Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Державинский лицей



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебного курса
«Основы биотехнологии»
для 10-11 классов, год набора: 2026 гг.
уровень образования: среднее общее
профиль обучения: естественнонаучный

Тамбов, 2026 г.

Разработчики:



_____ / Рыкова Т.Н., учитель Державинского лицея ТГУ имени Г.Р.Державина



_____ Ярыгина М.П., учитель Державинского лицея ТГУ им. Г.Р.Державина

Рабочая программа учебного курса «Основы биотехнологии» рассмотрена и одобрена на заседании профильного педагогического объединения Державинского лицея от 04 марта 2026 г., протокол № 5.

Рабочая программа учебного курса «Основы биотехнологии» утверждена на заседании Ученого совета Державинского лицея от 30 марта 2026 г., протокол №14.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1	**Пояснительная записка**, в том числе:	
	основы разработки рабочей программы учебного курса	**4**
	общая характеристика учебного курса	**6**
	место учебного курса в учебном плане основной образовательной программы среднего общего образования (далее - ООП СОО)	**7**
2	**Планируемые результаты освоения учебного курса**	**8**
3	**Содержание учебного курса**	**10**
4	**Тематическое планирование учебного курса**	**12**
5	**Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации учебного курса**	**16**
6	**Приложения**	**19**
7	**Приложение 1.** Оценочные материалы	
8	**Приложение2.** Календарно-тематическое планирование учебного курса	**28**
9	**Приложение 3 Лист внесения изменений**	**38**

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Успехи мировой биотехнологии весьма значительны. В России она становится приоритетной в программе научно-технического прогресса. В недалеком будущем методы клеточной и генной инженерии станут обыденными в создании живых систем с заданными параметрами. В настоящее время достижения биотехнологии вызывают большой интерес в обществе. Для развития личности школьника третьего тысячелетия необходимо обеспечить его современными знаниями основ наук, новейшими методами познания закономерностей развития природы и общества, способствующими его ориентации в различных сферах деятельности. Современное обучение школьников невозможно без ознакомления с приоритетными направлениями биологических наук, их интеграцией с другими перспективными смежными областями.

В основу программы учебного курса «Основы биотехнологии» положено содержание школьных учебников по общей биологии для средних общеобразовательных учреждений и ныне действующие стандарты базисного и профильного обучения биологии.

Содержание материала учебного курса расширено историческими данными об открытиях, способствующих развитию биотехнологии, сведениями о методах клеточной и генной инженерии, актуальных научных основах современной биотехнологии, ценными в образовательном, воспитательном и развивающем отношении. Большое внимание в программе уделено изучению способов получения клонированных и трансгенных организмов, дальнейших перспектив развития генной инженерии, возможных последствий преобразования различных организмов на генетическом уровне для людей. Современная биотехнология располагает методами изменения генома человека. В связи с этим большое внимание в программе уделено морально-этическим проблемам развития науки, а также вопросам сохранения биоразнообразия, устойчивого развития биосферы, сохранения здоровья людей.

Материал программы обеспечивает учащихся знаниями практического использования биотехнологических методов и исследований, сведения о которых, возможно, помогут учащимся выбрать будущую профессию.

Нормативные, концептуальные и иные основы для разработки рабочей программы учебного курса:

1. Федеральный закон РФ от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Приказ Минобразования РФ от 17.05.2012 №413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования»;
3. Приказ Минпросвещения России от 18.05.2023 №371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования»;
4. Приказ Минпросвещения РФ от 15.03.2021 №115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам - образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования»;
5. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 26.06.2025 № 495 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, и установлении предельного срока использования исключенных учебников и разработанных в комплекте с ними учебных пособий»;
6. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 23.07.2025 № 551 «Об утверждении федерального перечня электронных образовательных ресурсов, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию

образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования»;

7. Постановление Главного государственного санитарного врача от 28.09.20 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

8. Концепция преподавания учебного предмета «Биология» в общеобразовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы, одобренная решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол от 29 апреля 2022 № 2/22.

9. Устав, иные локальные акты ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина».

<table>
<tr><th colspan="2">Общая характеристика учебного курса</th></tr>
<tr><td>Цели и задачи изучения учебного курса</td><td>Цель — сформировать у учащихся представление о биотехнологии, ее современном статусе и этапах развития, основных направлениях – клеточной и генной инженерии, показать области применения генномодифицированных организмов и продуктов их жизнедеятельности, раскрыть роль биотехнологии как приоритетного направления в научно-техническом прогрессе, познакомить с этическими проблемами, возникающими при развитии науки.
Задачи:
расширить и углубить знания о нуклеиновых кислотах, природе гена, вирусах, прокариотах и эукариотах, половом процессе у бактерий, иммунитете, закономерностях наследственности и изменчивости, регуляции активности генов и т. д.;
сформировать знания о современных методах конструирования клеток и генетических программ организмов. Ознакомить с примерами получения клонированных и трансгенных организмов, областями их применения;
развить познавательные интересы при изучении достижений биотехнологии за последние десятилетия (получение антител для лечения и диагностики инфекционных и наследственных заболеваний, создание поли- и субъединичных вакцин, изобретение новых лекарственных препаратов, установление степени родства людей, получение новейших сортов растений с нехарактерными для них свойствами и т. д.);
расширить кругозор через работу с дополнительной литературой;
развить общеучебные и интеллектуальные умения: сравнивать и сопоставлять биотехнологические объекты, методы биотехнологии, анализировать полученные результаты научных исследований ученых в микробиологии, молекулярной биологии, биохимии, генетике, выявлять причинно-следственные связи при изучении методов биотехнологии, биологических явлений: трансформации, трансдукции и др., обобщать факты, делать выводы;воспитать на примере открытий в биотехнологии убежденность в познаваемости природы, действии единых закономерностей для материального мира;
воспитать бережное отношения своему здоровью, культуру питания при отборе традиционных и генномодифицированных продуктов питания; культуру уважения чужого мнения и агрументированное отстаивание своих убеждений при участии в дискуссиях.</td></tr>
<tr><td>Межпредметные связи</td><td><table><tr><td>Предмет (название темы)</td><td>Биологическое</td></tr></table></td></tr>
</table>

		содержание
	Математика (решение квадратных уравнений)	Генная инженерия
	Химия (теория химического строения органических соединений)	Клеточная инженерия

Место учебного курса в учебном плане ООП СОО

Учебный курс «Основы биотехнологии» в учебном плане ООП СОО является учебным курсом по выбору для обучающихся.

Объем учебного курса и распределение его по годам (классам) обучения		
Год обучения/класс	Общее количество часов	Недельная нагрузка в часах
1год/10 класс	68	2
2 год/11 класс	34	1

Оценка результатов освоения ООП СОО по учебному курсу «Основы биотехнологии» проводится в соответствии с пунктом «Система оценки достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования» целевого раздела ООП СОО и «Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основной образовательной программе среднего общего образования в ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина».

Формы контроля и оценки знаний и умений в рамках промежуточной аттестации определяются учебным планом ООП СОО.

Демонстрационные варианты контрольно-измерительных и оценочных материалов приведены в приложении 1 к данной программе.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА

Образовательные результаты, в т.ч. с учетом рабочей программы воспитания	Планируемые результаты	Раздел(ы)/ глава(ы) и/или тема(ы) учебного курса
Личностные	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; чувства гордости за российскую биологическую науку, гуманизма, целеустремленности; 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.	Основы биотехнологии как науки. Клеточная инженерия. Генная инженерия. Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности.
Метапредметные	составлять (индивидуально или в группе) план решения проблемы; работая по плану, сверять свои действия с целью и, при необходимости, исправлять ошибки самостоятельно; выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат, выбирать из предложенных и искать самостоятельно средства достижения цели; самостоятельно ставить новые учебные цели и задачи; при планировании достижения целей самостоятельно и адекватно учитывать условия и средства их достижения; критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;	Основы биотехнологии как науки. Клеточная инженерия. Генная инженерия. Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности.

	искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи; 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 курса и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия; при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.); координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия; развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;	
Предметные	10 класс/ 1 год обучения	
	современное определение биотехнологии; этапы развития биотехнологии; основные открытия в области цитологии, генетики, биохимии, молекулярной биологии, способствующие развитию биотехнологии; объекты биотехнологии;	Основы биотехнологии как науки. Клеточная инженерия.
Предметные	11 класс/ 2 год обучения	
	методы клеточной и генной инженерии; явления трансформации и трансдукции как пути естественного изменения генотипов микроорганизмов; пути и возможности целенаправленного изменения человеком; генотипов организмов для использования в своих целях; биологию клонированных и трансгенных организмов;	Генная инженерия. Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности.

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Название разделов(а)/глав (ы) и/или тем(ы) учебного курса	Краткое содержание программы разделов(а)/ глав(ы) и/или тем(ы) учебного курса
Основы биотехнологии как науки	Определение понятия биотехнология. История и задачи биотехнологии. Объекты (биологические системы и биомолекулы) биотехнологии. Прокариоты. Строение бактериальной, растительной и животной клеток. Эукариоты. Изучение дрожжевых клеток. Методы клеточной и генной инженерии. Технология in vitro. Клеточные культуры. Объединение возможностей биологических наук (генетики, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии) и техники. Направления биотехнологии. Биотехнолог: требования к профессии. Профессиограмма. Особенности профессии биотехнолога.Типы отраслей, функциональные обязанности и места работы биотехнолога
Клеточная инженерия	Определение понятия клеточная инженерия. Основные методы клеточной инженерии.Клеточные культуры. Пересев. Клеточная линия. Изучение и отработка правил отбора и посева клеток. Питательные среды. Классификация питательных сред. Этапы приготовления питательных сред. Изучение видов стерилизации питательных сред. Преимущества клеточных культур как модельных объектов. Основные области использования клеточных культур. Направления культивирования животных клеток: монослойная культура, суспензионная культура. Предел Хейфлика. Иммортализованная культура. Культуры органов и тканей. Тотипотентность. Каллус. Цитокины. Ауксины. Эксплант. Особенности промышленного культивирования растительных клеток. Культивирование суспензии клеток растений. Фазы роста клеточных популяций. Гибридизация как метод клеточной инженерии. Соматическая гибридизация. Гетерокарион. Протопласт. Детерминантная группа антигена. Поликлональные антитела. Моноклональные антитела. Гибридома. Изучение основных областей применения моноклональных антител. Этапы получения гибридом. Селективные питательные среды. Современные методы получения моноклональных антител. Технология фагового дисплея. Методы реконструкции жизнеспособных клеток. Эмбриоинженерия. Микрохирургические манипуляции на уровне клеток. Рассмотрение особенностей трансплантации эмбрионов. Характеристики микробиологической оценки качества эмбрионов. Химерные организмы. Определение понятия химерного организма. Клонирование организмов. Трансплантация ядра соматической клетки. История клонирования организмов. Способы трансплантации ядер. Энуклеация клетки. Цитопласт. Кариопласт. Электрослияние. История и особенности клонирования животных. Клональное микроразмножение растений. Преимущества метода клонирования организмов.
Генная инженерия	Генетическая инженерия. Молекулярное клонирование. Трансге-

	нез. Трансгенные организмы. Генно-модифицированные организмы (ГМО). Методы генной инженерии. Плазмида. Метод рекомбинантных плазмид. Генетический вектор. Стадии генно-инженерного эксперимента. Трансформация клеток растений. Понятие трансформации. Метод биологической баллистики. Трансфекция. Трансдукция. Технология in vivo. Особенности метода геномного редактирования. Генетически модифицированные растения. Направления выращивания трансгенных растений. Генетически модифицированные животные: цель и методы получения. Генетически модифицированные микроорганизмы. Промышленная микробиология. Ферментация. Ферментёр(биореактор). Культурная среда. Посев материала(инокулят). Принцип масштабирования. Аэрация. Получение первичных и вторичных метаболитов. Первичные метаболиты. Вторичные метаболиты. Опасения, связанные с использованием генно-модифицированных организмов. опровержение заблуждений, связанных с ГМО. Применение достижений генной инженерии в медицине. Симптоматическая терапия. Генная терапия. Варианты генной терапии: in vivo и ex vivo. Генно-терапевтические препараты: примеры, причины высокой стоимости и низкой доступности. Промышленный синтез белков. Рекомбинантные микроорганизмы
Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности	Клональное микроразмножение. Применение в растениеводстве. Тотитатентность. Преимущества и недостатки метода микроклонального размножения. Технология и способы клонального микроразмножения растений. Оздоровление растений. Способы оздоровления растений. Метод культуры апикальных меристем. Хемотерапия. Биотехнологические методы в селекции растений. Основные селекционные задачи, решаемые с помощью методов биотехнологии. Понятие инженерная энзимология. Источники ферментов. Иммобилизованные ферменты. Преимущества иммобилизованных ферментов в сравнении со свободными молекулами. Применение иммобилизованных ферментов в медицине, в производстве антибиотиков и аминокислот. Введение в пищевую микробиологию. Хлебопечение. Виноделие и пивоварение. Определение понятия пищевой микробиологии. История пищевой микробиологии, её задачи, основные направления. Сравнение органолептических показателей качества продуктов питания и требований ГОСТ.Биохимические способы получения спиртов, соков.Виды молочнокислого брожения: гомоферментативное и гетероферментативное. Процесы молочнокислого брожения. Введение в биотехнологическую энергетику. Биотехнологическая энергетика - область биотехнологии, связанная с эффективным использованием энергии, запасенной при фотосинтезе биомассой. Виды трансформации энергии. Способы повышение нефтеотдачи. Введение в биогидрометаллургию. Определение понятия биогидрометаллургии. История биогидрометаллургии. Микроорганизмы важные в биогидрометаллургии. Процессы окисления железа и серы. Выщелачивание цинка. Кучное и подземное выщелачивание меди. Введение в экологическую биотехнологию. Интенсивная и экстенсивная очистку сточных вод. Пути очистки жидких стоков промышленных предприятий и

	способы переработки твердых отходов. Процессы биодеградации сложных смесей углеводородов и их производных в средах, загрязненных нефтью.

4. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

№	Раздел / глава / тема учебного курса	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
10 класс (68 часов)				
1.	**Основы биотехнологии как науки**	34	объяснять причины дифференциации клеток на генном уровне, влияние вирусов, бактериофагов, плазмид на естественное изменение наследственных свойств клеток, векторных систем на целенаправленное изменение генома организмов, питательных сред на развитие посадочного материала при клональном размножении, роль достижений биотехнологии для научно технического прогресса;	Электронный образовательный ресурс "Я сдам ЕГЭ. Среднее общее образование. Учебный модуль по решению трудных заданий по учебному курсу "Биология". 10-11 классы", АО Издательство "Просвещение";
	Тема 1. Биотехнология, ее задачи.	2		
	Тема 2. Вермикулирование.	2		
	Тема 3. Объекты (биологические системы) биотехнологии.	2		
	Тема 4. Прокариоты. Строение бактериальной, растительной и животной клеток.	2		
	Тема 5. Объекты (биологические системы) биотехнологии.	2		
	Тема 6. Объекты (биологические системы) биотехнологии.	2		
	Тема 7. Методы биотехнологии	2		
	Тема 8. Методы биотехнологии	2		
	Тема 9. .Основные направления биотехнологии	4		
	Тема 10. Эукариоты	2		
	Тема 11. Изучение дрожжевых клеток	4		
	Тема 12. Изучение дрожжевых клеток	2		
	Тема 13. Биотехнолог: требования к профессии	2		
	Тема 14.Сферы использования биотехнологических знаний	3		
	Тема 15. Контрольная работа «Биотехнология как наука»	1		
2.	**Клеточная инженерия**	34	сравнивать объекты биотехнологии, методы	Электронный образовательный
	Тема 16. Клеточная	2		

	инженерия: основные понятия		клеточной и генной инженерии, явления трансформации и трансдукции, дифференциации и дедифференциации, методы традиционной селекции с биотехнологическими методами создания штаммов, сортов и пород;	ресурс "Я сдам ЕГЭ. Среднее общее образование. Учебный модуль по решению трудных заданий по учебному курсу "Биология". 10-11 классы", АО Издательство "Просвещение";
	Тема 17. Клеточные культуры	2		
	Тема 18. Питательные среды	2		
	Тема 19. Клеточная культура как инструмент научного исследования	1		
	Тема 20. Особенности культивирования животных клеток.	2		
	Тема 21. Культивирование опухолевых клеток. Культуры органов и тканей	1		
	Тема 22. Культивирование растительных клеток. Культура каллусных тканей	1		
	Тема 23. Особенности промышленного культивирования растительных клеток	2		
	Тема 24. Гибридизация как метод клеточной инженерии. Гибридизация соматических клеток	2		
	Тема 25. Получение моноклональных антител методом гибридизации клеток.	2		
	Тема 26. Гибридомная технология получения моноклональных антител	2		
	Тема 27. Прикладные аспекты клеточной и эмбриогенетической инженерии	1		
	Тема 28. Особенности трансплантации и микробиологической оценки качества эмбрионов.	2		
	Тема 29. Химерные организмы	2		
	Тема 30.Клонирование организмов.	1		
	Тема 31. .Способы трансплантации ядер	2		
	Тема 32. Овца Долли и другие клонированные животные.	2		
3.	Тема 33. Тестирование по	1		

	итогам года.			
4.	Тема 34. Обобщающий урок	4		
11 класс (34 часа)				
1.	**Генная инженерия**	**14**	устанавливать взаимосвязи между генотипом и свойством организма, субстратом и активностью генов в клетках прокариот, свойством тотипотентности и развитием целого растения из одной клетки; описывать этапы микроклонального размножения растений, клонирования беспозвоночных и позвоночных животных, получение моноклональных антител, создание векторов; сравнивать объекты биотехнологии, методы клеточной и генной инженерии, явления трансформации и трансдукции, дифференциации и дедифференциации, методы традиционной селекции с биотехнологическими методами создания штаммов, сортов и пород;	Электронный образовательный ресурс "Я сдам ЕГЭ. Среднее общее образование. Учебный модуль по решению трудных заданий по учебному курсу "Биология". 10-11 классы", АО Издательство "Просвещение";
	Тема 35. Генная инженерия как направление биотехнологии	1		
	Тема 36. Методы генной инженерии. Метод рекомбинантных плазмид	1		
	Тема 37. Трансформация клеток растений	1		
	Тема 38. Метод биологической баллистики. Трансфекция. Геномное редактирование	1		
	Тема 39. Генетически модифицированные растения и их использование человеком	1		
	Тема 40. Генетически модифицированные животные и их использование человеком	1		
	Тема 41. Генетически модифицированные микроорганизмы	1		
	Тема 42. Получение первичных и вторичных метаболитов	1		
	Тема 43. Опасения, связанные с использованием генномодифицированных организмов	1		
	Тема 44. Применение достижений генной инженерии в медицине. Генная терапия	1		
	Тема 45. Варианты генной терапии	1		
	Тема 46. Генно-терапевтические препараты	1		
	Тема 47. Промышленный синтез белков	1		
	Тема 48. Контрольная работа «Генная инженерия»	1		
2.	**Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности**	**20**	устанавливать взаимосвязи между генотипом и свойством организма, субстратом и	Электронный образовательный ресурс "Я сдам ЕГЭ. Среднее общее образование.
	Тема 49. Клональное микроразмножение.	1		

	Применение в растениеводстве		активностью генов в клетках прокариот, свойством тотипотентности и развитием целого растения из одной клетки; описывать этапы микроклонального размножения растений, клонирования беспозвоночных и позвоночных животных, получение моноклональных антител, создание векторов; сравнивать объекты биотехнологии, методы клеточной и генной инженерии, явления трансформации и трансдукции, дифференциации и дедифференциации, методы традиционной селекции с биотехнологическими методами создания штаммов, сортов и пород;	Учебный модуль по решению трудных заданий по учебному курсу "Биология". 10-11 классы", АО Издательство "Просвещение";
	Тема 50. Технология и некоторые способы клонального микроразмножения.	1		
	Тема 51. Оздоровление растений. Селекция растений	1		
	Тема 52. Понятие «Инженерная энзимология». Источники ферментов. Иммобилизованные ферменты.	1		
	Тема 53. Инвертаза (сахараза). Лактаза. Применение иммобилизованных ферментов в медицине, в производстве антибиотиков и аминокислот	1		
	Тема 54. Введение в пищевую микробиологию. Хлебопечение. Виноделие и пивоварение.	1		
	Тема 55. Оценка качества хлебобулочных изделий	1		
	Тема 56. Получение спирта. Получение соков.	1		
	Тема 57. Молочнокислое брожение.	1		
	Тема 58. Органолептическая оценка качества молочнокислых продуктов	1		
	Тема 59. Введение в биотехнологическую энергетику	1		
	Тема 60. Повышение нефтеотдачи	1		
	Тема 61. Введение в биогидрометаллургию. История биогидрометаллургии	1		
	Тема 62. Микроорганизмы важные в биогидрометаллургии. Окисление железа и серы	1		
	Тема 63. Выщелачивание цинка. Кучное и подземное выщелачивание меди.	1		
	Тема 64. Интенсивная	1		

	очистка сточных вод. Экстенсивная очистка сточных вод			
	Тема 65. Очистка жидких стоков промышленных предприятий. Переработка твердых отходов	1		
	Тема 66. Биодеградация нефтяных загрязнений.	1		
	Тема 67. Контрольная работа «Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности»	1		
	Обобщающее занятие по теме: «Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности»	1		

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИУЧЕБНОГО КУРСА

5.1. Основная учебная литература*(для педагога/для обучающихся)*

5.1.1. Биология: 10-й класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень / [В. В. Пасечник, А. А. Каменский, А. М. Рубцов и др.]; под редакцией В. В. Пасечника / АО «Издательство Просвещение». 2023.

5.1.2. Биология: 11-й класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень / [В. В. Пасечник, А. А. Каменский, А. М. Рубцов и др.]; под редакцией В. В. Пасечника / АО «Издательство Просвещение», 2024.

5.2. Дополнительная учебная литература (*для педагогов/ ля обучающихся)*

5.2.1.Воробьев А.А., Кривошеин Ю.С., Широбоков В.П. Медицинская и санитарная микробиология: учебник для студентов вузов. – М.: Академия, 2003.

5.2.2. Аила Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Т. 1-3. М.: Мир, 1987.

5.2.3. Воронцов Н.Н., Сухорукова Л.Н. Эволюция органического мира. Факультативный курс: учебное пособие для 10-11 кл. средней школы. М.: Наука, 1996.

5.2.4. Гин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Т. 1-3. М.: Мир, 1990.

5.2.5. Кемп П., Арме К. Введение в биологию. М.: Мир, 1988.

5.2.6. Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1989.

5.2.7. Мамонтов С.Г., Захаров В.Б., Сонин Н.И. Биология. Общие закономерности. 9 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. М.: Дрофа, 2005.

5.2.8. Биотехнология: 10-11-е классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций: [издание в pdf-формате] / Н.В. Горбенко. - 3-4 изд. - Москва: просвещение, 2021. - 144 с. - (Профильная школа).

5.2.9. Основы биотехнологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 381 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14072-9. — Текст : электронный // Образовательная

платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/519560 (дата обращения: 02.03.2023).

: 02.03.2023).

5.3. Учебно-методическая литература

5.3.1. Биотехнология: 10-11-е классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций: [издание в pdf-формате] / Н.В. Горбенко. - 3-4 изд. - Москва: просвещение, 2021. - 144 с. - (Профильная школа).

5.3.2. Основы биотехнологии: 10-11 классы: учебное пособие// Библиотека элективных курсов/ Е.А.Никишова – М.: Вентана-Граф, 2009

5.3.3. Шапиро Я.С. Микробиология: 10-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я.С.Шапиро. – М.: Вентана-Граф, 2008.

5.4. Перечень рекомендуемых технических средств обучения, в том числе тренажеров

5.4.1. Интерактивная доска/ экран.

5.4.2. Компьютер/ноутбук.

5.4.3. Мультимедиапроектор.

5.5. Перечень рекомендуемых электронных (цифровых)-образовательных ресурсов

5.5.1. Электронный образовательный ресурс «Я сдач ЕГЭ. Среднее общее образование. Учебный модуль по решению трудных заданий по учебному предмету «Биология». 10-11 классы», АО «Издательство 10- 11 АО Издательство «Просвещение» https://digital.prosv.ru/ 5 «Просвещение» https://digital.prosv.ru/

5.5.2. Электронный образовательный ресурс «Домашние задания. Среднее общее образование. Биология», 10-11 класс, АО «Издательство «Просвещение» https://digital.prosv.ru/

5.5.3. Тренажер «Облако знаний». Биология. 11 класс, ООО «Физикон Лаб» https://physicon.ru/eor-list/6-biologija

5.5.4. Электронный образовательный ресурс «Биология» 10 класс ФГАОУ «Академия Минпросвещения» https://lesson.edu.ru/06/10

5.5.5. Электронный образовательный ресурс «Биология» 11 класс ФГАОУ «Академия Минпросвещения» https://lesson.edu.ru/06/10

5.6. Материально-технические средства и оборудования для обучения

5.6.1 Парты двухместные
5.6.2 Стулья ученические
5.6.3 Стол учительский
5.6.4 Стул учительский
5.6.5 Доска аудиторная настенная
5.6.6 Проекционный экран
5.6.7 Шкаф для документов
5.6.8 Ноутбук
5.6.9 Мультимедийный проектор
5.6.10 Цифровой микроскоп бинокулярный
5.6.11 Цифровая видеокамера для работы с оптическими приборами цифрования

5.6.12 Спиртовка лабораторная
5.6.13 Воронка лабораторная
5.6.14 Колба коническая/круглодонная
5.6.15 Пробирка
5.6.16 Стакан
5.6.17 Комплект микропрепаратов по анатомии, ботанике, зоологии, общей биологии
5.6.18 Комплект предметных и покровных стекол
5.6.19 Набор чашек Петри
5.6.20 Лупа препаровальная
5.6.21 Танометр
5.6.22 Секундомер
5.6.23 3%-ый раствор пероксида водорода
5.6.24 Раствор йода
5.6.25 Глицерин

6. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 к рабочей программе

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости обучающихся

Текущий контроль осуществляется в ходе:

- решение кейс-заданий;
- тестирования;
- контрольной работы.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Шкала оценивания

Оценка	**отлично**	**хорошо**	**удовлетворительно**	**неудовлетворительно**
Количество правильных ответов в тесте	90 – 100%	70 - 89%	50 – 69%	Менее 50%
Решение кейс-заданий	кейс–задание выполнено полностью, в рамках регламента, установленного на публичную презентацию, студент(ы) приводит (подготовили) полную четкую аргументацию выбранного решения на основе качественно сделанного анализа. Демонстрируются хорошие теоретические знания, имеется собственная	кейс–задание выполнено полностью, но в рамках установленного на выступление регламента, студент(ы) не приводит (не подготовили) полную четкую аргументацию выбранного решения. Имеет место излишнее теоретизирование, или наоборот, теоретическое обоснование ограничено, имеется собственная точка зрения на проблемы, но не	кейс–задание выполнено более чем на 2/3, но в рамках установленного на выступление регламента, студент(ы) расплывчато раскрывает решение, не может четко аргументировать сделанный выбор, показывает явный недостаток теоретических знаний. Выводы слабые, свидетельствуют о недостаточном	кейс-задание не выполнено, или выполнено менее чем на треть. Отсутствует детализация при анализе кейса, изложение устное или письменное не структурировано. Если решение и обозначено в выступлении или отчете-презентации, то оно не является решением проблемы, которая заложена в

	обоснованная точка зрения на проблему(ы) и причины ее (их) возникновения. В случае ряда выявленных проблем четко определяет их иерархию. При устной презентации уверенно и быстро отвечает на заданные вопросы, выступление сопровождается приемами визуализации. В случае письменного отчета-презентации по выполнению кейс-задания сделан структурированный и детализированный анализ кейса, представлены возможные варианты решения (3-5), четко и аргументировано обоснован окончательный выбор одного из альтернативных решений.	все причины ее возникновения установлены. При устной презентации на дополнительные вопросы выступающий отвечает с некоторым затруднением, 14 подготовленная устная презентации выполненного кейс-задания не очень структурирована. При письменном отчете-презентации по выполнению кейсзадания сделан не полный анализ кейса, без учета ряда фактов, выявлены не все возможные проблемы, для решения могла быть выбрана второстепенная, а не главная проблема, количество представленных возможных вариантов решения – 2-3, затруднена четкая аргументация окончательного выбора одного из альтернативных решений.	анализе фактов, в основе решения может иметь место интерпретация фактов или предположения, Собственная точка зрения на причины возникновения проблемы не обоснована или отсутствует. При устной презентации на вопросы отвечает с трудом или не отвечает совсем. Подготовленная презентация выполненного кейс-задания не структурирована. В случае письменной презентации по выполнению кейсзадания не сделан детальный анализ кейса, далеко не все факты учтены, для решения выбрана второстепенная, а не главная проблема, количество представленных возможных вариантов решения – 1-2,	кейсе

			отсутствует четкая аргументация окончательного выбора решения.	
Качество выполнения контрольных работ	все задачи решены верно; использован наиболее рациональный путь решения; изложение материала логично, грамотно, без ошибок	решено верно более 80 % всех задач; могут встречаться отдельные неточности в арифметических расчетах	решено от 50 до 79 % всех задач; не всегда использован наиболее рациональный путь решения	отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в более чем 50 % задач. В решении проявляется незнание основного материала учебной программы

Демонстрационный вариант кейс-заданий

1. Вы сотрудник биотехнологического предприятия, специализирующегося на производстве лекарственных средств. Руководством поставлена перед Вами задача подготовить информационное сообщение для сотрудников предприятия о структуре и значении правил GMP для производства качественной биотехнологической продукции, исходя из того, что правила GMP представляют собой руководящий нормативный документ международного значения, который обязательно должны принимать к сведению, как отдельные фирмы, так и все биотехнологические производства фармацевтических препаратов в целом. Правила GMP – это правила организации и контроля производства, которые составляют единую систему требований к качеству выпускаемой продукции. Все биотехнологические производства, интегрированные в международный рынок лекарственных средств и лекарственных препаратов, выпускающие готовые лекарственные формы и любую продукцию медицинского назначения, включая субстанции, обязаны функционировать в соответствии с этими правилами. В то же время каждая страна, производящая лекарственные средства, имеет свою Государственную фармакопею как руководящий документ проверки качества той или иной медицинской продукции.

В этом контексте проведите сравнительный анализ:

1) Правил GMP и государственных фармакопей с позиций требований для экспорта фармацевтической продукции.

2) Необходимости проведения валидации как любого фармацевтического производства, так и биотехнологической продукции в частности.

3) Правил международного значения для получения достоверных данных о проведенных испытаниях и безопасности лекарственных средств.

2. Вы старший научный сотрудник биотехнологической лаборатории, специализирующейся на разработке технологии получения препаратов генно-инженерных белков. Руководство лаборатории поставило перед Вами задачу подготовить предложения о новых подходах к разработке и оптимизации технологии получения генно-инженерного инсулина с целью преодоления проблемы дефицита данного лекарственного препарата и повышения качества жизни больных сахарным диабетом. Для решения поставленной задачи охарактеризуйте:

1) Каковы особенности и условия процесса ферментации в биотехнологическом производстве инсулина по технологии фирмы «Eli lilly»?

2) Для чего необходима дезинтеграция клеток продуцента при биотехнологическом производстве инсулина по технологии фирмы «Eli lilly» (США)?

Демонстрационный вариант тестирования

1. Одним из преимуществ микроорганизмов как биологических объектов является …

а) малые размеры

б) «простота» организации генома

в) большая распространенность

г) способность развиваться в экстремальных условия

2. Субстратами рестриктаз, используемых в технологии рекомбинантных ДНК являются …

а) гомополисахариды

б) гетерополисахариды

в) нуклеиновые кислоты

г) белки

3. Ген маркер необходим в генетической инженерии для …

а) включения вектора в клетки хозяина

б) включения «рабочего гена» в вектор

в) повышения стабильности вектора

г) отбора нужных колоний

4. В биотехнологическом производстве основной целью иммобилизации ферментов является …

а) многократное использование

б) повышение удельной активности

в) повышение стабильности

г) расширение субстратного спектра

5. Целевой продукт – вторичный метаболит. По технологическим параметрам целесообразен процесс биосинтеза …

а) периодический

б) непрерывный

в) полупериодический

г) циклический

6. К защите продуцентов аминогликозидов от собственного антибиотика относится …

а) активный выброс

б) низкое сродство рибосом

в) компартментация

г) временная ферментативная инактивация

7. Свойство беталактамов, из-за которого их следует согласно GMP нарабатывать в отдельных помещениях …

а) общая токсичность

б) хроническая токсичность

в) аллергенность

г) эмбриотоксичность

8. Методы иммобилизации …

а) физические

б) физико-химические

в) ферментативные

г) биологические

9. Комплексный компонент питательной среды, резко повышающий производительность ферментации в случае пенициллина …

а) соевая мука

б) гороховая мука

в) кукурузный экстракт

г) хлопковая мука

10. При выделении ферментов из клеточного материала детергенты используют для …

а) предварительной обработки лабораторной посуды

б) изменения субстратной специфичности ферментов

в) разрушения мембранных структур

г) получения иммобилизованных форм ферментов

Демонстрационный вариант контрольной работы

1. Проанализируйте преимущества биотехнологического производства витаминов на конкретных примерах.

Ответ: Например, Витамин D - это группа родственных соединений, в основе которых находится эргостерин, который обнаружен в клеточных мембранах эукариот. При недостатке в организме гормона 1,25- дигидроксихолекальциферола, предшественником которого является витамин D2 у детей развивается рахит (аналог рахита у взрослых - остеомаляция). В качестве средств коррекции этих состояний применяются созданные биотехнологическим путем лекарственные препараты витамина Д. Наиболее активные продуценты эргостерина – Saccharomyces, Rhodotoryla, Candida. В промышленных масштабах эргостерин получают при культивировании дрожжей и мицелиальных грибов на средах с избытком сахаров при дефиците азота, высокой температуре и хорошей аэрации. Более интенсивно эргостерин образуют дрожжи рода Candida на средах с углеводородами. При получении кристаллического препарата витамина D2 культивируют плесневые грибы (Penicillium, Aspergillus).

2. Для эффективного проведения биотехнологического процесса большое значение имеет питательная среда, в которой микроорганизмы-продуценты БАВ используют в качестве источника азота различные азотсодержащие соединения, содержащие аминный азот или ионы аммония. Какие условия проведения ферментации по источнику азота при получении антибиотиков будут являться оптимальными?

Ответ: Аммоний и другие легкоутилизируемые источники азота подобно легкоокисляемым углеводам усиливают рост продуцентов беталактамных, полиеновых антибиотиков (эритромицина, рифамицинов и др.), но отрицательно влияют на их биосинтез. Соевая и хлопковая мука, БВК (белково-витаминный концентрат) медленно расщепляются в процессе ферментации, Т.е. из них медленно высвобождаются аминокислоты и ионы аммония, поэтому их используют в качестве компонентов питательных сред, что позволяет получать высокий выход антибиотиков. У продуцентов

бета-лактамов механизм отрицательного действия легкоусвояемых источников азота на биосинтез антибиотиков связан с уровнем глутаминсинтетазы в мицелии. Известно, что глутамин является донором аминогрупп для ряда аминокислот, а сами аминокислоты, в свою очередь, являются предшественниками бета-лактамных антибиотиков. Вероятно, что у разных продуцентов механизм этого действия на биосинтез различен. В любом случае неблагоприятное действие легкоусвояемых источников азота на биосинтез обязательно учитывается при подборе сред, а также осуществляется контроль количества таких соединений.

3. Для оптимизации процесса биосинтеза пенициллина в питательную среду добавляют аминокислоты. Как это может отразиться на количественном выходе целевого продукта, если добавить лизин в значительных концентрациях?

Ответ: Некоторые первичные метаболиты являются конечными продуктами разветвленного метаболического пути. Одно «ответвление» или один конец этого пути заканчивается первичным метаболитом, другое «ответвление» - антибиотиком. Так, альфа-аминоадипиновая является, с одной стороны, прямым предшественником лизина, с другой – бета-лактамного антибиотика, так как включается в исходный для его синтеза трипептид. При избытке лизина происходит подавление образования альфа-аминоадипиновой кислоты по принципу обратной связи и, таким образом, снижается синтез не только лизина, но и беталактамного антибиотика.

4. В процессе биосинтеза антибиотиков большое значение имеет содержание углерода, азота и фосфора в питательной среде. Как влияет изменение содержания этих веществ на процесс биосинтеза вторичных метаболитов, и на процесс ферментации в целом?

Ответ: Углеродкатаболитная регуляция является одним из механизмов, воздействующих на биосинтез вторичных метаболитов. Известно, что глюкоза - лучший источник углерода и энергии для любых организмов. Однако быстрый катаболизм глюкозы резко снижает биосинтез антибиотиков Показано, что глюкоза ослабляет биосинтез бета-лактамов, аминогликозидов и др. антибиотиков, образуемых разными продуцентами. Относительно биосинтеза антибиотиков отметим, что глюкоза, фруктоза, сахароза и галактоза - сильные репрессоры этого процесса. Необходимо подчеркнуть, что продукты катаболизма глюкозы подавляют не активность ферментов биосинтеза антибиотиков, а сам синтез этих ферментов. Медленно утилизирующиеся полисахариды (крахмал и др.) более благоприятны для биосинтеза антибиотиков. Не является репрессором биосинтеза и лактоза, которая также медленно утилизируется: при ее гидролизе освобождающаяся глюкоза репрессирует бета-галактозидазу и, в результате,

гидролиз лактозы (появление в среде глюкозы) замедляется. Высокое содержание в среде фосфора (в виде неорганических фосфатных солей) неблагоприятно для биосинтеза большинства антибиотиков. Общая причина этого - обогащение клетки макроэргическими фосфорными соединениями (прежде всего АТФ), что повышает скорость роста мицелия. Накапливается много биомассы, но относительно мало антибиотика. Например, высокоактивные штаммы продуцентов тетрациклиновых антибиотиков содержат в мицелии меньше АТФ и растут медленнее, чем исходные низкоактивные продуценты тетрациклинов. Неблагоприятное действие фосфора на биосинтез бета-лактамных антибиотиков объясняется на биохимическом уровне следующим механизмом: образование LLD-трипептида – ключевого соединения, с которого начинается синтез пенициллинов и цефалоспоринов, ингибируется глюкозо-6-фосфатом. Взаимодействие легкоусвояемого сахара и фосфата оказывает отрицательный эффект на биосинтез. Но фосфор не может быть полностью исключен из среды. Биосинтез антибиотиков снижается при его избыточном количестве, поэтому нужно подбирать оптимальное содержания. Аммоний и другие легкоутилизируемые источники азота подобно легкоокисляемым углеводам усиливают рост продуцентов беталактамных, полиеновых антибиотиков (эритромицина, рифамицинов и др.), но отрицательно влияют на их биосинтез. Соевая и хлопковая мука, БВК (белково-витаминный концентрат) медленно расщепляются в процессе ферментации, Т.е. из них медленно высвобождаются аминокислоты и ионы аммония, поэтому их используют в качестве компонентов питательных сред, что позволяет получать высокий выход антибиотиков. У продуцентов бета-лактамов механизм отрицательного действия легкоусвояемых источников азота на биосинтез антибиотиков связан с уровнем глутаминсинтетазы в мицелии. Известно, что глутамин является донором аминогрупп для ряда аминокислот, а сами аминокислоты, в свою очередь, являются предшественниками бета-лактамных антибиотиков. Вероятно, что у разных продуцентов механизм этого действия на биосинтез различен. В любом случае неблагоприятное действие легкоусвояемых источников азота на биосинтез обязательно учитывается при подборе сред, а также осуществляется контроль количества таких соединений.

5. В биотехнологическом производстве лекарственных средств большое значение имеет питательная среда. Предложите оптимальную питательную среду в биосинтезе антибиотиков.

Ответ: Интенсивному биосинтезу антибиотика способствует значительное уменьшение в среде источников углерода и азота, особенно легко усваиваемых. Происходит дерепрессия ферментов синтеза антибиотика. Однако выращивание

продуцентов с самого начала ферментации на обедненных средах нецелесообразно, так как незначительное накопление биомассы ведет, в конечном счете, и к незначительному накоплению антибиотика малым количеством клеток продуцента. Поэтому вместо легко усваиваемых источников углерода используют медленно утилизирующиеся полисахариды (крахмал и др.) и лактозу, которые оказывают незначительное влияние на интенсивность биосинтеза.

Приложение 2 к рабочей программе

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА«ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»

№	Раздел / глава / тема учебного курса	Кол-во часов	Тип занятия	Формы и виды контроля	Календарные сроки проведения
					План
10 класс/ 1 год обучения (68 часов)					
Раздел I. Основы биотехнологии как науки		34			
1.	Тема 1. Биотехнология, ее задачи.	2	Урок формирования новых знаний		
2.	Тема 2. Вермикулирование.	2	Урок формирования новых знаний		
3.	Тема 3. Объекты (биологические системы) биотех-нологии.	2	Урок формирования новых знаний		
4.	Тема 4. Прокариоты. Строение бактериальной, растительной и животной клеток.	1	Урок формирования новых знаний		
5.	Тема 4. Прокариоты. Строение бактериальной, растительной и животной клеток.	1	Урок применений знаний на практике	Тематический контроль: решение кейс-заданий	
6.	Тема 5. Объекты (биологические системы) биотехнологии.	2	Урок формирования новых знаний		
7.	Тема 6. Объекты (биологические системы) биотехнологии.	2	Урок формирования новых знаний		
8.	Тема 7. Методы биотехнологии	2	Урок формирования		

			новых знаний		
9.	Тема 8. Методы биотехнологии	2	Урок применений знаний на практике		
10.	Тема 9. .Основные направления биотехнологии	4	Урок формирования новых знаний		
11.	Тема 10. Эукариоты	1	Урок формирования новых знаний		
12.	Тема 10. Эукариоты	1	Урок применений знаний на практике	Тематический контроль: решение кейс-заданий	
13.	Тема 11. Изучение дрожжевых клеток	4	Урок применений знаний на практике		
14.	Тема 12. Изучение дрожжевых клеток	2	Урок применений знаний на практике		
15.	Тема 13. Биотехнолог: требования к профессии	2	Урок формирования новых знаний		
16.	Тема 14.Сферы использования биотехнологических знаний	3	Урок формирования новых знаний		
17.	Тема 15. Контрольная работа «Биотехнология как наука»	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Тематический контроль: контрольная работа	
Раздел II. Клеточная		34			

инженерия					
18.	Тема 16. Клеточная инженерия: основные понятия	1	Урок формирования новых знаний		
19.	Тема 16. Клеточная инженерия: основные понятия	1	Урок применений знаний на практике		
20.	Тема 17. Клеточные культуры	1	Урок применений знаний на практике		
21.	Тема 17. Клеточные культуры	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
22.	Тема 18. Питательные среды	1	Урок формирования новых знаний		
23.	Тема 18. Питательные среды	1	Урок применений знаний на практике		
24.	Тема 19. Клеточная культура как инструмент научного исследования	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
25.	Тема 20. Особенности культивирования животных клеток.	1	Урок формирования новых знаний		
26.	Тема 20. Особенности культивирования животных клеток.	1	Урок применений знаний на практике		
27.	Тема 21. Культивирование опухолевых клеток. Культуры	1	Урок применений знаний на	Поурочный контроль: тестирование	

	органов и тканей		практике		
28.	Тема 22. Культивирование растительных клеток. Культура каллусных тканей	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
29.	Тема 23. Особенности промышленного культивирования растительных клеток	1	Урок формирования новых знаний		
30.	Тема 23. Особенности промышленного культивирования растительных клеток	1	Урок применений знаний на практике		
31.	Тема 24. Гибридизация как метод клеточной инженерии. Гибридизация соматических клеток	1	Урок формирования новых знаний		
32.	Тема 24. Гибридизация как метод клеточной инженерии. Гибридизация соматических клеток	1	Урок применений знаний на практике		
33.	Тема 25. Получение моноклональных антител методом гибридизации клеток.	1	Урок формирования новых знаний		
34.	Тема 25. Получение моноклональных антител методом гибридизации клеток.	1	Урок применений знаний на практике		
35.	Тема 26. Гибридомная технология получения моноклональных антител	1	Урок формирования новых знаний		

36.	Тема 26. Гибридомная технология получения моноклональных антител	1	Урок применения знаний на практике		
37.	Тема 27. Прикладные аспекты клеточной и эмбриогенетической инженерии	1	Урок применения знаний на практике	Тематический контроль: тестирование	
38.	Тема 28. Особенности трансплантации и микробиологической оценки качества эмбрионов.	1	Урок формирования новых знаний		
39.	Тема 28. Особенности трансплантации и микробиологической оценки качества эмбрионов.	1	Урок применения знаний на практике		
40.	Тема 29. Химерные организмы	1	Урок формирования новых знаний		
41.	Тема 29. Химерные организмы	1	Урок применения знаний на практике		
42.	Тема 30.Клонирование организмов.	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
43.	Тема 31. Способы трансплантации ядер	1	Урок формирования новых знаний		
44.	Тема 31. Способы трансплантации ядер	1	Урок применения знаний на практике		

45.	Тема 32. Овца Долли и другие клонированные животные.	1	Урок формирования новых знаний		
46.	Тема 32. Овца Долли и другие клонированные животные.	1	Урок применения знаний на практике		
47.	Тема 33. Тестирование по итогам года.	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Тематический контроль: контрольная работа	
48.	Тема 34. Обобщающие повторение	4	Урок повторений, систематизации и обобщения знаний, закрепления умений		

№	Раздел / глава / тема учебного курса	Кол-во часов	Тип занятия	Формы и виды контроля	Календарные сроки проведения
					План
11 класс/ 2 год обучения (34 часа)					
Раздел III.Генная инженерия		**14**			
1.	Тема 35. Генная инженерия как направление биотехнологии	1	Урок формирования новых знаний		
2.	Тема 36. Методы генной инженерии. Метод рекомбинантных плазмид	1	Урок формирования новых знаний		
3.	Тема 37. Трансформация клеток растений	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
4.	Тема 38. Метод биологической баллистики.	1	Урок формирования новых		

	Трансфекция. Геномное редактирование		знаний		
5.	Тема 39. Генетически модифицированные растения и их использование человеком	1	Урок формирования новых знаний		
6.	Тема 40. Генетически модифицированные животные и их использование человеком	1	Урок формирования новых знаний		
7.	Тема 41. Генетически модифицированные микроорганизмы	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
8.	Тема 42. Получение первичных и вторичных метаболитов	1	Урок формирования новых знаний		
9.	Тема 43. Опасения, связанные с использованием генномодифицированных организмов	1	Урок формирования новых знаний		
10.	Тема 44. Применение достижений генной инженерии в медицине. Генная терапия	1	Урок формирования новых знаний		
11.	Тема 45. Варианты генной терапии	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
12.	Тема 46. Генно-терапевтические препараты	1	Урок формирования новых знаний		
13.	Тема 47. Промышленный	1	Урок формирован		

	синтез белков		ия новых знаний		
14.	Тема 48. Контрольная работа «Генная инженерия»	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Тематический контроль: тестирование	
Раздел IV. Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности		20			
15.	Тема 49. Клональное микроразмножение. Применение в растениеводстве	1	Урок формирования новых знаний		
16.	Тема 50. Технология и некоторые способы клонального микроразмножения.	1	Урок формирования новых знаний		
17.	Тема 51. Оздоровление растений. Селекция растений	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
18.	Тема 52. Понятие «Инженерная энзимология». Источники ферментов. Иммобилизованные ферменты.	1	Урок формирования новых знаний		
19.	Тема 53. Инвертаза (сахараза). Лактаза. Применение иммобилизованных ферментов в медицине, в производстве антибиотиков и аминокислот	1	Урок формирования новых знаний		
20.	Тема 54. Введение в пищевую микробиологию	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	

	. Хлебопечение. Виноделие и пивоварение.				
21.	Тема 55. Оценка качества хлебобулочных изделий	1	Урок формирования новых знаний		
22.	Тема 56. Получение спирта. Получение соков.	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Тематический контроль: тестирование	
23.	Тема 57. Молочнокислое брожение.	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: решение кейс-заданий	
24.	Тема 58. Органолептическая оценка качества молочнокислых продуктов	1	Урок формирования новых знаний		
25.	Тема 59. Введение в биотехнологическую энергетику	1	Урок применений знаний на практике	Поурочный контроль: работа на уроке	
26.	Тема 60. Повышение нефтеотдачи	1	Урок формирования новых знаний		
27.	Тема 61. Введение в биогидрометаллургию. История биогидрометаллургии	1	Урок формирования новых знаний		
28.	Тема 62. Микроорганизмы важные в биогидрометаллургии. Окисление железа и серы	1	Урок контроля и проверки знаний и умений		
29.	Тема 63. Выщелачивание цинка. Кучное и подземное	1	Урок формирования новых знаний		

	выщелачивание меди.				
30.	Тема 64. Интенсивная очистка сточных вод. Экстенсивная очистка сточных вод	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Поурочный контроль: опрос	
31.	Тема 65. Очистка жидких стоков промышленных предприятий. Переработка твердых отходов	1	Урок формирования новых знаний		
32.	Тема 66. Биодеградация нефтяных загрязнений.	1	Урок формирования новых знаний		
33.	Тема 67. Контрольная работа «Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности»	1	Урок контроля и проверки знаний и умений	Тематический контроль: контрольная работа	
34.	Обобщающее занятие по теме: «Биотехнология в сельском хозяйстве и промышленности»	1	Урок контроля и проверки знаний и умений		

Приложение 3 к рабочей программе

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Текст изменения	Протокол заседания	
		№	Дата
2026 – 2027 учебный год			
1.			
2.			
2027 – 2028 учебный год			
1.			
2.			