

Волгоградский государственный университет

УТВЕРЖДЕНО

Дом научной коллаборации
им. З.В. Ермольевой



2019 г.

Н.С. Полусмакова

РЕКОМЕНДОВАНО

Институтом естественных наук



2019 г.

В.В. Новочадов

Биоинженерия клеток прокариот и эукариот
Рабочая программа дополнительного образования

для детей

наименование образовательного проекта
«Малая академия»

13-15 лет/ 7-9 класс

Часов	144
в том числе:	
аудиторные занятия	72
самостоятельная работа	72

Согласовано: Руководитель

Директор ИЕН, д.м.н., профессор В.В. Новочадов

Программу составил(и):

Доцент, к.б.н., П.А. Крылов

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биоинженерия — как область знания очень молода, выделение биоинженерии как отдельной области знания в России произошло 20–30 лет назад, на данный момент только в 6–7 ВУЗах страны осуществляется подготовка кадров по данной специальности. Основная задача биоинженерии в современном мире — это изменение свойств живого для получения новых свойств и продуктов их синтетического аппарата. Важно отметить, что биоинженерия направлена на получение новых свойств, а биотехнология направлена на уже «изученный» и вводит его в производственный цикл. Исходя из вышесказанного, биоинженерия как научное направление, направлено на получение новых знаний об изменении свойств живых объектов, как в естественных, так и искусственных условиях под управляющим воздействием.

Современные вызовы, такие как поиск новых технологий изготовления различных продуктов, начиная от низкокачественных материалов и заканчивая высокотехнологичными препаратами. Самое главное, что эти технологии должны быть «экологичными», «чистыми», с минимальными выбросами отходов и т. п. Работа с клетками достаточно безопасна и «экологична», но создание условий, изменение генов, или модификация белков и других молекул вне клеток, это основная задача биоинженерии, которая в совокупности с биоинформатикой, позволяет решать современные проблемы.

Программа «Введение в биоинженерию» раскроет и позволит взглянуть на клетку как перспективную модель, которую можно изменять и задавать те или иные задачи для решения современных проблем.

Изучение биоинженерии имеет как теоретическое, так и прикладное значение для медицины, сельского хозяйства, биотехнологии. Полученные результаты расширят представления о питательных средах и микрклональном размножении растений.

Цель: дать первичное представление о биоинженерии как области знания и методах решения задач формируемые современными вызовами.

Задачи освоения программы:

1. Сформировать теоретические знания по биоинженерии как науке.
2. Обучить методам работы с растительными и животными клетками – управляемое изменение свойств клеток.
3. Выполнение проектной деятельности, на основе теоритических и практических знаний, полученных в процессе освоения программы.

2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ)

В результате обучения у слушателей должны быть сформированы **4К компетенции:**

К1 - командная работа;

К2 - коммуникации;

К3 – креативность;

К4 - критическое мышление.

Командная работа – К1. Основная работа осуществляется командой обучающихся, при этом нивелируются слабые стороны каждого участника за счет сильных сторон других участников, таким образом, учитывая индивидуальные возможности каждого обучающегося, команда выдает самые эффективные образовательные результаты. Поэтому работа начинается с определения сильных и слабых сторон обучающихся на основании чего в дальнейшем формируются команды таким образом, чтобы в каждой оказались участники с дополняющими друг друга качествами. Будущая необходимость совместно решать поставленные образовательные задачи помогает обучающимся сориентироваться в том, как

лучше распределить задачи таким образом, чтобы лучшие стороны участников были максимально задействованы, а слабые были прикрыты сильными качествами других членов команды. Обязательные игры на командообразование и рефлексия по итогам достигнутых результатов помогают участникам команд правильно оценивать объем и качество своего вклада в общий результат работы, каждый начинает видеть свою работу глазами других членов команды, что очень важно для формирования объективной оценки итогов работы.

Коммуникация – К2. Работа в команде предполагает выработку таких качеств обучающихся как умение общаться, слушать и слышать других, излагать и доносить свои мысли до совершенно разных людей. Основное звено – это команда обучающихся, которые работают над проектом вместе и постоянно вынуждены коммуницировать друг с другом. Методология формирует процесс командной работы так, что достичь результата в проектной работе можно только вместе, через помощь друг другу и взаимные объяснения непонятных моментов в работе. Такие условия содействуют эффективной выработке навыков коммуникации и заставляют их постоянно применять на практике, так как без взаимодействия и общения работа вообще не будет выполнена, а проект не будет закрыт.

Креативность – К3. Способность видеть и применять нестандартные решения и умение создавать новые инструменты для решения задач в ситуации высокой неопределённости – это обязательные условия эффективного развития в быстро меняющемся мире. Позволяет обучающимся самостоятельно выбирать, какими способами и приемами они будут пользоваться для работы над своим проектом, чтобы достигнуть все поставленные цели и выполнить все критерии приёма успешного проекта. Это способствует включению как изобретательского, так и, одновременно, творческого мышления, что как следствие ведет к развитию креативности.

Критическое мышление – К4. Сегодня под умением оценивать информацию критически предполагается не безапелляционное «слепое» отрицание, но возможность рассмотреть ситуацию со всех сторон, как следствие это приводит к возможности оценивать информацию критически с использованием аргументов «за» и «против», а это в свою очередь позволяет выбрать наиболее верное и экономически целесообразное решение вопроса. Предполагаются такие правила командной работы, которые направлены на всестороннее обсуждение как поступающей информации, так и конкретной деятельности каждого участника – необходимо давать аргументированные и взвешенные предложения, обсуждать проблемы и возможные пути их решения с разных точек зрения, запрещается во время обсуждений делать нападки на личность, важно проговаривать о необходимости совершения определённых действий и оценивать характер участия. Такой способ применения критического мышления позволяет развиваться каждому участнику команды, не травмируя других.

3. ПЛАНИРУЕМЫ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Должны знать: цели и задачи биоинженерии как науки. Современное состояние биоинженерии как одного из основных направлений научно-технического прогресса. Первичное представление по управлению биоинженерными процессами. Первичные знания о клеточных культурах растительных и животных клеток и методах работы с ними.

Должны уметь: проводить манипуляции по работе с клеточными культурами, проводить индуцированное изменение структурных и функциональных свойств клеток в клеточных культурах, а также проводить анализ полученных (достигнутых) изменений, использовать полученные знания для решения задач проектной деятельности.

Должен владеть: навыками работы с микроскопом и другим вспомогательным оборудованием, с оборудованием по получению и изучению клеточных культур

растительных и животных клеток, методами изучения результатов после управляемого изменения структурных и функциональных свойств клеток.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (МОДУЛЯ). СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Код занятия	Наименование разделов /вид занятия/	Часов	Компетенции	Литература
1.	Введение в биоинженерию. Лек/ Лаб./ Ср /	8/16/24	К1, К2, К3, К4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3
2.	Биоинженерия растительных клеток / Лек/ Лаб./ Ср /	8/16/24	К1, К2, К3, К4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3
3.	Биоинженерия животных клеток /Лек/ Лаб./ Ср /	8/16/24	К1, К2, К3, К4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3

Содержание разделов:

Тема 1.

Лекция: История развития биоинженерии. Основы клеточной инженерии. Принципы работы с клеточными культурами

Лабораторные работы:

1 (2 часа). Техника безопасности в лаборатории. Знакомство и работа с оборудованием, посудой, вспомогательным оборудованием. Стерилизация.

2 (2 часа). Приготовление питательных сред Часть 1.

3 (2 часа). Приготовление питательных сред Часть 2.

Тема 2.

Лекция: Основы биоинженерии растений. Клонирование и получение трансгенных растений. Микроклональное размножение растений

Лабораторные работы:

1 (2 часа). Выделение клеток из растений Часть 1.

2 (2 часа). Выделение клеток из растений Часть 2.

3 (2 часа). Основы культивирования клеток растений, оценка жизнеспособности клеточной культуры растений

Тема 3.

Лекция: Основы биоинженерии животных. Клонирование и получение трансгенных животных

Лабораторные работы:

1 (2 часа). Выделение клеток из животных тканей Часть 1.

2 (2 часа). Выделение клеток из животных тканей Часть 2.

3 (2 часа). Основы культивирования клеток животных, оценка жизнеспособности клеточной культуры растений

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

5.1	Проведение занятий построено на групповой совместной деятельности детей. Во время занятий используется беседа, мозговой штурм, дискуссия, круглый стол, кейс-методы.
-----	--

5.2. Интерактивные формы обучения

№	Интерактивная форма занятий	Лек.	Пр.	Лаб.
1.	Презентация по теме введение в биоинженерию.	2	-	2
2.	Презентация по теме биоинженерия растительных	2	-	2
3.	Презентация по теме биоинженерия животных клеток	2	-	2

5.3. Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

При необходимости обучения слушателей-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению слушателей, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной программы базируется на следующих возможностях:

– индивидуальные консультации преподавателя (очно, в часы консультаций, по

электронной почте, а также с использованием программ Skype, Wiber, TeamViewer, DropBox, а также возможностей социальных сетей);

– максимально полная презентация содержания программы (см., в частности, полнотекстовые лекции, презентации лабораторных занятий, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЛУШАТЕЛЕЙ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

6.1. Контрольные вопросы

1. Предметная область, основная проблематика и разделы биоинженерии как раздела современной биотехнологии.
2. Принципы разделения и культивирования клеток.
3. Современные методы регистрации и анализа изображений в биоинженерии.
4. Принципы и задачи проточной цитометрии. Принципы работы флуоресцентно-активируемых клеточных сортеров.
5. Методы изучения клеточного цикла. Способы синхронизации в культурах клеток.
6. Методы гибридизации клеток. Создание гибридом и получение моноклональных антител.
7. Методы иммобилизации клеток и возможности их применения в биоинженерии.
8. Технологии пересадки клеточных культур экспериментальным животным.
9. Основные проблемы биоинженерии растений. Характеристика основных "модельных" растений в молекулярно-биологических исследованиях.
10. Методы выделения и культивирования клеток растений.
11. Особенности генно-инженерных работ с растительными геномами.
12. Векторные системы растений на основе вирусов.
13. Принципы и методы клонирования растений.
14. Принципы и методы получения трансгенных растений.
15. Вопросы безопасности работ с трансгенными растениями.
16. Методы управления урожайностью растений и устойчивостью к биогенным и абиогенным повреждениям.
17. Основные проблемы биоинженерии животных. Характеристика и сравнение основных «модельных» животных в молекулярно-биологических исследованиях.
18. Методы выделения и культивирования клеток животных.
19. Принципы создания молекулярных векторов животных.
20. Применение аденовирусов в качестве молекулярных векторов млекопитающих.
21. Ретровирусные молекулярные векторы млекопитающих.
22. Принципы и методы клонирования животных.
23. Принципы и методы получения трансгенных животных.
24. Вопросы безопасности работ с трансгенными животными.
25. Методы регуляции продуктивности наиболее распространенных сельскохозяйственных животных.

6.2. Темы проектно-исследовательских работ

1. Оптимизация методов стерилизации культуральных сред. (Работа рассчитана на несколько вариантов, в зависимости от изменяемых условий).
2. Микрклональное размножение растений. (Работа рассчитана на несколько вариантов, в зависимости от изменяемых условий и вида растений).
3. Морфофункциональные изменения клеток растений и животных в зависимости от состава питательных сред. (Работа рассчитана на несколько вариантов, в зависимости от изменяемых условий и вида клеток).

6.3 Фонд оценочных средств - кейсы

Код занятия	Кейс (наименование, содержание)	Компетенции	Литература
1.	<p>«Стерилизация»</p> <p>1. Проблемная ситуация. Многие учащиеся не имеют опыта и навыков в подготовке инструментов и питательных сред для культивирования клеток растений и животных. Педагогическая ситуация Для детей 7-9 классов общеобразовательных и любых других профильных классов нужно проводить занятия по практической биологии, которые позволяют сформировать понимание и выявление потребности в том или ином методе стерилизации для получения стерильной питательной среды и сопутствующих инструментов для работы в асептических условиях.</p> <p>2. Привязка к предметным областям знания Клеточная биология, микробиология, клеточные технологии, биоинженерия, биотехнология.</p> <p>3. Цели проекта Формирование основ для выбора методов стерилизации инструментов и питательных сред. Продуктовая: – Стерильная питательная среда для работы с клетками. – Оценка стерильности питательных сред.</p> <p>4. Планируемые результаты проекта – Получение и оценка собственных питательных сред для дальнейших работ с клеточными культурами.</p> <p>5. Этапы реализации Кейс рассчитан на 6 часов работы с группой учащихся. Введение: цель – мотивировать участников на выполнение работ; описание – протокол эксперимента и примерные результаты, которые у них должны получиться; планируемый результат – мотивация к работе. Подготовительный: цель – познакомить участников с инструментарием и общими принципами работы; описание – раздача инструментов и общих расходных материалов; отработка приёмов работы; планируемый результат – сформировалось понимание предстоящей работы. Реализационный: цель – приготовление питательных сред; описание – каждый участник выбирает среду которую он будет готовить в зависимости от того, какие клетки он будет культивировать; планируемый результат – стерильная питательная среда. Описательный: цель/описание/планируемый результат – оценка приготовленной культуральной среды на наличие контаминации.</p>	К1, К2, К3, К4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3

2.	<p>«Микроклональное размножение растений»</p> <p>1. Проблемная ситуация. Учащиеся не имеют опыта и навыков для выращивания клеточных культур растений — каллусов.</p> <p>Педагогическая ситуация Для детей 7–9 классов общеобразовательных и любых других профильных классов нужно проводить занятия по практической биологии, которые позволяют сформировать понимание и выявление потребности в использовании микроклонального размножения растений.</p> <p>2. Привязка к предметным областям знания Клеточная биология, микробиология, клеточные технологии, биоинженерия, биотехнология.</p> <p>3. Цели проекта Формирование основ для выбора методов стерилизации инструментов и питательных сред. Продуктовая: – «Растение в пробирке».</p> <p>4. Планируемые результаты проекта – Получение собственного растения из каллуса. Выставка экспонатов растений полученных самими обучающимися</p> <p>5. Этапы реализации Кейс рассчитан на 6 часов работы с группой учащихся. Введение: цель – мотивировать участников на выполнение работ; описание – протокол эксперимента и примерные результаты, которые у них должны получиться; планируемый результат – мотивация к работе. Подготовительный: цель – познакомить участников с инструментарием и общими принципами работы; описание – раздача инструментов и общих расходных материалов; отработка приёмов работы; планируемый результат – сформировалось понимание предстоящей работы. Реализационный: цель – выделение каллуса и пересадка в культуральную среду; описание – каждый участник выбирает растение для посадки на питательную среду; планируемый результат – растение из каллуса. Описательный: цель/описание/планируемый результат – оценка растения выросшего из каллуса.</p>	K1, K2, K3, K4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3
----	---	----------------	---

3.	<p>«Культивирование клеток in vitro»</p> <p>1. Проблемная ситуация. Учащиеся не имеют опыта и навыков для выращивания клеточных культур клеток животных.</p> <p>Педагогическая ситуация Для детей 7–9 классов общеобразовательных и любых других профильных классов нужно проводить занятия по практической биологии, которые позволяют сформировать понимание и выявление потребности в использовании культивирования клеток in vitro.</p> <p>2. Привязка к предметным областям знания Клеточная биология, микробиология, клеточные технологии, биоинженерия, биотехнология.</p> <p>3. Цели проекта Формирование основ для выбора методов стерилизации инструментов и питательных сред.</p> <p>Продуктовая: – «Чистая клеточная культура».</p> <p>4. Планируемые результаты проекта – Получение собственной клеточной культуры. Выставка экспонатов клеточных культур животных клеток, полученных самими обучающимися</p> <p>5. Этапы реализации Кейс рассчитан на 6 часов работы с группой учащихся.</p> <p>Введение: цель – мотивировать участников на выполнение работ; описание – протокол эксперимента и примерные результаты, которые у них должны получиться; планируемый результат – мотивация к работе</p> <p>Подготовительный: цель – познакомить участников с инструментарием и общими принципами работы; описание – раздача инструментов и общих расходных материалов; отработка приёмов работы; планируемый результат – сформировалось понимание предстоящей работы.</p> <p>Реализационный: цель – выделение каллуса и пересадка в культуральную среду; описание – каждый участник выбирает клетки для посадки на питательную среду; планируемый результат – клеточная культура, оценка стерильности и жизнеспособности клеток.</p> <p>Описательный: цель/описание/планируемый результат – оценка клеточной культуры.</p>	K1, K2, K3, K4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э1, Э2, Э3
----	---	----------------	---

6.4 Методические указания для обучающихся по освоению программы (модуля)

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию. Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении изучения программы. К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, письменные задания, лабораторные работы, контрольные работы. Устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний обучаемого по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем. Контрольная работа. Данная форма контроля применяется для оценки знаний, умений, навыков по программе. Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

Шифр	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л1.1	Коницев, А.С., Севастьянова, Г.А.	Молекулярная биология	2008	5
Л1.2	Уилсон, К., Уолкер, Дж.	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Доступ через ЭБС «Лань»: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66244	2013	онлайн

7.1.2. Дополнительная литература

Л2.1	Кузнецов, Вл.В., Кузнецов, В.В., Романов, Г.А.	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. Свободный доступ через Интернет: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1781841	2012	онлайн
Л2.2	Спирин, А.С.	Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка	2011	2
Л2.3	Уэй, Т.	Физические основы молекулярной биологии	2010	2

7.2. Электронные образовательные ресурсы

Э1	http://elibrary.ru – Научная электронная библиотека
Э2	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ – The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.
Э3	Федеральный образовательный портал. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/library

7.3. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем

7.3.1	Microsoft office 2010, TouView.
-------	---------------------------------

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1	Микроскопы Микамед-5
8.2	Wi-Fi камеры для микроскопа
8.3	CO ₂ -инкубатор
8.4	Гроубокс
8.5	Среда DMEM с глутамином, сод. Глюкозы 4,5 г/л

8.6	Среда DMEM с глутамином, сод. Глюкозы 4,5 г/л, с HEPES
8.7	Предметные стекла
8.8	Стёкла покровные
8.9	Ёмкость для окрашивания предметных стёкол
9.0	Камера Горяева четырёхсеточная
9.1	Среда Лейбовица L 15 сухая, с глутамином
9.2	Чашки Петри
9.3	Флакон культуральный 75 см ² , стер., вент. кр.
9.4	Флакон культуральный 25 см ² , стер., вент. кр.
9.5	Планшет 6-луночный, стер., инд. уп.
9.6	Скребок для клеток
9.7	Сеточки для клеток 40 мкм, стер., инд. уп.
9.8	Пробирки центрифужные 50 мл с «юбкой», ПП
9.9	Фильтровальная насадка