

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

МБОУ «Школа № 178» г.о. Самара

РАССМОТРЕНО
на заседании МО



председатель
Н.А.Лебакина
Протокол №1
от «26» августа 2026 г.

ПРОВЕРЕНО
Заместитель директора по
УВР



О.П Мелекесцева
«27» августа 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор школы



г.о. Самары Коновалова Е.Н.
Приказ №254
от «12» 09 » 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
элективного курса
«Биотехнология-наука будущего»
для обучающихся 10-х – 11-х классов**

г. Самара, 2026

Пояснительная записка

Программа элективного курса по биологии «Биотехнология — наука будущего» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе нормативных и правовых документов.

«Биотехнология — наука будущего» — это интегративный курс, объединяющий несколько отраслей знания — биологию, химию, инженерию — и демонстрирующий применение фундаментальных научных открытий в повседневной жизни человека. Речь идёт о современных технологиях производства продуктов питания, медицинских препаратов, парфюмерной продукции и др.

Биотехнология использует все современные знания о биологических организмах, их генетике, физиологии, экологии и, применяя инженерные подходы (моделирование, математическое прогнозирование и анализ), создаёт технологии, без которых невозможно представить современную промышленность, сельское хозяйство, медицину и т. д. Использование биологических систем как основы любой биотехнологии делает продукты более дешёвыми, позволяет вырабатывать их в больших количествах, часто улучшает их качество и усвояемость организмами человека и животных, а главное, делает само производство экологически более безопасным. Прежде всего это касается производства лекарств, заменителей пластмасс и т. д.

Биотехнология помогает решать экологические проблемы. Например, можно предотвратить исчезновение редких и исчезающих видов, сохраняя семена, пыльцу, клетки и ткани растений, сперму животных в криобанках в условиях глубокого замораживания при температуре жидкого азота. Экологически чистая переработка отходов, получение топлива также осуществляется с помощью биотехнологий.

Биотехнология является главным образом прикладной наукой, направленной на внедрение в практику результатов фундаментальных наук. Однако современная фундаментальная наука, которая дала начало биотехнологии, теперь, в свою очередь, не может обходиться без методов и технологий этой науки. Всё это делает современную биотехнологию очень перспективной областью, в развитие которой ведущие державы мира вкладывают огромные средства.

Вместе с тем биотехнология имеет не только положительные, но и отрицательные стороны. Чрезмерное увлечение генной инженерией, клонирование человека, запрещённое в настоящее время указами президентов России, США и других стран, указывает на необходимость строжайшего контроля над исследованиями в этой области, а также на важность соблюдения научной этики в этих исследованиях.

Темпы и масштабы развития и применения биологических технологий в различных отраслях промышленности и областях науки быстро возрастают, во многих странах, в том числе и в России. В ряде стран утверждены национальные программы в области биотехнологии, которые должны послужить для решения важнейших проблем в области медицины (создание лекарственных препаратов для лечения некоторых, в том числе генетических, заболеваний), экологии (очистка

окружающей среды, переработка отходов), сельского хозяйства (повышение продуктивности растений и животных, улучшение качества продуктов) и других.

Постепенно на первое место выходит такое направление биотехнологии, как генетическая инженерия, которая позволяет, манипулируя генами, создавать организмы с новыми качествами, так называемые «трансгенные» или генетически модифицированные организмы (ГМО). Последствия создания таких организмов изучены ещё недостаточно. Поэтому всё чаще поднимается вопрос о биологической безопасности подобных работ.

Продукты и предметы, полученные с помощью биологических технологий, всё больше и больше окружают нас в повседневной жизни. Необходимо чётко знать не только преимущества новых технологий, но и их недостатки.

В соответствии с этим, основная цель прохождения настоящего курса — познакомить учащихся с современными способами решения глобальных проблем современности: продовольственной, энергетической, охраны здоровья человека. Курс преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку он способствует формированию экологического мышления у подрастающего поколения.

Задачи:

1. Создать системное представление о биотехнологии, её возможностях и о связях с другими науками биологического профиля.
2. Познакомить с основными разделами, понятиями и методами биотехнологии.
3. Расширить кругозор учащихся, познакомив их с современными биологическими технологиями, а также с учёными, которые стояли у истоков этой науки.
4. Показать важность и актуальность исследований, связанных с биотехнологией.
5. Заинтересовать учащихся проблемами биотехнологии и других биологических наук.
6. Развить чувство ответственности за совершаемые действия и принимаемые решения на примере негативных экспериментов в области биотехнологии.
7. Развить исследовательские умения.

Таким образом, элективный курс «Биотехнология» показывает, что достижения фундаментальной науки не носят отвлечённый характер, а находят применение в практической деятельности человека. Осуществляется переход от общих вопросов к более частным задачам прикладного использования знаний, полученных в ходе научных исследований. Такой подход должен пробудить в детях стремление к знаниям и к исследовательской работе.

При изучении учащимися элективного курса «Биотехнология» учитель опирается на несколько основополагающих принципов обучения:

- **принцип интегративного подхода к обучению.** Этот принцип имеет первостепенное значение, так как усвоение получаемых знаний по биотехнологии предполагает тесную взаимосвязь разных уровней. Первый уровень — межпредметный — предполагает взаимосвязь биологии с курсом по химии. Второй уровень — предметный —

обусловлен взаимопроникновением разных биологических курсов (ботаники, зоологии, физиологии и других) в процессе становления и изучения биотехнологии. Кроме того, логика освоения материала элективного курса предполагает движение от общего к частному и, на новом уровне, возвращение от частного к общему. Закрепление пройденного осуществляется в виде заданий для самоконтроля, которые даны в конце каждого урока;

- **принцип наглядности;**
- **принцип доступности;**
- **принцип осознанности.**

Условия реализации программы:

- Возраст детей, участвующих в реализации данной программы, 16–18 лет.
- Продолжительность образовательного процесса — 2 года (68 часов).
- Количество часов — 1 учебный час в неделю.

Ценностные ориентиры содержания учебного предмета

В настоящее время биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую, экологическую и природоохранительную грамотность. Знания в области основных биологических законов, теорий и идей формируют нравственные нормы и принципы отношения к живой природе.

В качестве ценностных ориентиров биологического образования выступают объекты, изучаемые в курсе биологии, к которым у учащихся формируется ценностное отношение. При этом ведущую роль играют познавательные ценности, так как данный учебный предмет входит в группу предметов познавательного цикла, главная цель которых заключается в изучении современных способов решения глобальных проблем современности.

Основу познавательных ценностей составляют научные знания и научные методы познания. Познавательные ценностные ориентации, формируемые в процессе изучения биотехнологии, проявляются в признании:

- ценности научного знания, его практической значимости, достоверности;
- ценности биологических методов исследования;
- понимании сложности и противоречивости самого процесса познания.

Развитие познавательных ценностных ориентаций содержания элективного курса биологии позволяет сформировать: уважительное отношение к созидательной, творческой деятельности; понимание необходимости здорового образа жизни; сознательный выбор будущей профессиональной деятельности.

Курс «Биотехнология» обладает возможностями для формирования коммуникативных ценностей, основу которых составляют процесс общения и грамотная речь. Коммуникативные ценностные ориентации курса способствуют:

- правильному использованию биохимической терминологии и символики;
- развитию потребности вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии;
- развитию способности открыто выражать и аргументированно отстаивать свою точку зрения.

Все выше обозначенные ценности и ценностные ориентации составляют в совокупности основу для формирования ценностного отношения к природе, обществу, человеку в контексте общечеловеческих ценностей истины.

Планируемые результаты освоения курса

Личностные результаты освоения элективного курса

У учащегося будут сформированы:

- ценности здорового и безопасного образа жизни;
- основы экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления;
- умение управлять своей познавательной деятельностью;
- осознание единства и целостности окружающего мира, возможностей его познаваемости и объяснимости на

основе достижений науки.

Учащийся получит возможность для формирования:

- чувства гордости за российскую биологическую науку, гуманизма, целеустремлённости;
- готовности к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных

ситуациях;

- умения постепенно выстраивать собственное целостное мировоззрение: осознавать потребность и готовность к самообразованию, в том числе и в рамках самостоятельной деятельности вне школы.

Метапредметные результаты освоения элективного курса

Регулятивные УУД

Учащийся научится:

- составлять (индивидуально или в группе) план решения проблемы;
- работая по плану, сверять свои действия с целью и, при необходимости, исправлять ошибки самостоятельно;
- в диалоге с учителем совершенствовать самостоятельно выработанные критерии оценки;
- называть трудности, с которыми столкнулся при решении задачи, и предлагать пути их преодоления.

Учащийся получит возможность научиться:

- выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат, выбирать из предложенных и искать самостоятельно средства достижения цели;
- самостоятельно ставить новые учебные цели и задачи;
- самостоятельно строить жизненные планы во временной перспективе;
- при планировании достижения целей самостоятельно и адекватно учитывать условия и средства их

достижения.

Познавательные УУД

Учащийся научится:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- искать и находить обобщённые способы решения задач, в том числе осуществлять развёрнутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.

Учащийся получит возможность научиться:

- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого;
- спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.

Коммуникативные УУД

Учащийся научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за её пределами), подбирать партнёров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т. д.).

Учащийся получит возможность научиться:

- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты освоения элективного курса

Выпускник научится:

- объяснять современные методы исследования биотехнологических свойств и явлений;
- понимать сущность и роль биотехнологии;
- анализировать современное состояние и достижения в области молекулярной биологии, генной инженерии и др. в промышленном производстве.

Выпускник получит возможность научиться:

- организовывать и проводить индивидуальную исследовательскую деятельность по биологии: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов, представлять продукт своих исследований;
- прогнозировать последствия собственных исследований с учётом этических норм и экологических требований;
- анализировать и использовать в решении учебных и исследовательских задач информацию о современных исследованиях в биологии, биотехнологии, медицине и экологии;
- делать выводы о физиологических основах здорового образа жизни и сохранения здоровья.

Формы работы:

- лекции с изучением теоретического материала, составлением алгоритмов, опорных конспектов, схем, презентаций;
- семинары, защита рефератов;
- лабораторные работы и практикумы;
- устные сообщения учащихся с последующей дискуссией.

Формы организации учебного процесса:

- индивидуальные;
- групповые;
- индивидуально-групповые;
- фронтальные;
- практикумы.

Методы обучения:

- **По источнику знаний:** словесные, наглядные, практические.
- **По уровню познавательной активности:** проблемный, частично-поисковый, объяснительно-иллюстративный.
- **По принципу расчленения или соединения знаний:** аналитический, синтетический, сравнительный, обобщающий, классификационный.

Формы контроля:

- устные и письменные тестовые работы;
- итоговая зачётная работа.

Содержание курса

10 класс (34 часа)

Раздел 1. Биотехнология: прошлое и настоящее (9 часов)

История развития биотехнологии от древнейших времён до наших дней. Этапы развития биотехнологии. Вермикультивирование: сущность, преимущества и недостатки. ДНК — главная молекула живой природы, её строение, значение, возможности. РНК. Объекты биотехнологии — биологические системы: прокариоты и эукариоты. Строение бактериальной, растительной и животной клеток. Органоиды клеток и их функции. Изучение дрожжевых клеток, способы размножения. Современные методы биотехнологии: клеточная инженерия (конструирование клеток нового типа) и генная инженерия (конструирование новых сочетаний генов, получение рекомбинантных молекул РНК и ДНК, трансгенные организмы).

Раздел 2. Клеточная инженерия (8 часов)

Культура клеток высших растений. Клональное микроразмножение растений. Вторичный метаболизм растительных культур: эфирные масла, фенольные соединения, алкалоиды, стероиды, терпеноиды. Приспособленность растений к условиям внешней среды. Выделение продуктов вторичного метаболизма. Клонирование позвоночных животных, реконструкция клеток. История появления овцы Долли, принципы клонирования. Антитела и антигены. Моноклональные антитела. Гибридомы. Получение моноклональных антител методами клеточной инженерии: гибридизация и реконструкция клеток. Обобщение по разделам 1 и 2.

Раздел 3. Генная инженерия (11 часов)

Трансформация у бактерий — направленный перенос чужеродной ДНК. Вирусы и бактериофаги. Заболевания, вызванные бактериями и вирусами. Трансдукция — перенос бактериальной ДНК бактериофагом. Общая и специфическая трансдукция. Защитные механизмы бактерий: система CRISPR-Cas, распознавание чужеродной ДНК. Борьба бактерий против вирусной инфекции. Векторы для введения чужеродной информации в клетку. Методы генной инженерии: рестрикция, лигирование, трансформация, скрининг. Регуляция активности генов у прокариот и эукариот. Молекулярное клонирование — «работа» генов в чужеродных клетках. Обобщение по теме «Генная инженерия».

Раздел 4. Биотехнология на службе у людей (6 часов)

Биотехнология в медицине — разработка новых лекарственных препаратов. Новые методы селекции растений. Области применения трансгенных растений. Взгляд оптимиста и скептика на генетически модифицированные продукты питания. Биотехнология и этика: биоэтика, нравственная сторона деятельности человека в биологии и медицине. Пищевые добавки: виды, применение, польза и вред. Защита проектов.

11 класс (34 часа)

Раздел 5. Экологическая биотехнология (9 часов)

Биоремедиация — биологическая очистка окружающей среды от загрязнений. Использование микроорганизмов для разложения нефтепродуктов, тяжёлых металлов, пестицидов. Биологическая переработка отходов: компостирование, анаэробное сбраживание, биогаз. Получение биотоплива: биоэтанол, биодизель, биоводород. Криобанки и сохранение биоразнообразия: замораживание семян, пыльцы, клеток и тканей в жидком азоте. Биосенсоры для мониторинга окружающей среды. Микробное топливное элементное производство энергии. Биоочистка сточных вод: аэробные и анаэробные методы. Обобщение по разделу «Экологическая биотехнология».

Раздел 6. Промышленная биотехнология (8 часов)

Промышленная микробиология: получение органических кислот, витаминов, аминокислот, антибиотиков. Ферментная биотехнология: иммобилизованные ферменты, их применение в промышленности. Биотехнология производства напитков: пивоварение, виноделие, производство кваса. Биотехнология в лёгкой промышленности: кожевенное производство, текстиль, биоотделка тканей. Биопластики и биополимеры — экологически безопасные заменители пластмасс. Био нанотехнологии: применение биологических молекул в нанотехнологиях. Обобщение по разделу «Промышленная биотехнология».

Раздел 7. Медицинская биотехнология (9 часов)

Вакцины нового поколения: рекомбинантные, ДНК-вакцины, мРНК-вакцины. Генная терапия: принципы, методы, перспективы и риски. Стволовые клетки: виды, получение, применение в регенеративной медицине. Персонализированная медицина и фармакогеномика. Биочипы и диагностические системы. Моноклональные антитела в диагностике и терапии. Ксенотрансплантация: перспективы и проблемы. Биотехнология и искусственные органы: биореакторы, 3D-биопечать тканей. Обобщение по разделу «Медицинская биотехнология».

Раздел 8. Биотехнология и общество (4 часа)

Биоэтика и биобезопасность: правовые и этические аспекты современных биотехнологий. Регулирование оборота ГМО в России и мире. Перспективы и вызовы биотехнологии XXI века. Итоговая зачётная работа.

Резерв (4 часа)

Защита исследовательских проектов. Презентация рефератов. Конференция учащихся. Итоговое занятие.

Тематическое планирование. 10 класс

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
Раздел 1. Биотехнология: прошлое и настоящее (9 часов)				
1	Биотехнология, её задачи	1	Этапы развития биотехнологии.	Знать современное определение биотехнологии.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
2	Вермикультивирование. Разные взгляды на одну и ту же проблему	1	Биогумус «Вермик» — перегной, полученный с помощью вермикультивирования — переработки органических отходов красным калифорнийским червём.	Знать, что такое вермикультивирование, его преимущества и недостатки.
3	Самая главная молекула живой природы	1	ДНК, её строение, значение, возможности. РНК.	Знать об открытиях цитологии, генетики, биохимии, молекулярной биологии, способствующих развитию биотехнологии.
4	Объекты (биологические системы) биотехнологии. Прокариоты	1	Объекты биотехнологии — представители живой природы: три надцарства (акариоты, прокариоты, эукариоты) и 5 царств (вирусы, бактерии, грибы, растения, животные).	Знать объекты (биологические системы) биотехнологии.
5	Строение бактериальной, растительной и животной клеток	1	Строение и органоиды клеток.	Знать строение клеток, называть основные органоиды и функции клеток бактерий и растений; пользоваться микроскопом и наблюдать за клетками.
6	Объекты (биологические системы) биотехнологии. Эукариоты	1	Строение и органоиды клеток.	Знать строение клеток, называть основные органоиды и функции клеток эукариот; пользоваться микроскопом и наблюдать за клетками.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
7	Изучение дрожжевых клеток	1	Строение и органоиды клеток.	Знать о способах размножения клеток, уметь работать с микроскопом.
8	Современные методы биотехнологии. Клеточная инженерия	1	Генная и клеточная инженерия — важнейшие методы современной биотехнологии. Методы клеточной инженерии: конструирование клеток нового типа, объединение клеток разных видов.	Знать о методах биотехнологии.
9	Современные методы биотехнологии. Генная инженерия	1	Генно-инженерные методы: конструирование новых сочетаний генов, получение рекомбинантных молекул РНК и ДНК, выделение генов, введение в другие организмы, трансгенные организмы.	Знать о методах биотехнологии.
Раздел 2. Клеточная инженерия (8 часов)				
10	Культура клеток высших растений. Клональное микроразмножение растений	1	Культивируемые клетки высших растений как микрообъекты. Клональное микроразмножение растений.	Знать основные понятия и этапы.
11	Вторичный метаболизм растительных культур	1	Культуры растительных клеток синтезируют эфирные масла, фенольные соединения, алкалоиды, стероиды, терпеноиды и др.	Знать понятие вторичный метаболизм растительных культур.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
12	Приспособленность растений к условиям внешней среды. Выделение продуктов вторичного метаболизма	1	Выделительная активность растений как проявление необходимости обмена веществами и энергией с окружающей средой.	Знать о процессе.
13	Клонирование позвоночных животных. Реконструкция клеток	1	Основные понятия: клонирование, реконструкция клеток.	Знать основные понятия, процессы.
14	История появления на свет овцы Долли	1	Долли — знаменитый клон животного. Патентные права университета Рослина на клонирование организмов.	Знать основные принципы клонирования.
15	Антитела и антигены	1	Моноклональные антитела, продуценты — клетки-гибридомы (В-лимфоцит + опухолевая клетка). Способность к синтезу антител и длительному культивированию.	Знать понятие антитела и антигены, их роль в биотехнологии.
16	Получение моноклональных антител методами клеточной инженерии	1	Основные методы современной клеточной инженерии — гибридизация (фузия) и реконструкция клеток.	Знать о получении и работе моноклональных антител.
17	Обобщающее занятие по темам «Биотехнология: прошлое и настоящее», «Клеточная инженерия»	1	Основные понятия и процессы темы. Объекты биотехнологии; методы клеточной и генной инженерии; явления трансформации и трансдукции.	Знать основные понятия разделов.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
Раздел 3. Генная инженерия (11 часов)				
18	Трансформация у бактерий	1	Трансформация — направленный перенос и встраивание в генетический аппарат клетки фрагмента чужеродной ДНК без участия вирусов.	Знать использование бактерий в биотехнологии и понятие трансформация.
19	Вирусы и бактериофаги	1	Бактерии — настоящие клетки без ядра. Вирусы — примитивная форма жизни на границе живой и неживой природы (ДНК или РНК в белковой оболочке).	Знать основные понятия.
20	Незваные «гости», которые становятся хозяевами положения	1	Заболевания, вызванные бактериями и вирусами.	Знать основные понятия.
21	Трансдукция	1	Трансдукция — процесс переноса бактериальной ДНК из одной клетки в другую бактериофагом. Общая трансдукция для картирования генома и конструирования штаммов.	Знать понятие трансдукция.
22	Бактерии защищаются	1	Распознавание чужеродных ДНК с помощью спейсеров и палиндромных повторов. crРНК, белки Cas, иммунная атака на чужеродную ДНК.	Знать основные способы защиты у бактерий.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
23	Борьба бактерий против вирусной инфекции, или Природный скальпель разрезает ДНК	1	Взаимоотношения вирусов и бактерий.	Знать о способах борьбы бактерий против вирусов.
24	Вектор больших перемен	1	Векторы — носители для введения чужеродной информации в животную клетку. Виды векторов.	Знать, что такое векторы в биотехнологии и каких видов они бывают.
25	Методы генной инженерии	1	Рестрикция, лигирование, трансформация, скрининг.	Знать основные методы генной инженерии.
26	Регуляция активности генов у прокариот и эукариот	1	Полицистронный транскрипт у прокариот, транскрипция со структурных генов оперона.	Знать основные понятия.
27	«Работа» генов в чужеродных клетках	1	Молекулярное клонирование — внесение чужеродного генетического материала в клетку.	Знать молекулярное клонирование.
28	Обобщение по теме «Генная инженерия»	1	Повторение основных понятий.	Знать основные понятия.
Раздел 4. Биотехнология на службе у людей (6 часов)				
29	Биотехнология в медицине	1	Биотехнология облегчает разработку новых лекарственных препаратов: быстродействующих, дешёвых, безопасных, эффективных.	Знать о важнейших достижениях биотехнологии в медицине.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
30	Новые методы селекции растений	1	Биотехнология как производственное направление. Получение продуктов брожения с помощью дрожжей. Получение органических кислот, витаминов и белков.	Знать об использовании методов селекции в биотехнологии.
31	Области применения трансгенных растений	1	Трансгенные растения табака и картофеля, экспрессирующие продукт гена LT-B-субъединицы энтеротоксина E. coli.	Знать основные понятия.
32	Взгляд оптимиста и скептика на генетически модифицированные продукты питания	1	Генетическая инженерия. Микроорганизмы для генной инженерии, практическое значение работ.	Знать о роли генетической инженерии и ГМО.
33	Биотехнология и этика	1	Биоэтика — часть этики, изучающая нравственную сторону деятельности человека в медицине и биологии. Термин предложен В. Р. Поттером в 1969 г.	Знать основные проблемы, решаемые с помощью генетических разработок, и этические аспекты.
34	Пищевые добавки	1	Пищевые добавки — вещества, добавляемые в пищевые продукты в процессе производства, упаковки, транспортировки или хранения для придания желаемых свойств.	Знать, что такое пищевые добавки, какие они бывают, где используются, какую пользу или вред несут здоровью.
	Итого	34		

5. Тематическое планирование. 11 класс

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
Раздел 5. Экологическая биотехнология (9 часов)				
1	Биоремедиация — биологическая очистка окружающей среды	1	Биоремедиация — использование живых организмов для удаления загрязнений из окружающей среды. Виды загрязнений и биологические методы их устранения.	Знать понятие биоремедиации, основные подходы и методы.
2	Использование микроорганизмов для разложения нефтепродуктов и поллютантов	1	Нефтеоокисляющие бактерии, разложение тяжёлых металлов, пестицидов, ПАВ. Биodeградация ксенобиотиков.	Знать о роли микроорганизмов в очистке окружающей среды от загрязнений.
3	Биологическая переработка отходов: компостирование и анаэробное сбраживание	1	Компостирование органических отходов. Анаэробное сбраживание, биогазовые установки. Метановое брожение.	Знать методы биологической переработки отходов и их значение.
4	Получение биотоплива: биоэтанол, биодизель, биоводород	1	Биоэтанол из крахмалсодержащего и целлюлозного сырья. Биодизель из растительных масел. Биоводород — фотобиологическое производство.	Знать виды биотоплива и биотехнологические способы их получения.
5	Криобанки и сохранение биоразнообразия	1	Криоконсервация семян, пыльцы, клеток и тканей в жидком азоте. Банки генов. Сохранение редких и исчезающих видов.	Знать принципы криоконсервации и значение криобанков для сохранения биоразнообразия.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
6	Биосенсоры для экологического мониторинга	1	Биосенсоры — аналитические устройства на основе биологических компонентов. Применение для контроля качества воды, воздуха, почвы.	Знать принципы работы биосенсоров и их применение в экологическом мониторинге.
7	Биоочистка сточных вод: аэробные и анаэробные методы	1	Биологические фильтры, активный ил, аэротенки. Метантенки. Очистка промышленных и бытовых стоков.	Знать методы биоочистки сточных вод и их технологические особенности.
8	Фиторемедиация — использование растений для очистки среды	1	Фиторемедиация: гипераккумуляторы тяжёлых металлов, ризофилтрация, фитодеградация.	Знать понятие фиторемедиации и её основные методы.
9	Обобщение по разделу «Экологическая биотехнология»	1	Повторение основных понятий: биоремедиация, биodeградация, криоконсервация, биосенсоры, фиторемедиация.	Знать основные понятия раздела.
Раздел 6. Промышленная биотехнология (8 часов)				
10	Промышленная микробиология: получение органических кислот, витаминов, аминокислот	1	Получение лимонной, молочной, уксусной кислот. Производство витаминов (B12, C) и аминокислот (лизин, глутамат) микробиологическим синтезом.	Знать основные продукты промышленной микробиологии и способы их получения.
11	Производство антибиотиков биотехнологическими методами	1	Антибиотики: пенициллин, стрептомицин и др. Промышленное получение с	Знать принципы производства антибиотиков и их роль в медицине.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
			помощью микроорганизмов-продуцентов.	
12	Ферментная биотехнология: иммобилизованные ферменты	1	Иммобилизация ферментов на носителях. Применение в промышленности: производство сиропов, лактозы, стероидов.	Знать принципы иммобилизации ферментов и их промышленное применение.
13	Биотехнология производства напитков	1	Пивоварение, виноделие, производство кваса. Роль дрожжей и молочнокислых бактерий.	Знать биологические основы производства напитков брожения.
14	Биотехнология в лёгкой промышленности	1	Кожевенное производство (ферментативная обработка шкур), текстиль (биоотделка, биоотварка), ферментативная обработка хлопка.	Знать применение биотехнологий в лёгкой промышленности.
15	Биопластики и биополимеры	1	Полилактид (PLA), полигидроксикапроаты (ПГА). Биоразлагаемые материалы как заменители пластмасс.	Знать виды биопластиков, их производство и экологическое значение.
16	Бионанотехнологии	1	Использование биологических молекул (ДНК, белки) в нанотехнологии. ДНК-оригами, наночастицы на основе биоматериалов.	Знать основные направления бионанотехнологии.
17	Обобщение по разделу «Промышленная биотехнология»	1	Повторение основных понятий: промышленная микробиология, иммобилизованные ферменты, биопластики, бионанотехнологии.	Знать основные понятия раздела.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
Раздел 7. Медицинская биотехнология (9 часов)				
18	Вакцины нового поколения	1	Рекомбинантные вакцины, ДНК-вакцины, мРНК-вакцины. Принципы создания и применения.	Знать типы современных вакцин и принципы их создания.
19	Генная терапия: принципы, методы, перспективы	1	Генная терапия — введение функциональных генов для лечения наследственных заболеваний. Векторные системы доставки. Риски и ограничения.	Знать принципы генной терапии и её перспективы.
20	Стволовые клетки в регенеративной медицине	1	Виды стволовых клеток: эмбриональные, взрослые, индуцированные плюрипотентные (iPS). Получение и применение.	Знать виды стволовых клеток и их применение в медицине.
21	Персонализированная медицина и фармакогеномика	1	Индивидуальный подбор терапии на основе генетического профиля. Фармакогеномика — влияние генетических вариаций на реакцию на лекарства.	Знать понятие персонализированной медицины и фармакогеномики.
22	Биочипы и диагностические системы	1	Биочипы (микрочипы ДНК, белковые чипы). Диагностика заболеваний, идентификация патогенов.	Знать принципы работы биочипов и их применение в диагностике.
23	Моноклональные антитела в диагностике и терапии	1	Применение моноклональных антител в диагностике (ИФА, иммунохроматография) и терапии	Знать применение моноклональных антител в медицине.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
			(онкология, аутоиммунные заболевания).	
24	Ксенотрансплантация: перспективы и проблемы	1	Пересадка органов от животных человеку. Свиньи как доноры. Проблемы отторжения, инфекционные риски, этические вопросы.	Знать понятие ксенотрансплантации, её перспективы и проблемы.
25	Биотехнология и искусственные органы: 3D-био печать	1	Биореакторы для выращивания тканей. 3D-био печать органов и тканей. Перспективы создания искусственных органов.	Знать о современных технологиях создания искусственных органов.
26	Обобщение по разделу «Медицинская биотехнология»	1	Повторение основных понятий: вакцины, генная терапия, стволовые клетки, фармакогеномика, биочипы, ксенотрансплантация, 3D-био печать.	Знать основные понятия раздела.
Раздел 8. Биотехнология и общество (4 часа)				
27	Биоэтика и биобезопасность	1	Правовые и этические аспекты современных биотехнологий. Конвенции и международные соглашения. Регулирование исследований в области генной инженерии и клонирования.	Знать основные принципы биоэтики и биобезопасности.
28	Регулирование оборота ГМО в России и мире	1	Законодательство РФ о ГМО. Маркировка ГМО-продуктов. Международный опыт регулирования.	Знать правовые основы оборота ГМО в России и за рубежом.

№ урока	Раздел программы. Тема урока	Кол-во часов	Элементы содержания. Основные понятия	Требования к уровню знаний учащихся
29	Перспективы и вызовы биотехнологии XXI века	1	Синтетическая биология, биовычисления, биотехнология и искусственный интеллект. Глобальные проблемы и роль биотехнологии в их решении.	Знать о современных направлениях развития биотехнологии.
30	Итоговая зачётная работа	1	Контроль знаний по всему курсу.	Демонстрировать знания основных понятий и методов биотехнологии.
Резерв (4 часа)				
31	Защита исследовательских проектов	1	Работа над индивидуальными и групповыми проектами.	Уметь представлять результаты исследования.
32	Презентация рефератов	1	Устные сообщения с последующей дискуссией.	Уметь презентовать и обсуждать результаты работы.
33	Конференция учащихся	1	Итоговая конференция с защитой лучших работ.	Уметь аргументированно отстаивать свою точку зрения.
34	Итоговое занятие	1	Подведение итогов курса. Рефлексия.	Демонстрировать целостное представление о биотехнологии.
	Итого	34		

Описание учебно-методического и материально-технического обеспечения

Литература для учителя:

1. Биотехнология: учебное пособие для вузов / под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. — М.: Высшая школа, 2017.
2. Елисов Н. Н. Введение в биотехнологию. — М.: Academia, 2019.
3. Стенюгин А. А. Биотехнология. Краткий курс лекций. — М.: КноРус, 2020.

Литература для учащихся:

1. Каменский А. А. Общая биология. 10–11 классы. — М.: Дрофа, 2021.
2. Пасечник В. В. Биология. 10–11 классы. — М.: Просвещение, 2021.
3. Захаров В. Б. Биология. Общая биология. 10–11 классы. — М.: Дрофа, 2020.

Материально-техническое обеспечение:

- микроскопы школьные;
- готовые микропрепараты клеток бактерий, растений, животных, дрожжей;
- лабораторная посуда (пробирки, чашки Петри, колбы);
- реактивы для лабораторных работ;
- мультимедийный проектор, компьютер, интерактивная доска;
- презентации и видеоматериалы по темам курса;
- доступ к интернет-ресурсам для самостоятельной исследовательской работы.