**

Основные компоненты жизненного цикла проекта. Планирование проекта. Постановка цели и задач, выбор методов, определение ожидаемых результатов и продукта проекта. Календарный план проекта.

###### **Тема 6. Проведение эксперимента. 36 часов.**

Построение модели эксперимента и его реализация, сбор данных, их обработка, формирование выводов.

###### **Тема 7. 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 8. Представление полученных результатов. 10 часов.**

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

###### **Тема 9. Проектирование шага развития. 6 часов.**

Проработка и переосмысление результатов работы для нахождения путей развития проекта и перехода на следующий модуль обучения

###### **Тема 10. Работа в хайтек-цехе. 10 часов.**

Выполнение работ по макетированию и изготовлению моделей проекта.

**Тема 11. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций. 10 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 (приложение 1 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 генной 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**

№ п / п	Название раздела, темы	Формы организации учебных занятий	Технология организации занятий	Методы и приемы работы с учащимися	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	Введение в контекст	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
3	Постановка задачи.	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	Составление карты работ
4	Освоение учебного	Лекция, практическая	Традиционные технологии,	- Словесные методы	Презентации, видео,	Компьютер, проектор,	Решение задач,

	материала.	работа, лабораторная работа, самостоятельная работа в группах	технологии развивающего обучения, технологии дифференцированного обучения	(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)	компьютерные симуляции, протоколы опытов, карточки с задачами	флипчарт магнитно-маркерный, фотоаппарат, оборудование для молекулярно-биологических работ, химические реактивы, клеточные культуры	составление схемы эксперимента по созданию трансгенного организма, составление протокола лабораторной работы
5	Формирование схемы и планирование эксперимента	Лекция, самостоятельная работа в группах	Проектные технологии, технологии сотрудничества	- Словесные методы (беседа, дискуссия); - Наглядные методы (метод демонстраций); - Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский)	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Оформление проектной идеи, составление календарного плана проекта
6	Проведение эксперимента	Индивидуальная работа, работа в группах, «планёрки»	Проектные технологии, технологии сотрудничества	- Словесные методы (беседа, дискуссия); - Наглядные методы (метод демонстраций); - Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский)	Презентации	Компьютер, проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	Участие в «планёрках»
7	Презентация	Самостоятельная	Проектные	- Слове	Презентации	Компьютер,	Описание

	и экспертиза полученного результата.	я работа в группах, дискуссия	технологии, технологии сотрудничества	сные методы (беседа, дискуссия); - Наглядные методы (метод демонстраций) - Методы проблемного обучения (сообщающее изложение с элементами проблемности, диалогическое проблемное изложение)		проектор, флипчарт магнитно-маркерный, фломастеры, фотоаппарат	схемы решения, участие в дискуссии
8	Представление полученных результатов.	Конференция	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	Презентация проекта
9	Проектирование шага развития.	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	Составление плана-графика дальнейшей реализации проекта
10	Работа в hi-tech цехе	Индивидуальная работа	Проектные технологии	Наглядные методы (метод			Создание макета

				демонстрации, приёмов работы на оборудовании, метод наглядного моделирования)			объекта
1 1	Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций			-			

### **Формы и виды контроля**

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

В течение учебного года по определению уровня усвоения программы учащимися осуществляются диагностические срезы:

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

Промежуточная аттестация проводится в виде конференции, на которой происходит защита кейсов.

Результаты контроля фиксируются в диагностической карте.

#### ***Вводная диагностика***

Материалы тестирования см. в Приложении 1.

#### **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.

### ***Оценка уровней освоения модуля***

#### **Критерии оценки уровней освоения модулей:**

<b>Уровни</b>	<b>Параметры</b>	<b>Показатели</b>
<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</b>	Теоретические знания.	Учащийся освоил базовые знания, ориентируется в содержании материала по темам, иногда обращается за

<b>(50-79%)</b>		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»***

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

Педагог: Икко Н.В.

Количество учебных недель: 36

Режим проведения занятий: 2 раза в неделю по 2 часа

Праздничные и выходные дни (согласно государственному календарю)

01-8.01 2018, 08.03.2018

Каникулярный период:

- зимние каникулы – с 30 декабря 2017 года по 8 января 2018 года;

- летние каникулы – с 1 июня по 31 августа 2019 года.

Во время осенних, зимних и весенних каникул в объединениях занятия 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	19	16.30 — 18.10	Лекция, практическая работа	2	Вводное занятие	Биоквантум, каб. 120	Устный опрос
2	сентябрь	21	18.20 — 20.00	Лекция-беседа, дискуссия	2	Вводное занятие	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
3	сентябрь	26	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Введение в контекст	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
4	сентябрь	28	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Введение в контекст	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
5	октябрь	3	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Введение в контекст	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
6	октябрь	5	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Введение в контекст	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
7	октябрь	10	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Постановка задачи	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
8	октябрь	12	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Постановка задачи	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии
9	октябрь	17	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах,	2	Постановка задачи	Биоквантум, каб. 120	Участие в дискуссии

				дискуссия				
10	октябрь	19	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Постановка задачи	Биокванту м, каб. 120	Участие в дискуссии
11	октябрь	24	16.30 — 18.10	Лекция, лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
12	октябрь	26	18.20 — 20.00	Лекция, самостоятельная работа в группах	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление схемы эксперимента
13	октябрь	31	16.30 — 18.10	Лекция, практическое занятие	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Решение задач
14	ноябрь	2	18.20 — 20.00	Лекция, лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
15	ноябрь	7	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
16	ноябрь	9	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
17	ноябрь	14	16.30 — 18.10	Работа в группах	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
18	ноябрь	16	18.20 — 20.00	Лекция, лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
19	ноябрь	21	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Освоение учебного материала	Биокванту м, каб. 120	Составление протокола лабораторной работы
20	ноябрь	23	18.20 — 20.00	Лекция, самостоятельная работа в группах	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Оформление проектной идеи
21	ноябрь	28	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составление календарного плана проекта
22	ноябрь	30	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составление календарного плана проекта
23	декабрь	5	16.30 —	Индивидуальная	2	Формирование	Биокванту	Участие в

			18.10	я работа, работа в группах, «планёрка»		схемы и планирование эксперимента	м, каб. 120	«планёрке»
24	декабрь	7	18.20 — 20.00	Индивидуальна я работа, работа в группах, «планёрка»	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Участие в «планёрке»
25	декабрь	12	16.30 — 18.10	Индивидуальна я работа, работа в группах, «планёрка»	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Участие в «планёрке»
26	декабрь	14	18.20 — 20.00	Индивидуальна я работа, работа в группах, «планёрка»	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Участие в «планёрке»
27	декабрь	19	16.30 — 18.10	Индивидуальна я работа, работа в группах, «планёрка»	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Участие в «планёрке»
28	декабрь	21	18.20 — 20.00	Индивидуальна я работа, работа в группах	2	Формирование схемы и планирование эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
29	декабрь	26	16.30 — 18.10	Лекция	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Конспект лекции
30	декабрь	28	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
31	январь	9	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
32	январь	11	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
33	январь	16	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
34	январь	18	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно

								й работы
35	январь	23	16.30 — 18.10	Лекция	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Конспект лекции
36	январь	25	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
37	январь	30	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
38	февраль	1	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
39	февраль	6	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
40	февраль	8	18.20 — 20.00	Лекция	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Конспект лекции
41	февраль	13	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
42	февраль	15	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
43	февраль	20	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
44	февраль	22	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
45	февраль	27	16.30 — 18.10	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно й работы
46	март	1	18.20 — 20.00	Лабораторная работа	2	Проведение эксперимента	Биокванту м, каб. 120	Составлени е протокола лабораторно

								й работы
47	март	6	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Презентация проекта
48	март	13	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Презентация проекта
49	март	15	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Презентация проекта
50	март	20	16.30 — 18.10	Мини-конференция	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Презентация проекта
51	март	22	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
52	март	27	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Презентация и экспертиза полученного результата	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
53	март	29	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Представление полученных результатов	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
54	апрель	3	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Представление полученных результатов	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
55	апрель	5	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Представление полученных результатов	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
56	апрель	10	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Представление полученных результатов	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
57	апрель	12	18.20 — 20.00	Конференция	2	Представление полученных результатов	Биокванту м, каб. 120	Презентация проекта
58	апрель	17	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Проектирование шага развития	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия
59	апрель	19	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Проектирование шага развития	Биокванту м, каб. 120	Дискуссия

60	апрель	24	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах, дискуссия	2	Проектирование шага развития	Биоквантум, каб. 120	Дискуссия
61	апрель	26	18.20 — 20.00	Индивидуальная работа	2	Макетирование проекта	Hi-tech цех, каб. 127	Создание макета проекта
62	май	3	18.20 — 20.00	Индивидуальная работа	2	Макетирование проекта	Hi-tech цех, каб. 127	Создание макета проекта
63	май	8	16.30 — 18.10	Индивидуальная работа	2	Макетирование проекта	Hi-tech цех, каб. 127	Создание макета проекта
64	май	10	18.20 — 20.00	Индивидуальная работа	2	Макетирование проекта	Hi-tech цех, каб. 127	Создание макета проекта
65	май	15	16.30 — 18.10	Индивидуальная работа	2	Макетирование проекта	Hi-tech цех, каб. 127	Создание макета проекта
66	май	17	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум, каб. 120	Презентация
67	май	22	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум, каб. 120	Презентация
68	май	24	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум, каб. 120	Презентация
69	май	29	16.30 — 18.10	Самостоятельная работа в группах	2	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум, каб. 120	Презентация
70	май	31	18.20 — 20.00	Самостоятельная работа в группах	2	Решение кейса от федерального оператора	Биоквантум, каб. 120	Презентация
				Итого:	140			

**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, контролирующей 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
- 2) нескольких молекул белка
- 3) синтеза ДНК
- 4) синтеза иРНК

9. В процессе дыхания энергия может переходить из

- 1) химической в тепловую
- 2) механической в тепловую
- 3) тепловой в химическую
- 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
- 2) генофонд
- 3) триплет
- 4) генотип

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

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

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

- 1) составе полисахаридов
- 2) структуре молекул липидов
- 3) первичной структуре молекул белка
- 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 "БИОГЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ "

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 neritoides* 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 эквирин 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

На освещение населенных пунктов и различных инженерных конструкций затрачивается 8% всей электроэнергии. Учитывая энергетический кризис, с которым сталкивается наша планета, можно рассмотреть использование **биолюминесцентных организмов** для замены обычных уличных фонарей.

Цель: предложить способы и составить схему технологии биогенного освещения ландшафтов, архитектурных форм и инженерных сооружений.

### 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 биolumинесценции для освещения городской среды

#### Образовательная:

1. Выработка умения формулировать вопросы научной гипотезы.
2. Выработка умения ставить исследовательскую цель.
3. Выработка умения планировать исследование с учетом сроков.
4. Выработка умения осуществлять сбор и анализ информации.
5. Выработка 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).
6. Выработка умения проверять достоверность результатов научного исследования.
7. Выработка умения визуализировать результаты исследования.

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- 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 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 56 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 безопасности; учимся выращивать бактериальную	Получение трансгенных <i>E.coli</i>

		культуру; выполняем трансформацию <i>E.coli</i> плазмидой pGLO, анализируем результаты, рассчитываем эффективность трансформации.	
	Освоить технологии 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 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
	Набор для очистки зеленого флуоресцентно	Набор реактивов и учебных материалов для проведения	1	Необходим для освоения технологии инокуляции и выращивания	13000	13000

	го белка (GFP)	лабораторной работы в группе из 8 человек		бактериальной культуры, выделения и очистки рекомбинантного белка из трансгенных бактерий		
	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)	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 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:

- 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/problems-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/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 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-bioluminestsentsiya/>
- 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/bioluminestsentsiya-zamenit-ulichnoe-osveshchenie>
- Мир знаний/ Биолюминесценция - <http://mirznaniy.com/a/10498/bioluminestsentsiya>
- 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>