

Министерство образования Тульской области
Государственное образовательное учреждение дополнительного образования Тульской области
«Центр дополнительного образования детей»

Программа рассмотрена
на заседании педагогического совета
ГОУ ДО ТО «ЦДОД»,
Протокол № 1
от «09» 04 2026 г.

Утверждаю
Директор ГОУ ДО ТО «ЦДОД»
Ю.В. Грошев
Приказ от «10» 04 2026 г. № 173



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Биотехнологии в медицине и фармацевтике»**

Направленность: естественнонаучная
Возраст: 14-18 лет
Срок реализации: 1 год (72 часа)
Уровень реализации: продвинутый

Составители:
Щепочкина Надежда Сергеевна,
педагог дополнительного образования
Абрамова Эльвира Александровна,
к.б.н., педагог дополнительного
образования

г. Тула, 2026

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Биотехнологии в медицине и фармацевтике» ориентирована на обучающихся, проявляющих особый интерес в научной области биологии и биотехнологий. В условиях соблюдения основных принципов государственной политики в сфере образования данная программа, организована на принципах гибких образовательных траекторий и проектно-ориентированного обучения.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Биотехнологии в медицине и фармацевтике» предполагает углубленное изучение отдельных разделов биологии, а именно, биотехнологии, цитологии, биохимии, генетики, молекулярной биологии.

Данная программа реализуется с использованием технологий исследовательского обучения и учебного проектирования, которые позволяют преодолеть «знаниевый подход» в пользу «деятельностного» и практико-ориентированного обучения, что способствует совершенствованию навыков в осуществлении исследовательской и проектной деятельности, подготовку к различным интеллектуальным состязаниям естественнонаучной направленности.

Данная программа разработана в соответствии с действующей нормативно-правовой базой федерального, регионального и локального уровней: Федеральным законом от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р; приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»; приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы); постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»; постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»; уставом и локальными актами государственного образовательного учреждения дополнительного образования Тульской области «Центр дополнительного образования детей».

Актуальность программы показывает ключевую роль медицинской биотехнологии в успешном развитии человечества. Рассмотрены основные современные тенденции биомедицинской индустрии. В частности, акцентировано внимание на фармацевтической промышленности, генно-инженерном инструментарии, нанобиотехнологии. В процессе обучения, обучающиеся приобретают навыки не только научного и теоретического характера, но и практические, которые пригодятся в профессиональной деятельности и в повседневной жизни.

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биотехнологии в медицине и фармацевтике» – естественнонаучная.

Новизна заключается в использовании: современных педагогических технологий, приемов; различных техник и способов работы; современного оборудования,

позволяющего исследовать и моделировать различные объекты и системы из области биотехнологии.

Отличительные особенности данной программы заключаются в организации образовательной среды для формирования целостной научной картины мира; изучению способов работы с биологическими объектами на всех уровнях организации живой материи, методов элементарных биологических исследований, самодиагностики и интерпретации полученных результатов; изучению основ конвергентного (научного и технологического) подхода к решению практических задач.

Практическая значимость - обучающиеся, успешно освоившие данную программу, впоследствии могут получить наиболее полную подготовку в области естественнонаучного обучения по иной программе. Навыки, полученные при работе с реактивами, измерительными приборами, пригодятся в дальнейшей научно-технической деятельности и повседневной жизни. Программа адаптирована для обучающихся, собирающихся осуществлять исследовательскую, проектную и инженерную деятельность.

В ходе реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биотехнологии в медицине и фармацевтике» применяются различные образовательные технологии, предпочтение отдается активным формам и методам обучения (геймификация (деловые и ролевые игры), метод кейсов, мини-проекты; образовательные межпредметные экспедиции, подготовка и защита творческих проектов, интеллектуальные игры.

Адресат программы - обучающиеся 14-18 лет образовательных организаций всех типов.

Объем программы - 72 учебных часа.

Форма обучения - очная.

Формы организации образовательного процесса. Основной формой организации образовательного процесса является групповое занятие с детьми разного возраста с ярко выраженным индивидуальным подходом, которое направлено на совершенствование практических навыков. Групповой метод обучения способствует созданию соревновательного фона, стимулирующего повышенную работоспособность обучающихся и позволяет развить умения эффективно взаимодействовать в группе.

Виды занятий: практические занятия, мастер-классы, научные проекты.

Режим занятий. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа с обязательным проведением 10-ти минутной динамической паузы, что составляет 72 часа в год и соответствует действующим нормам СП. 2.4.4.3648-20.

Срок реализации - 1 год. Может составлять менее 36 недель с учетом уплотнения часов в рамках расписания в зависимости от возможностей учреждения.

Цель программы - получение новых теоретических и практических знаний в области биомедицины, молекулярной биологии и генетической инженерии, а также освоение базовых навыков необходимых для работы в биологической и генетической лаборатории.

Задачи программы:

Обучающие:

- научить правилам работы в лаборатории;
- научить самостоятельному поиску информации;
- научить проводить научный анализ и использовать полученные знания в практике;
- научить информационно-коммуникационной грамотности.
- сформировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- сформировать основные проектные и исследовательские навыки;
- сформировать навыки коммуникативного взаимодействия, командной работы;
- сформировать активную гражданскую позицию.

- привить устойчивый познавательный интерес к изучению естественнонаучных дисциплин;
 - привить интерес к выполнению лабораторных работ.
- Развивающие:*
- развить интерес к выработке новых знаний;
 - развить исследовательские и творческие способности обучающихся;
 - развить теоретические и экспериментальные навыки при работе с высокотехнологичным оборудованием;
 - развить образное и пространственное мышление;
 - развить способности осознанно ставить перед собой конкретные задачи и добиваться их выполнения;
 - развить познавательную активность обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности;
 - развить навыки решения нестандартных задач, подготовка к участию олимпиадах различных уровней.
- Воспитательные:*
- воспитать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
 - воспитать раскрытие внутреннего мира обучающихся;
 - воспитать новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека;
 - воспитать самостоятельность в приобретении дополнительных знаний и умений;
 - воспитать чувство патриотизма, гордости за достижения отечественной науки и техники.
 - воспитать способность к формированию здорового образа жизни, направленного на сохранение и укрепление здоровья обучающихся.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
Учебный план
(продвинутый уровень сложности)

№	Тема раздела	Количество часов			Форма промежуточной (итоговой) аттестации
		всего	теория	практика	
1	Раздел 1. Биологические аспекты медицинских биотехнологий	12	3	9	<i>Входная диагностика.</i> Профориентационная игра «Юный фармаколог» <i>Текущий контроль.</i> Лабораторный практикум
2	Раздел 2. Молекулярная биология и генетика клетки	14	2	12	<i>Текущий контроль.</i> Лабораторный практикум
3	Раздел 3. Фармацевтические технологии	16	4	12	<i>Промежуточная аттестация.</i> Защита мини-проекта

					«Биотехнологии витаминов»
4	Раздел 4. Фитохимический анализ лекарственного сырья	8		8	Текущий контроль. Практическая работа
5	Раздел 5. Материалы и технологии для медицины и биотехнологии	8	1	7	Текущий контроль. Практическая работа
6	Раздел 6. Научное проектирование	14	1	13	Итоговая аттестация. Защита индивидуальных проектов
	Всего:	72	11	61	

**Содержание учебного плана
(продвинутый уровень сложности)**

Раздел 1. Биологические аспекты медицинских биотехнологий (12ч., 3т, 9 пр.)

Тема 1.1. Полидисциплинарность современных биотехнологий. Задачи медицинской биотехнологии (2т.)

Теория. Медико-биологические знания (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), химические (химическая технология, физическая (биофизическая) химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), технические (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.). Диагностикумы, биосенсоры, диагностика и профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств, адресная доставка лекарственных препаратов).

Формы контроля. Входная диагностика: профориентационная игра «Юный фармаколог».

Тема 1.2. Клетка как биологическая система (1т;1пр.)

Теория. Определение жизни и свойства живого. Строение и сравнительная характеристика клеток прокариот и эукариот. Органоиды клетки: строение и функции.

Практика. Объекты биотехнологии: растительные, животные и бактериальные клетки.

Тема 1.3. Химия клетки (4пр.)

Практика. Неорганические вещества клетки — характеристика, особенности свойств, функции в клетке. Химия биогенных элементов: понятие органоидов: макро-, микро-, ультраэлементы. Содержание в организме. Биологическая роль элементов и применение их соединений в медицине. S- элементы — общая характеристика, функции, лекарственные препараты на основе s – элементов. p — элементы, общая характеристика, роль и значение. d – элементы, общая характеристика, роль и значение, нахождение в пищевых продуктах. Токсичность некоторых химических элементов. Классификация, функции и роль основных классов органических соединений в клетке. Аминокислоты в живых организмах (заменимые и незаменимые аминокислоты). Функции, роль, биологическое значение аминокислот. Потребность организма в аминокислотах и их пищевые источники.

Белки, строение и функции белков. Растительные и животные белки. Содержание в тканях и органах. Биологическая роль белков. Нуклеиновые кислоты: Общие сведения о нуклеиновых кислотах. Методы выделения НК. Химический состав нуклеиновых кислот. Структура и функции нуклеиновых кислот. Понятие о ферментах. Краткая история развития учения о ферментах. Биохимическая природа ферментов. Строение ферментов. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Основные свойства ферментов. Факторы, определяющие активность ферментов. Регуляция активности ферментов. Внутриклеточная локализация ферментов. Применение ферментов. Проблемы медицинской энзимологии.

Углеводы. Общие сведения об углеводах. Биологическая роль углеводов. Моно-, олиго-, полисахариды. Химические свойства и функции углеводов.

Липиды. Химическая природа липидов. Классификация липидов. Жирные кислоты. Глицериды. Воска. Фосфолипиды. Гликолипиды. Стероиды. Биологическая роль липидов. Функции липидов.

Тема 1.4. Биосинтез белка (2 пр.).

Практика. Общие сведения о синтезе белка. Трансляция и общие требования к синтезу белка в бесклеточной системе. Рибосомы, виды, функции и роль в процессах биосинтеза белка. Природа генетического кода. Этапы синтеза белка. Регуляция синтеза белка. Ингибиторы синтеза белка. Решение задач по биосинтезу белка.

Тема 1.5. Биоэнергетика клетки (2 пр.).

Практика. Гомеостаз. Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Метаболизм. Ассимиляция — анаболизм — пластический обмен. Энергетический обмен — катаболизм — диссимиляция. Роль ферментов в метаболизме. Общие сведения о метаболизме углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение. Включение других углеводов в процесс гликолиза. Мембранная биоэнергетика: ионные насосы. Аэробное дыхание. Дыхательная цепь. Антибиотики, как природные антиметаболиты.

Формы контроля. Текущий контроль. Лабораторный практикум.

Раздел 2. Молекулярная биология и генетика клетки (14ч., 2г./12пр.)

Тема 2.1. Объекты и основные направления развития молекулярной биологии (2г.).

Теория. Дезоксирибонуклеиновые (ДНК), рибонуклеиновые (РНК) кислоты, белки, макромолекулярные комплексы — хромосомы, рибосомы, мультиферментные системы, обеспечивающие биосинтез белков и нуклеиновых кислот. Понятие гена и его эволюция.

Тема 2.2. Процедура очистки геномной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) (2пр.)

Практика. Получение ДНК из растительной ткани. Работа начнется с целой луковицы и закончится относительно чистой ДНК, содержащей буквально миллионы генов. ДНК может быть сохранена в спирте или высушена.

Тема 2.3. Размножение бактериальных штаммов и обращение с ними (4пр.).

Практика. Приготовление питательных сред. Методика выращивания культуры клеток. Выделение отдельных колоний.

Тема 2.4. Электрофорез в агарозном геле (2пр.)

Практика. Знакомство с аналитическим методом, применяемым для разделения фрагментов ДНК по длине. Основан на разной скорости движения фрагментов разной длины при движении в геле под действием внешнего электрического поля.

Тема 2.5. Проверка одиночных колоний E.coli на наличие плазмиды (2пр.)

Практика. Проверка 5 произвольно выбранных колоний. Чистоту постановки ПЦР подтверждается результатами ПЦР для положительного и отрицательного контроля.

Тема 2.6. Кейс «Анализ генома» (2пр.).

Практика. Знакомство с методами трансфекции эукариотических клеток; рестрикционное картирование; технология больших молекул ДНК; выявление единичных

замен нуклеотидов в ДНК; проведение полимеразной цепной реакции получения ДНК; генная дактилоскопия.

Формы контроля. Текущий контроль. Лабораторный практикум.

Раздел 3. Фармацевтические технологии (16ч., 4т./12пр.)

Тема 3.1. Витамины – биокатализаторы метаболических процессов (2пр.)

Практика. Классификация и номенклатура. Биологическое действие витаминов.

Кейс «Витаминно-минеральный комплекс».

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 3.2. Биотехнология витаминов и коферментов (1т.;1пр.)

Теория. Общая информация про витамины и коферменты, их роль для организма человека.

Практика. Количественное определение аскорбиновой кислоты. Количественное определение витамина Р в чае.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 3.3. Природные антибиотики (1т;1пр.)

Теория. Современные подходы к использованию антибактериальных препаратов в клинической практике. Направления создания инновационных антибактериальных средств.

Практика. Поиск и создание природных антибиотиков широкого спектра действия.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 3.4. Пробиотики и пребиотики (2пр.)

Практика. Препараты для восстановления микрофлоры. Анализ препаратов.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 3.5. Культивирование растительных клеток. Каллусные и суспензионные культуры (2т.;4пр.)

Теория. Каллусные культуры. Морфофизиологическая характеристика каллусных клеток. Твердофазный способ культивирования. Глубинное культивирование клеток растений в жидкой питательной среде. Суспензионные культуры.

Практика. «Получение каллусной культуры клеток и оценка ее качества». Основные направления и сферы применения культур растительных клеток.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 3.6. Биопрепараты растительного происхождения (2пр.).

Практика. Ознакомление с технологией получения растительного сырья *in vitro*, методы оценки подлинности и качества сырья.

Формы контроля. Промежуточная аттестация. Защита мини-проекта «Биотехнологии витаминов».

Раздел 4. Фитохимический анализ лекарственного сырья (8ч., 8пр.)

Тема 4.1. Качественный анализ и количественное определение витаминов и полисахаридов в лекарственном растительном сырье (2пр.).

Практика. Экстракция аскорбиновой кислоты из лекарственного сырья. Количественное определение каротиноидов в плодах рябины. Качественные реакции на полисахариды, проводимые на сухом сырье.

Тема 4.2. Качественный анализ эфирных и жирных масел. Количественное определение эфирного масла в лекарственном сырье (2пр.).

Практика. Получение эфирного масла. Определение числовых показателей эфирного масла. Определение показателя преломления (рефракция).

Тема 4.3. Качественный и количественный анализ лекарственного сырья, содержащего простые фенолы и дубильные вещества (2пр.).

Практика. Экстракция простых фенолов из растительного сырья. Качественные реакции на простые фенолы. Экстракция дубильных веществ. Количественное определение дубильных веществ в растительном сырье.

Тема 4.4. Качественное и количественное определение флавоноидов и хромонов в лекарственном сырье (2пр.).

Практика. Экстракция флавоноидов из растительного сырья. Качественные реакции на флавоноиды. Количественное определение флавоноидов в растительном сырье. Извлечение кумаринов из растительного сырья. Качественные реакции на кумарины.

Формы контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Раздел 5. Материалы и технологии для медицины и биотехнологии (8ч, 1т./7 пр.).

Тема 5.1. Наноматериалы для медицины и биотехнологии (1т.;1пр.)

Теория. Работа с научно-технической информацией. Жидкий коллаген.

Практика. Применение биосенсоров в медицине. Клинические требования к биосенсорам.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 5.2. Биополимеры и биокompозиты, используемые в медицине (2пр.)

Практика. Биоразлагаемые полимеры на основе крахмала. Получение искусственного волокна. Медицинские имплантаты. Современное состояние сканирующей наномикроскопии. Наноманипуляторы на основе углеродных нанотрубок. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Микро- и наноустройства. Функции наноустройства. Преимущество в диагностике наномедицины. Нанотехнологии в диагностике «in vitro». Новые методы и средства лечения.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 5.3. Адресная доставка лекарственных средств (2пр.).

Практика. Доставка активных лекарственных веществ. Нанотехнологические сенсоры и анализаторы. Микро- и нанокапсулы. Чиповые пластинки. Нанофабрики. Белковые микрочипы. Тканевые микрочипы. Клеточные микрочипы. Микрочипы на основе малых молекул. ДНК микрочипы.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 5.4. Драг-дизайн (2пр.).

Практика. Основные понятия-мишень и лекарство. Определение и валидация мишени. Вычислительная техника в драг-дизайне. Персонализированная медицина и драг-дизайн.

Формы контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Раздел 6. Научное проектирование (14ч., 1т./13пр.)

Тема 6.1. Технология организации научных исследований (1т.;1пр.)

Теория. Алгоритм работы над проектом.

Практика. Изучение структуры и методики работы с «Конструктором проектов».

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 6.2. Проектное задание «Получение основных пребиотических веществ» (4пр.)

Практика. Питание для микрофлоры. Пищевые волокна. Пребиотики и бифидобактерии. Механизмы действия пребиотиков. Бифидобактерии.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 6.3. Проектное задание «Изготовление биокосметических средств с заданными свойствами» (4пр.).

Практика. Разработка парфюмерно-косметических средств в соответствии с Гост. Получение высококачественного сырья растительного происхождения.

Форма контроля. Текущий контроль. Практическая работа.

Тема 6.4. Защита проектов (4пр.).

Практика. Защита проектов.

Формы контроля. Итоговая аттестация. Защита индивидуальных проектов.

Результаты освоения программы (продвинутый уровень сложности)

Метапредметные результаты:

К концу обучения по данной программе обучающиеся *научатся*:

- проводить научного анализа и использовать полученные знания в практике;
- информационно-коммуникационной грамотности.

Будут развиты:

- исследовательские и творческие способности;
- образное и пространственное мышление;
- учебная мотивацию и мотивация к творческому поиску;
- познавательная активность обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности;
- практико-ориентированное мышление и умение работать в коллективе в процессе выполнения практико-ориентированных задач.

Будут воспитаны:

- новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека;
- способность к формированию здорового образа жизни, направленного на сохранение и укрепление здоровья обучающихся.

Личностные результаты:

Будут сформированы:

- навыки коммуникативного взаимодействия, командной работы и организации совместной деятельности и готовности к социальному взаимодействию;
- активную гражданскую позицию.

Будут развиты:

- интерес к выработке новых знаний;
- способности осознанно ставить перед собой конкретные задачи и добиваться их выполнения.

Будут воспитаны:

- дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- раскрытие внутреннего мира обучающихся;
- самостоятельность в приобретении дополнительных знаний и умений;
- чувство патриотизма, гордости за достижения отечественной науки и техники.

Будут привиты:

- устойчивый познавательный интерес к изучению естественнонаучных дисциплин;
- интерес к выполнению лабораторных работ.

Будут воспитаны:

- дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- раскрытие внутреннего мира обучающихся;
- новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека;
- самостоятельность в приобретении дополнительных знаний и умений;
- чувство патриотизма, гордости за достижения отечественной науки и техники.

Предметные результаты:

К концу обучения по данной программе обучающиеся *научатся*:

- правилам работы в лаборатории;
- планировать и проводить эксперимент;
- интерпретировать полученные результаты.

Будут сформированы:

- основные проектные и исследовательские навыки, а также создание условий для приобретения практического опыта организации проектной и исследовательской деятельности.

- знания о биологических процессах, происходящих в живых системах и принципах их использования в биологическом и генетическом конструировании;
- знания об основных закономерностях биохимических процессов в живых организмах и механизмах регуляции обмена веществ;
- специальные знания, умения и навыки в области биомедицины и фармацевтических технологий.

Будут развиты:

- теоретические и экспериментальные навыки при работе с высокотехнологичным оборудованием;
- навыки решения нестандартных задач, подготовка к участию в олимпиадах различных уровней.

Будут привиты:

- устойчивый познавательный интерес к изучению естественнонаучных дисциплин;
- интерес к выполнению лабораторных работ.

Комплекс организационно-педагогических условий

Календарный учебный график (Приложение № 1).

Условия реализации программы.

Учебно-воспитательный процесс обеспечивает педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование, направленность (профиль) которого соответствует направленности (профилю) дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биотехнологии в медицине и фармацевтике», осваиваемой обучающимися.

Педагог осуществляет организацию деятельности обучающихся по усвоению знаний, формированию умений и компетенций; созданию педагогических условий для формирования и развития творческих способностей, удовлетворению потребностей в интеллектуальном, нравственном и физическом совершенствовании, укреплению здоровья, организации свободного времени, профессиональной ориентации; обеспечению достижения обучающимися нормативно установленных результатов освоения дополнительной общеразвивающей программы. Отвечает требованиям Профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 22 сентября 2021г. №652н.

Принципы реализации программы:

- системность, целостность, объективность, научность, практическая направленность;
- доступность – получение информации при помощи адаптированных образовательных занятий и инновационных методик;
- комплексность и взаимосвязь всех факторов, влияющих на процесс воспитания;
- применимость знаний – приобретение навыков научного и теоретического характера и применение их на практике;
- единство восприятия, обучения, развития;
- сочетание педагогического руководства с развитием активности, самостоятельности и инициативы учащихся;
- системность и последовательность образования и воспитания.

Важным условием реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биотехнологии в медицине и фармацевтике» является достаточный уровень материально-технического обеспечения.

Материально-техническое обеспечение

Материальные затраты на оборудование кабинета

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Интерактивная доска	1
2.	Микроскопы	12
3.	Центрифуга	1
4.	Шкаф вытяжной ВМ-108 (металлический)	1
5.	Шкаф сушильный	1
6.	Весы аналитические ВЛ-124В (120г, 0,0001г, внутренняя калибровка)	1
7.	Весы лабораторные ВЛТЭ-510С (510г, 0,01г, внутренняя калибровка)	1
8.	Дистиллятор ДЭ-10М	1
9.	Кондуктометр	1
10.	Люксметр цифровой	1
11.	Магнитная мешалка с подогревом	1
12.	Мини-экспресс лаборатория переносная «Кислотность почвы»	1
13.	Мини-экспресс лаборатория переносная «Общая жесткость» (титрование пипеткой)	1
14.	Мини-экспресс лаборатория переносная «Окисляемость перманганатная»	1
15.	Спектрофотометр ПЭ-5400 УФ	1
16.	Набор химической посуды	12

Материальные затраты на обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Наименование материала на 1 год обучения	Количество
1.	Индикаторная бумага (упаковка 50 шт)	2
2.	Растворы кислот (азотная, серная, соляная) 100мл	1
3.	Гидроксид натрия (раствор) 50 мл	1
4.	Гидроксид кальция (раствор) 50 мл	1
5.	Хлорид бария (раствор - не более 5%) 50 мл	1
6.	Сульфат натрия (раствор) 50 мл	1
7.	Сульфат магния (раствор) 50 мл	1
8.	Сульфат меди(II) (раствор) 50 мл	1
9.	Сульфат железа(III) (раствор) 50 мл	1
10.	Дистиллированная вода 5000 мл	1
11.	Питательные среды (100 г)	1

Формы аттестации / контроля

Входная диагностика проводится в начале освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биотехнологии и в медицине и фармацевтике» с целью определения уровня подготовки обучающихся и проводится в формате профориентационной игры «Юный фармаколог».

Текущий контроль осуществляется в процессе окончания раздела программы. Средства текущего контроля определяются педагогом дополнительного образования и предусматривают: лабораторный практикум, практическую работу.

Промежуточная аттестация. Формы промежуточной аттестации определяются педагогом дополнительного образования и предусматривают защиту мини-проекта «Биотехнологии витаминов». При проведении промежуточной аттестации учитываются результаты участия обучающихся в конкурсных мероприятиях различного уровня.

Итоговая аттестация, завершающая освоение дополнительной общеразвивающей программы, предполагает защиту индивидуальных проектов.

Оценочные материалы

Оценочные материалы:

- тесты по теории для разделов: «Биологические аспекты медицинских биотехнологий»; «Молекулярная биология и генетика клетки»; «Фармацевтические технологии»; «Фитохимический анализ лекарственного сырья»; «Материалы и технологии для медицины и биотехнологии»;
- проектные задания;
- лабораторный контроль для разделов: «Молекулярная биология и генетика клетки»; «Фармацевтические технологии»; «Фитохимический анализ лекарственного сырья».

Отбор содержания программы основывается на современных тенденциях личностно-ориентированного образования и на следующих педагогических принципах:

- системность, целостность, объективность, научность, доступность для обучающихся, реалистичность, практическая направленность;
- комплексность и взаимосвязь всех факторов, влияющих на процесс воспитания;
- единство восприятия, обучения, развития;
- сочетание педагогического руководства с развитием активности, самостоятельности и инициативы учащихся;
- системность и последовательность образования и воспитания;
- учет возрастных и индивидуальных особенностей обучающегося.

Формы оценки результативности:

- защита творческих проектов, обучающихся;
- публикации обучающихся;
- мониторинг учебных достижений обучающихся;
- отчеты по практическим, экспериментальным работам обучающихся;
- защита исследовательских работ.

Кроме того, педагогом используется мониторинг уровня обучения и личностного развития обучающихся по дополнительной общеразвивающей программе.

Методические материалы

С целью достижения поставленной в программе цели и получения запланированного результата, с учетом индивидуальных особенностей и способностей детей педагог привлекает обучающихся к открытию новых знаний и включает обучающихся в эту деятельность. Педагог учит детей ставить перед собой цели и искать пути их достижения.

В процессе формирования умений и навыков выполнения исследовательских работ ставится дополнительная задача познавательного характера, нацеливающая детей на проведение наблюдений, анализа сравнений. Система подбора и выбора практических работ, сроков их исполнения построена с таким расчетом, чтобы обеспечить наиболее благоприятные условия для их исполнения. Для этого подбираются задания с учетом особенностей и способностей каждого ребенка. Формируются навыки самостоятельного исполнения заданий. Создаются условия для формирования навыков контроля и самоконтроля в ходе выполнения заданий.

Задача, поставленная перед ребенком, удерживает его в рамках задания, но не ограничивает свободу творческого действия.

Структура занятия:

1) организационный момент - готовность кабинета, обучающихся; организационное начало занятия; целевая установка на работу; мотивация обучающихся к занятию; введение проблемной задачи; введение игрового момента;

2) логический переход к новой теме, объяснение материала;

а) выделение главного в изучаемых объектах и явлениях; использование наглядности; межпредметных связей; постановка эвристических вопросов; создание нестандартной ситуации; выполнение упражнений. Теоретическая часть занятий дается в форме презентаций, видеороликов. Обучающиеся должны запомнить новые понятия, термины.

3) Практическая работа. Лабораторный практикум по каждой теме состоит из нескольких лабораторных работ. По некоторым темам, в зависимости от материально-технического обеспечения лаборатории, лабораторные работы, входящие в каждый лабораторный практикум, педагог выбирает самостоятельно, исходя из предложенных в рабочей программе.

4) Подведение итогов (рефлексия) предусматривает текущий контроль, оценку результатов выполнения заданий практикума.

Виды занятий: практические, комбинированные, экскурсии, защита проектов.

Используемые технологии:

- дифференцированное обучение;
- информационно-коммуникационные технологии;
- технология проектного обучения;
- здоровьесберегающие технологии;
- развивающего обучения;
- личностно-ориентированного подхода.

Данные технологии позволяют развивать и оптимизировать учебно-воспитательный процесс.

При разработке каждого учебного занятия ставится многоступенчатая цель:

1) расширить/представить новую единицу учебного знания; 2) решить определенную исследовательскую/техническую задачу; 3) освоить/закрепить новый метод научного исследования; 4) освоить/закрепить навыки работы в учебной группе/команде. Структура каждого занятия включает блоки «Изучаем», «Рассуждаем», «Исследуем», «Анализируем», «Проектируем», «Конструируем», «Моделируем», «Рефлексируем».

В случае введения дистанционной технологии обучения педагог через различные доступные цифровые платформы обеспечивает проведение ранее запланированных занятий.

Отбор содержания программы основывается на современных тенденциях личностно-ориентированного образования и на следующих педагогических принципах:

- системность, целостность, объективность, научность, доступность для обучающихся, реалистичность, практическая направленность;
- комплексность и взаимосвязь всех факторов, влияющих на процесс воспитания;
- сочетание педагогического руководства с развитием активности, самостоятельности и инициативы учащихся;
- системность и последовательность образования и воспитания;
- учет возрастных и индивидуальных особенностей обучающегося.

Учебно-методический комплекс

1. Задание к кейсу «Волшебная пуля» для профориентационной игры «Юный фармаколог» (Приложение 2).
2. Теоретические материалы по разделам программы: «Биологические аспекты медицинских биотехнологий»; «Молекулярная биология и генетика клетки»; «Фармацевтические технологии»; «Фитохимический анализ лекарственного сырья»; «Материалы и технологии для медицины и биотехнологии».
3. Образовательный процесс обеспечен следующим методическими материалами:
 - ИК (инструктивная карточка к практической работе по теме «Сравнение строения растительной, бактериальной и животной клеток под микроскопом»
 - ИК «Выявление мутагенов в окружающей среде»
 - ИК «Изучение клеток дрожжей под микроскопом»
 - ИК «Изучение плесневых грибов»
 - ИК «Правила работы с живой культурой»
 - ИК «Устройство и работа светового микроскопа»
 - ИК «Приготовление микропрепарата для окраски»
 - Методика ферментирования лекарственных растений
 - Методика приготовления водных и спиртовых экстрактов
 - Критерии оценки научно-исследовательских работ обучающихся
4. Примерные темы проектов

Темы проектов:

- Биотехнологические методы получения пищевых продуктов
- Генномодифицированные продукты: польза и вред
- Биотехнологии витаминов. Создание витаминно-минерального комплекса
- Изготовление биокосметических средств с заданными свойствами
- Природные антибиотики и их возможности
- Возможности персонализированной медицины
- Завтрак для микробиоты. Получение основных пребиотических веществ
- Жидкий коллаген. Применение в медицине
- Альгинат натрия: медицина и пищевая промышленность
- Химия в косметике
- Зеленая аптека
- Методы генной инженерии. Производство витаминов, аминокислот, антибиотиков.
- Создание теоретических основ этно- и антропогенетики как базы для разработки новых методов диагностики и лечения, сохранения генофонда.
- Генная терапия. Соматическая генная терапия. Зародышевая генная терапия.
- Размножение лекарственных растений *in vitro*
- Биологические добавки в пищевой промышленности.
- Производство кормового и пищевого белка на основе биоконверсии растительного сырья.

Список литературы

Литература для педагога

1. Elliott, W. Biochemistry and Molecular Biology / W. Elliott, D. C. Elliott. Second edition. – Oxford: University Press, 2001. – 586 p
2. Баташов, Е. С. Основы проектирования предприятий [Текст]: учебное пособие (гриф СибРУИЦ) / Е. С. Баташов, Е. В. Аверьянова, Р. А. Зайнуллин. - Бийск: Издательство Алт. гос. техн. ун-та, 2013. - 176 с.
3. Беспятова, Н. К. Педагогика и психология дополнительного образования / Н. К. Беспятова, Д. Е. Яковлев – Москва: 2021. – 514с.
4. Биосовместимые материалы: [Текст]: учеб. пособие / Под ред. В.И. Севастьянова, М.П. Кирпичникова. – Москва: МИА, 2011. – 544 с.
5. Загоскина, Н.В. Биотехнология. Теория и практика / Н.В. Загоскина и др. - Москва: Оникс, 2014. - 496 с.
6. Биссвангер, Х. Практическая энзимология: учеб. изд. / Х. Биссвангер; пер. с англ. Т.П. Мосоловой. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 328 с.
7. Газит, Э. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития / Э. Газит; пер. с англ. А.Е. Соловченко; науч. ред. Н.Л. Клячко. – Москва: Научный мир, 2020. – 152 с.
8. Градова, Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств: учеб. пособие / Н.Б. Градова., Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. – Москва: ДеЛи принт, 2019. – 136 с.
9. Дрыгин, Ю.Ф. Англо-русский словарь по биотехнологии (с толкованиями) / Ю.Ф. Дрыгин, Е.С. Дрыгина, И.П. Пьянзина. - Москва: Гостехиздат, 2015. - 336 с.
10. Фрешни, Р.Я. Культура животных клеток [Текст]: практ. рук. / Р.Я. Фрешни; пер. 5-го англ. изд. Ю. Н. Хомякова, Т.И. Хомяковой. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. – 691 с.
11. Шапиро, Я.С. Микробиология: 10-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я.С.Шапиро. – Москва: Вентана-Граф, 2015. – 272 с.-ил.
12. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.

Литература для обучающихся и родителей

1. Краснюк, И. И. Фармацевтическая технология: Технология лекарственных форм: учебник для студ. сред.проф. учеб. заведений / И. И. Краснюк, Г.В.Михайлова, Е.Т.Чижова; Под ред. И.И.Краснюка и Г.В.Михайловой: учебное пособие / И.И. Краснюк. - Москва: Академия, 2004. - 464 с.
2. Минина, С. А. Химия и технология фитопрепаратов: учебное пособие / С. А. Минина, И. Е. Каухова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 560 с.
3. Химическая технология фармацевтических субстанций: учебное пособие / А.А. Иозеп [и др.]. –Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 384 с.

Электронные ресурсы

1. Сириус. Биотех URL: <https://biomolecula.ru/themes/techno> (дата обращения: 25.03.2026).
2. Электронная библиотечная система. Наука. URL: <https://www.libnauka.ru/journal/biohimiya> (25.03.2026).
3. Научная электронная библиотека URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.03.2026).

Приложение
к дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программе
«Биотехнологии в медицине и фармацевтике»

Календарный учебный график
(1-й год обучения, продвинутый уровень сложности)

№ п/п	Месяц, дата по расписанию, время	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Формы аттестации (контроля)
1.	Сентябрь	Вводное. Комбинированное	2	Полидисциплинарность современных биотехнологий. Задачи медицинской биотехнологии	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	<i>Входная диагностика.</i> Профориентационная игра «Юный фармаколог»
2.		Комбинированное	2	Клетка как биологическая система	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Форма контроля. Текущий контроль. Лабораторный практикум
3.		Комбинированное	2	Химия клетки	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
4.		Комбинированное	2	Химия клетки	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
5.	Октябрь	Комбинированное	2	Биосинтез белка	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
6.		Комбинированное	2	Биоэнергетика клетки	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
7.		Комбинированное	2	Объекты и основные направления развития молекулярной биологии	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
8.		Комбинированное	2	Процедура очистки геномной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК)	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум
9.	Ноябрь	Комбинированное	2	Размножение бактериальных штаммов и обращение с ними	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум.
10.		Комбинированное	2	Размножение бактериальных штаммов и обращение с ними	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум.
11.		Комбинир	2	Электрофорез в	ГОУ ДО ТО	Текущий контроль.

		ованное		агарозном геле	ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Лабораторный практикум.
12.		Практическое	2	Проверка одиночных колоний E.coli на наличие плазмиды	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум.
13.	Декабрь	Комбинированное	2	Кейс «Анализ генома»	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Лабораторный практикум.
14.		Практическое	2	Витамины – биокатализаторы метаболических процессов	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
15.		Комбинированное	2	Биотехнология витаминов и коферментов	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
16.		Практическое	2	Природные антибиотики	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
17.	Январь	Комбинированное	2	Пробиотики и пребиотики	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
18.		Практическое	2	Культивирование растительных клеток.	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
19.		Комбинированное	2	Каллусные и суспензионные культуры	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
20.	Февраль	Комбинированное	2	Каллусные и суспензионные культуры	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
21.		Практическое	2	Каллусные и суспензионные культуры	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
22.		Комбинированное	2	Биопрепараты растительного происхождения	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	<i>Промежуточная аттестация.</i> Защита мини-проекта «Биотехнологии витаминов».
23.		Практическое	2	Качественный анализ и количественное определение витаминов и полисахаридов в лекарственном	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.

				растительном сырье		
24.	Март	Комбинированное	2	Качественный анализ эфирных и жирных масел. Количественное определение эфирного масла в лекарственном сырье	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
25.		Практическое	2	Качественный и количественный анализ лекарственного сырья, содержащего простые фенолы и дубильные вещества	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
26.		Комбинированное	2	Качественное и количественное определение флавоноидов и хромонов в лекарственном сырье	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
27.		Комбинированное	2	Наноматериалы для медицины и биотехнологии	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
28.	Апрель	Комбинированное	2	Биополимеры и биоконпозиты, используемые в медицине	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
29.		Практическое	2	Адресная доставка лекарственных средств	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
30.		Комбинированное	2	Драг-дизайн	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Выполнение драг-дизайна.
31.		Комбинированное	2	Технология организации научных исследований	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
32.		Комбинированное	2	Проектное задание «Получение основных пребиотических веществ»	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
33.	Май	Практическое	2	Проектное задание «Получение основных пребиотических веществ»	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
34.		Комбинированное	2	Проектное задание «Изготовление биокосметических средств с заданными свойствами»	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	Текущий контроль. Практическая работа.
35.		Комбинированное	2	Проектное задание «Изготовление биокосметических	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина,	Текущий контроль. Практическая работа.

				средств с заданными свойствами»	8А, каб. 6)	
36.		Комбинированное	2	Защита проектов	ГОУ ДО ТО ЦДОД (ул. Калинина, 8А, каб. 6)	<i>Итоговая аттестация. Защита индивидуальных проектов.</i>
Итого дано часов:			72			

**Задание к кейсу «Волшебная пуля» для профориентационной игры
«Юный фармаколог»**

Все таблетки обычно проглатывают и запивают водой. Как же лекарство доставляется в определённый орган или клетку?

При традиционном введении препарата лекарство относительно равномерно распределяется в организме человека и оказывает влияние не только на больной орган, но и на органы, которые не нуждаются в лечении.

Задание

Пациенту с заболеванием желудочно-кишечного тракта необходимо принять лекарственное средство. Многие медицинские препараты начинают растворяться непосредственно в желудке, нарушая при этом целостность его тканей. Необходимо разработать и получить лекарственное средство, которое не растворялось бы в желудке в течение 20-30 минут.

Для изготовления капсул воспользуйтесь инструкцией, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Изготовление капсул с пищевым красителем	Изготовление капсул с бриллиантовым зелёным	Получение капсул с крахмалом	Получение капсул с перманганатом калия
В стакане на 100 мл вмешайте 25 мл 2% раствора альгината натрия с несколькими каплями красителя	В стакане на 100 мл вмешайте 25 мл 2% раствора альгината натрия с несколькими каплями зелёнки	В стакане на 100 мл вмешайте 25 мл 2% раствора альгината натрия с 1 г крахмала	В стакане на 100 мл вмешайте 25 мл 2% раствора альгината натрия с несколькими кристаллами перманганата калия

Вопросы для контроля знаний:

1. Химия биогенных элементов.
2. Биоэнергетика клетки
3. Особенности биохимического строения растительной клетки.
4. Биохимическая характеристика аминокислот.
5. Биологическая роль углеводов.
6. Особенности биохимических процессов у растений.
7. Пигменты (хлорофиллы и каротиноиды).
8. Пребиотики и бифидобактерии.
9. Биогенные молекулы в растительном сырье
10. Нуклеиновые кислоты и их биологическая роль
11. Биохимическая характеристика ферментов растений.
12. Особенности действия ферментов в зависимости от факторов среды.
13. Биохимическая характеристика витаминов.
14. Биохимическая характеристика алкалоидов.
15. Биохимическая характеристика гликозидов.
16. Эфирные масла и смолы.
17. Природные антибиотики.