Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Программа учебной дисциплины Предметно-методического модуля

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) образовательной программы
Биология

(заочная форма обучения)

Составитель: Красноперова Ю.Ю., д.б.н., профессор кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы биотехнологии» относится к дисциплинам Обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) Предметно-методического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы Биология, заочная форма обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках дисциплин учебного плана 1-10 семестров: Микробиология, Физиология человека и животных, Органическая химия, Биологическая химия.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин и прохождения практик: Биогеография, практика Учебная (ознакомительная) практика по агроэкологии.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Целью освоения дисциплины «Основы биотехнологии» является формирование у студентов специализированных систематизированных знаний в области основ биотехнологии.

Задачами освоения дисциплины являются содействие становлению профессиональной компетентности будущего педагога через формирование целостного представления о биологическом разнообразии и единстве живой природы.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине Основы биотехнологии (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования			
ПК-11.1 осуществляет различные виды практической деятельности, обеспечивающие самостоятельное приобретение учащимися знаний, умений и навыков в соответствии со спецификой разделов биологии;	ОР-1 основные биологические понятия и законы; ;	ОР-2 работать с учебной, учебно-методической и научной литературой, интернет-ресурсами;	

ПК-11.2 применяет современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях; ПК-11.3 применяет базовые понятия об особенностях строения и физиологических механизмах работы различных систем и органов живых организмов и их роль в природе и хозяйственной деятельности человека.	ОР-3 особенности строения, развития, размножения бактерий и их роль в природе и хозяйственной деятельности человека; ОР-5 методы и технику приготовления питательных сред, посева, культивирования микроорганизмов;	ОР-4 использовать лабораторное оборудование и материалы для выполнения учебных и исследовательских работ; ОР-6 работать в химической и микробиологической лабораториях;	
ПК-12 Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций ПК-12.1 применяет знания по анатомии и физиологическим механизмам работы различных систем и органов растений, животных и человека; ПК-12.2 выделяет и анализирует клеточные и молекулярные механизмы, обеспечивающие единство физиолого-биохимических процессов, направленных на реализацию функций и особенностей их проявления в разных условиях среды обитания организма;	ОР-7 основные направления современной биотехнологии; ОР-9 принцип клонирования, трансгенеза;	ОР-8 классифицировать объекты биологического синтеза; ОР-10 получать биопрепараты на примере анатоксина;	

ПК-13 способен соотносить основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития ПК-13.2 обосновывает роль методических и методологических подходов в формировании концептуальных принципов, тенденций, перспектив современного развития представлений об иерархическом принципе организации живой материи;		ОР-11 анализировать современные научные достижения и концепции в области биотехнологии;	
ПК-15 Способен определять собственную позицию относительно дискуссионных проблем предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) ПК-15.2 проявляет способность аргументировано, логические верно и ясно выражать свою позицию по обсуждаемым дискуссионным проблемам в сочетании с готовностью к конструктивному диалогу и толерантному восприятию иных точек зрения.	ОР-12 мировоззренческие аргументы для анализа научных фактов, установления межпредметных связей, принципы ведения дискуссии.	ОР-13 применять знания в области биотехнологии для аргументации в образовательной деятельности важности здорового образа жизни, гигиены, охраны природы и т.п.	

2. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.

Номер семестра	Учебные занятия							Форма итоговой аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практическ. Занятия, час	Самостоят. Работа,час	Экзамен, час	
	Трудоемк.							
	Зач. ед.	Часы						
10	3	108	4	-	10	85	-	Экзамен (9 часов)
Итого	3	108	4	-	10	85	-	

3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекц. занятия	Лаб. занятия	Практ. занятия	Самост. работа
Тема 1. Введение в биотехнологию. Проблемы и перспективы развития биотехнологии	1			8
Тема 2. Применение методов генной инженерии и ДНК-технологий в сельском хозяйстве	1		1	9
Тема 3. Клеточная инженерия	1		1	9
Тема 4. Эмбриогенетическая инженерия. Трансплантация эмбрионов	1		1	9
Тема 5. Клонированные животные, методы получения и перспективы использования. Химерные и трансгенные животные, методы получения и перспективы использования.			1	16
Тема 6. Биотехнология производства антибиотиков и белка. Биотехнология производства аминокислот, гормонов, витаминов, липидов, ферментов и их применение			2	12
Тема 7. Биотехнология и окружающая среда. Биотехнология получения биогаза			2	12
Тема 8. Биотехнология и биобезопасность. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности.			2	10
ИТОГО:	4		10	85

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Тема 1. Введение в биотехнологию. Проблемы и перспективы развития биотехнологии. Связь биотехнологии с естественными науками. Краткий исторический очерк развития

биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве. Биотехнология и природные ресурсы. Биотехнология и энергетика. Биотехнология и новые методы анализа и контроля. Объекты биотехнологии: бактерии, растения, животные и человек, вирусы, вещества биологического происхождения (ферменты, нуклеиновые кислоты и др.), молекулы. Новые направления биотехнологии. Выбор, распространение и применение биотехнологии. Предотвращение риска.
Интерактивная форма: лекция-беседа.

Тема 2. Применение методов генной инженерии и ДНК-технологий в сельском хозяйстве. Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез. Введение гена в вектор и их клонирование. Лигирование. Методы трансформации животных и растительных клеток. Скриннинг – отбор клеток, в которые встроился ген. Экспрессия генов. Вылавливание генных продуктов. Метод рекомбинантных ДНК. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии. Биосинтез инсулина, соматотропина в клетках кишечной палочки *E. coli*. Вакцины. Производство вакцин против гепатита В.
Интерактивная форма лекция-беседа.

Тема 3. Клеточная инженерия. История развития и области применения клеточной инженерии. Понятие о культуре клеток. Подбор и селекция продуцентов. Сущность гибридизации соматических клеток эукариот. Использование соматической гибридизации для картирования хромосом. Технология получения гибридом. Использование моноклональных антител. Стволовые клетки и их применение.
Интерактивная форма: лекция-беседа.
.

Тема 4. Эмбриогенетическая инженерия. Трансплантация эмбрионов. Понятие о трансплантации эмбрионов. Влияние трансплантации эмбрионов на генетический прогресс в популяции. Технология трансплантации эмбрионов. Методы извлечения эмбрионов, их эффективность. Среды для извлечения эмбрионов. Оценка качества эмбрионов. Методы криоконсервации эмбрионов. Экстракорпоральное оплодотворение. Капацитация сперматозоидов. Организация работ по трансплантации эмбрионов в России.
Интерактивная форма: лекция-беседа.

Тема 5. Клонированные животные, методы получения и перспективы использования. Химерные и трансгенные животные, методы получения и перспективы использования. Клонирование эмбрионов. Дисекция эмбрионов. Клонированные животные. Перспективы использования клонированных животных. Способы получения внутривидовых и межвидовых животных-химер. Перспективы использования химерных животных. Способы получения трансгенных животных. Перспективы использования трансгенных животных.
Интерактивная форма: лекция-беседа.
Тема 6. Биотехнология производства антибиотиков и белка. Биотехнология производства аминокислот, гормонов, витаминов, липидов, ферментов и их применение. Значение антибиотиков для животноводства и ветеринарии. Биотехнологические методы производства антибиотиков. Биотехнология производства белка. Перспективы применения белковых продуктов в сельскохозяйственном производстве. Аминокислоты, принципы получения. Использование аминокислот в пищевой промышленности и животноводстве. Применение витаминов и гормонов в животноводстве. Способы получения. Перспективы применения липидов и ферментов в сельскохозяйственном производстве.
Интерактивная форма: лекция-беседа.

Тема 7. Биотехнология и окружающая среда. Биотехнология получения биогаза. Проблема утилизации навоза и отходов растениеводства. Биотехнологическая переработка навоза. Типы загрязнений поверхностных и подземных вод. Основные источники загрязнения водоѐмов. Методы очистки сточных вод. Переработка твердых отходов. Биодеградация ксенобиотиков. Биотехнологические методы утилизации целлюлозы, крахмала и жировых отходов. Биотехнология получения биогаза из биомассы (навоза). Практическая реализация полученного биогаза.
Интерактивная форма: лекция-беседа.

Тема 8. Биотехнология и биобезопасность. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности. Неблагоприятные последствия генно-инженерной деятельности. Государственное регулирование и биобезопасность в системе международных отношений. Картахенский протокол. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности в России. Особенности оценки безопасности генетически модифицированных продуктов для здоровья человека.
Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа подразумевает ведение тетради по лабораторному практикуму, где студент отражает ход каждого практического занятия с указанием результатов опытов (в виде рисунков, выводов). Студентам предлагается выполнение тестовых заданий по изученным темам, которые включают терминологические вопросы. Текущая аттестация с целью мониторинга качества обучения и балльно-рейтинговой оценки успеваемости студента представлена следующими работами: выполнение лабораторных работ, решение тестовых заданий, участие в «Круглых столах».

Для рубежного контроля знаний студентам предлагается выполнение контрольного тестирования по блоку тем или разделов.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает приобретение студентами навыков работы с учебной и научно-исследовательской литературой и осуществляется в форме подготовки к устным докладам (мини-выступлениям).

Вопросы для самостоятельного изучения обучающимися
(примерные темы мини-выступлений для «Круглого стола»)

1. История развития биотехнологии в России и в мире. Выдающиеся ученые-биотехнологи.
2. Использование микроскопических грибов в получении кормового белка.
3. Биотехнология преобразования солнечной энергии.
4. Фотопроизводство водорода.
5. Носители для иммобилизации ферментов.
6. Механизмы рекомбинации. Молекулярные модели кроссинговера. Факторы, влияющие на кроссинговер.
7. Иммобилизованные ферменты в медицине и ветеринарии.
8. Устойчивость трансгенных растений к фитопатогенам
9. Устойчивость трансгенных растений к гербицидам.
10. Устойчивость трансгенных растений к насекомым.
11. Устойчивость трансгенных растений к абиотическим стрессам.
12. Типы культуры клеток и тканей.
13. Биотехнологии в сельском хозяйстве.
14. Биотестирование летучих токсических веществ, воды, вытяжки из почвы, пестицидов.
15. Криосохранение.

Примерные вопросы для устного контроля на практических занятиях

1. Что такое процесс биотрансформации?
2. Динамика роста биомассы первичных метаболитов.
3. Динамика роста биомассы вторичных метаболитов.
4. Что такое первичные метаболиты?
5. Что такое вторичные метаболиты?
6. Методы мутагенеза микроорганизмов.
7. Методы селекции мутантных микроорганизмов.
8. Что называют опероном?
9. Какое явление называют катаболитной репрессией?
10. Какие мутанты называют регуляторными?
11. Какие мутанты называют ауксофротными?
12. Биотехнология производства лизина.
13. Биотехнология производства триптофана.
14. Биотехнология производства глутаминовой кислоты.
15. Биотехнология производства L-лизина.
16. Биотехнология производства витамина B2 (рибофлавина).
17. Биотехнология производства витамина D2.
18. Биотехнология производства уксусной кислоты.
19. Биотехнология производства лимонной кислоты.
20. Биотехнология производства антибиотиков.
21. Биотехнология производства промышленно важных стероидов.

Примерный перечень тем рефератов

1. История развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии.
2. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве.
3. Объекты биотехнологии.
4. Предмет генетической инженерии. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
5. Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез.
6. Метаболическая инженерия микроорганизмов.
7. Репликация, транскрипция, трансляция: основные отличия у про- и эукариот.
8. Прямые методы переноса чужеродной генетической информации в клетки про- и эукариот.
9. Векторные молекулы ДНК. Требования, предъявляемые к векторам для клонирования. Плазмидные векторы.
10. Векторы на основе бактериофагов. Гибридные векторы (космиды и фазмиды).
11. Методы трансформации животных и растительных клеток.
12. Особенности культивирования бактериальных клеток.
13. Спонтанный мутагенез. Основные типы повреждения ДНК. Сайт-направленный мутагенез.
14. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии.
15. Промышленная микробиология.
16. Пищевая биотехнология, ее цели и задачи. Использование для пищевых целей продуктов микробного синтеза и трансгенных пищевых продуктов.
17. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания.
18. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).
19. Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты).
20. Инженерная энзимология. Производство ферментов.

Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся

1. Красноперова Ю.Ю., Ильина Н.А., Касаткина Н.М., Бугеро Н.В. Микробиология: учебно-методическое пособие по предмету «Микробиология и вирусология» – Москва: Издательство «Флинта», Издательство «Наука», 2011. – 146 с.
2. Немова И.С., Беззубенкова О.Е., Потатуркина-Нестерова Н.И. Методы микробиологических исследований: учебно-методическое пособие. - Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2017. - 82 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации бакалавра

ФГОС ВО в соответствии с «принципами» Болонского процесса ориентированы преимущественно на выработку у студентов компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые «позволят» выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться. Традиционные средства обучения «совершенствуются» в русле компетентностного подхода. Инновационные средства обучения адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Соответственно, оценка уровня подготовленности студента предполагает использование как традиционных, так и инновационных форм (типов, видов) контроля.

Все компетенции по данной дисциплине формируются на начальном (пороговом) уровне.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация представлена следующими работами: выполнение лабораторных работ, решение тестовых заданий, участие в «Круглых столах».

Достоинства предложенной системы проведения аттестации: систематичность, непосредственно коррелирующаяся с требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения, а также возможность балльно-рейтинговой оценки успеваемости студента.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение блока разделов дисциплины; помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

Контрольная работа – выполнение тестовых заданий рубежного контроля**.**

Итоговая аттестация – экзамен

Оценочными средствами текущего оценивания являются: выполнение лабораторных работ, решение тестовых заданий, участие в «Круглых столах» (доклады, мини-выступления) и т.п.

Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
Оценочные средства для текущей аттестации		

1.	Решение тестовых заданий	ОР-1, ОР-2, ОР-6, ОР-9, ОР-11, ОР-13
2.	Устный опрос	ОР-1, ОР-2, ОР-3, ОР-6, ОР-10, ОР-11, ОР-12
3.	Реферат и его защита	ОР-1, ОР-2, ОР-4, ОР-5, ОР-7, ОР-8
Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)		
4.	Экзамен в форме устного собеседования	ОР-1, ОР-2, ОР-3, ОР-4, ОР-6, ОР-8, ОР-9, ОР-11, ОР-12, ОР-13

Описание оценочных средств, процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Микробиология».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля знаний

1. Комплексный компонент питательной среды, резко повысивший производительность ферментации в случае пенициллина:

1. соевая мука
2. гороховая мука
3. кукурузный экстракт
4. хлопковая мука
5. казеиновый гидролизат

2. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:

1. нагреванием
2. фильтрованием
3. облучением
4. ультразвуком
5. химическими реагентами

3. Для выделения продуктов белковой природы из водных растворов используют:

1. соли тяжелых металлов
2. трихлоруксусную кислоту
3. сильные кислоты и щелочи
4. соли щелочных металлов (сульфаты и хлориды)
5. бензол

4. В промышленном синтезе L-аскорбиновой кислоты с помощью бактерий осуществляют превращение:

1. D-глюкозы в D-сорбитол
2. D-сорбитола в L-сорбозу
3. L-сорбозы в 2-кето-L-гулоновую кислоту
4. 2-кето-L-гулоновой кислоты в L-аскорбиновую кислоту
5. глюкозы во фруктозу

5. Питательные среды для культур растительных клеток отличаются от питательных сред для микроорганизмов и клеток животных обязательным наличием:

1. углеводов
2. соединений азота и фосфора
3. сыворотки из эмбрионов телят
4. фитогормонов
5. витаминов

6. Функцией феромонов является:

1. антимикробная активность
2. противовирусная активность
3. изменение поведения организма, имеющего специфический рецептор
4. терморегулирующая активность
5. противоопухолевая активность

7. Превращение дигитоксина в менее токсичный дигоксин осуществляется культурой клеток:

1. Acremonium chrysogenum
2. Saccharomyces serevisiae
3. Aspergilys niger
4. Papaver bracteatum
5. Digitalis lanata

8. Для обратимого высаждения белков из водных растворов используют:

1. сульфат меди
2. гидроксид натрия
3. бензол
4. уксусную кислоту
5. ацетон

9. На кривой роста микроорганизмов отсутствует

1. лаг-фаза роста
2. лог-фаза роста
3. фаза линейного роста
4. стабильная фаза роста
5. фаза отмирания культуры

10. Стационарная фаза роста при периодическом культивировании микроорганизмов характеризуется

1. отсутствием роста культуры
2. синхронизацией популяции
3. равенством скорости отмирания и скорости роста микроорганизмов в популяции
4. выделением продуктов вторичного метаболизма
5. постоянной скоростью утилизации энергетического субстрата

11. Продуктами вторичного метаболизма не являются

1. ферменты
2. антибиотики
3. пигменты
4. микроорганизмы - продуценты
5. афлатоксины

12. Пробиотики – это группа лекарственных препаратов, действующим началом, которых является

1. высокоочищенные витамины
2. микроорганизмы - нормальные симбионты ЖКТ
3. гормональные компоненты
4. дрожжевые микроорганизмы
5. физиологически активные пептиды

13. Асептический разлив инъекционных биотехнологических препаратов должен осуществляться в чистых помещениях

1. в зоне типа A
2. в зоне типа B
3. в зоне типа C
4. в зоне типа D
5. в боксе биологической безопасности

14. Производственные питательные среды в биотехнологической схеме получения лекарственных препаратов должны быть изготовлены основе

1. воды для инъекций
2. водопроводной воды
3. деминерализованной воды
4. стерильной воды
5. дистиллированной воды

15. Бактериофаг по своей биологической природе является

1. вирусом человека или животного
2. продуктом микробной трансформации
3. генетическим маркером при скрининговых процедурах
4. вирусом бактерии
5. не является биологическим объектом

16. Объединение геномов клеток разных видов и родов при соматической гибридизации возможно:

1. только в природных условиях
2. только в искусственных условиях
3. в природных и искусственных условиях
4. не возможно вообще
5. только при рентгеновском облучении

17. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

1. на холоду:
2. в гипертонической среде
3. в среде с добавлением антиоксидантов
4. в анаэробных условиях
5. в среде с добавлением кумарина

18. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

1. способствует их слиянию
2. предотвращает их слияние
3. повышает стабильность суспензии
4. предотвращает микробное заражение
5. предотвращает восстановление клеточной стенки

19. Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

1. в лаг-фазе
2. в стационарной фазе
3. в логарифмической фазе
4. в фазе замедленного роста
5. в фазе отмирания

20. Гибридизация протопластов возможна, если клетки исходных растений обладают:

1. половой совместимостью
2. половой несовместимостью
3. совместимость не имеет существенного значения
4. одинаковыми размерами
5. высокой скоростью размножения

21. Ауксины-термин, под которым объединяются специфические стимуляторы роста:

1. растительных тканей
2. актиномицетов
3. животных тканей
4. эубактерий
5. гибридом

22. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:

1. установления структуры ДНК
2. создания концепции гена
3. дифференциации структурных и регуляторных участков гена
4. полного секвенирования генома у ряда организмов
5. разработки методов секвенирования генома

23.Существенность гена у патогенного организма – кодируемый геном продукт необходим:

1. для размножения клетки
2. для поддержания жизнедеятельности
3. для инвазии в ткани
4. для инактивации антимикробного вещества
5. для подавления иммунной системы человека

24. Протеомика характеризует состояние микробного патогенна:

2. по ферментативной активности
3. по скорости роста
4. по экспрессии отдельных белков
5. по нахождению на конкретной стадии ростового цикла
6. по чувствительности к определенным антибиотикам

25. Преимущества получения видоспецифических для человека белков путем микробиологического синтеза

1. простота оборудования
2. экономичность
3. отсутствие дефицитного сырья
4. снятие этических проблем
5. простота выделения и очистки

26. Моноклональные антитела получают в производстве:

1. при фракционировании антител организмов
2. фракционированием лимфоцитов
3. с помощью гибридом
4. химическим синтезом
5. биотрансформацией поликлональных антител

27. Основным недостатком живых (аттенуированных) вакцин является:

1. необходимость использования холодильников для хранения
2. сложность культивирования многих патогенных микроорганизмов
3. опасность спонтанного восстановления вирулентности
4. низкая эффективность таких вакцин
5. опасность заражения персонала на предприятии

28. Предшественник при биосинтезе пенициллина добавляют:

1. в начале ферментации
2. на вторые-третьи сутки после начала ферментации
3. каждые сутки в течении 5-суточного процесса
4. перед началом осаждения готового продукта
5. в питательную среду в процессе ее приготовления

29. Дефицит витамина В1 при культивировании тиамингетеротрофных микроорганизмов на питательной среде содержащей н-алканы приведет к накоплению в среде:

1. лимонной кислоты
2. пировиноградной кислоты
3. α-кетоглутаровой кислоты
4. щавелевоуксусной кислоты
5. глиоксиловой кислоты

30. Добавление бисульфита натрия в культуру дрожжей, осуществляющих спиртовое брожение, приведет к:

1. увеличению выхода спирта
2. образованию уксусной кислоты
3. образованию глицерина
4. интенсивному выделению углекислого газа
5. образованию молочной кислоты

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Экзамен в форме устного собеседования

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. История развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии.
2. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве.
3. Объекты биотехнологии.
4. Предмет генетической инженерии. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
5. Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез.
6. Метаболическая инженерия микроорганизмов.
7. Репликация, транскрипция, трансляция: основные отличия у про- и эукариот.

8. Прямые методы переноса чужеродной генетической информации в клетки про- и эукариот.
9. Векторные молекулы ДНК. Требования, предъявляемые к векторам для клонирования. Плазмидные векторы.
10. Векторы на основе бактериофагов. Гибридные векторы (космиды и фазмиды).
11. Методы трансформации животных и растительных клеток.
12. Особенности культивирования бактериальных клеток.
13. Спонтанный мутагенез. Основные типы повреждения ДНК. Сайт-направленный мутагенез.
14. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии.
15. Промышленная микробиология.
16. Пищевая биотехнология, ее цели и задачи. Использование для пищевых целей продуктов микробного синтеза и трансгенных пищевых продуктов.
17. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания.
18. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).
19. Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты).
20. Инженерная энзимология. Производство ферментов.
21. Устройство биореактора.
22. Масштабирование и оптимизация процессов культивирования микроорганизмов.
23. Клеточная инженерия растений.
24. Ферментные препараты, применяемые в промышленности.
25. Технологические процессы с участием ферментов.
26. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья.
27. Биотехнология в решении энергетических проблем.
28. Получение биогаза, спирта из промышленных и сельскохозяйственных отходов.
29. Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых.
30. Биотехнология и экология. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии.
31. Переработка и утилизация промышленных отходов. Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.
32. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.
33. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений.
34. Перспективы развития биотехнологии.
35. Методы выделения чистых культур.
36. Закономерности роста и развития микроорганизмов. Продукты микробного синтеза.
37. Методы идентификации микроорганизмов.
38. Биотехнологические основы очистки сточных вод.

Критерии оценивания знаний студентов по дисциплине

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и лабораторных занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
10 семестр	Разбалловка по видам работ	2 х 1=2 балла	5 х 1=5 баллов	229баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 балла max	7 балла max	236 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам 10 семестра

Оценка	Баллы (3 ЗЕ)
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	150 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По каждой теме дисциплины предполагается проведение аудиторных занятий и самостоятельная работа, т.е. разработка реферативного сообщения, вопросы для контроля знаний. Предусматриваются также активные формы обучения, такие как, решение задач с анализом ситуаций, мультимедийные занятия.

Подготовка и проведение практических занятий должны предусматривать определенный порядок. Для подготовки студентов к лабораторному занятию на предыдущем занятии преподаватель должен определить основные вопросы и проблемы, выносимые на обсуждение, рекомендовать дополнительную учебную и периодическую литературу, рассказать о порядке и методике его проведения.

Методы проведения практических занятий: исследовательские, вопросно-ответные, дискуссионные, научных сообщений по отдельным вопросам темы, реферирование, решение практических задач, упражнений, тестов и другие.

В конце каждого практического занятия преподаватель подводит итог, раскрывая теоретическое значение обсуждаемых проблем, и оценивает работу, ответы и выступления студентов на занятии.

Методические рекомендации студенту

В соответствии с учебным планом специальности дисциплина изучается студентами в 10 семестре.

Успешное изучение курса требует от студентов активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления и работы с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой.

Подготовка к практическим занятиям, важнейшая форма самостоятельной работы студентов над научной, учебной и периодической литературой. На практическом занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание базовых понятий, законов, принципов дисциплины.

Практические занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и практических задач, выработку навыков интеллектуальной работы. Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами, научной литературой, интернет ресурсами.

В ходе изучения курса предполагается проработка студентами избранных тем и защита рефератов в ходе практических занятий по избранным проблемам. При подготовке тем проходят консультации студентов с преподавателем для полного раскрытия изучаемой проблемы.

Самостоятельная работа студента – это один из основных видов его деятельности наряду с практическими и другими видами учебных занятий и предполагает:

- подготовку к практическим (лабораторным) занятиям;
- работу с традиционными источниками информации: книгами, учебниками, учебно-методическими пособиями;
- работу с электронными источниками информации, средствами массовой информации;

- подготовку докладов, презентаций, рефератов по выбранным темам.

Вопросы для самостоятельного изучения студентами указаны в п.4 Программы.

Планы практических занятий

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные опросы, письменные тестирования, защита реферата. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических занятиях.

Устный опрос по теме: Введение в биотехнологию. Проблемы и перспективы развития биотехнологии.

1. История развития биотехнологии.
2. Основные направления современной биотехнологии. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве.
3. Объекты биотехнологии.
4. История развития биотехнологии в России и в мире. Выдающиеся ученые-биотехнологи.

Устный опрос по теме: Применение методов генной инженерии и ДНК-технологий в сельском хозяйстве

1. История развития генетической инженерии.
2. Схема типового эксперимента в генной инженерии.
3. Источники ДНК для клонирования.
4. Плазмидные, фаговые и плазмидно-фаговые векторы
5. Векторы, сконструированные на основе фага М13
6. Векторы на основе фага л
7. Челночные векторы
8. Сегмент-направленный мутагенез in vitro.
9. Олигонуклеотид-направленный мутагенез in vitro.
10. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.
11. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов.
12. Использование для экспрессии различных микроорганизмов.
13. Использование бактерий рода Agrobacterium для создания генетически модифицированных растений.
14. Строение и функции плазмид Ti и Ri.
15. Структура Т-области плазмид Ti.
16. 18. Трансгенные растения с новыми биотехнологическими свойствами.
19. Трансгенные животные в фундаментальных исследованиях.
20. Биотехнологическое применение трансгенных животных.

Вопросы итогового контроля

16. Устойчивость трансгенных растений к насекомым-вредителям
17. Устойчивость трансгенных растений к вирусам.
18. Устойчивость трансгенных растений к неблагоприятным условиям среды
19. Повышение пищевой ценности растений методами генной инженерии
20. Растения с измененным вкусом и внешним видом плодов

Устный опрос по теме: Клеточная инженерия.

1. Клеточная инженерия применительно к микробным, растительным и животным клеткам.
2. Техника протопластирования и слияния (фузии) клеток микроорганизмов.
3. Гибриды, получаемые после слияния протопластов и регенерации клеток.

4. Гибридомы. Значение гибридом для производства современных диагностических препаратов.
5. Что такое клеточная инженерия. Перечислите основные методы клеточной инженерии.
6. Области практического применения клеточной инженерии растений.
7. Дайте краткую характеристику каллусной и суспензионной культуры.
8. Дайте краткую характеристику культуре одиночных клеток и меристематической культуре.
9. Что такое фитогормоны. Приведите примеры.
10. Охарактеризуйте основные требования к выращиванию культур клеток и тканей растений in vitro.
11. Что такое микроклональное размножение растений.
12. Характеристика метода.
13. Техника клеточной инженерии при получении соматических гибридов. Основные этапы.
14. Что такое протопласт. Методы выделения протопластов.
15. Как культивируют протопласты. Методы.
16. Слияние протопластов. Основные подходы.
17. Биосинтез и биотрансформация в растительных культурах

Устный опрос по теме: Эмбриогенетическая инженерия. Трансплантация эмбрионов.

1. Понятие о трансплантации эмбрионов. Влияние трансплантации эмбрионов на генетический прогресс в популяции.
2. Технология трансплантации эмбрионов.
3. Методы извлечения эмбрионов, их эффективность. Среды для извлечения эмбрионов.
4. Оценка качества эмбрионов.
5. Методы криоконсервации эмбрионов.
6. Экстракорпоральное оплодотворение.
7. Капацитация сперматозоидов.
8. Организация работ по трансплантации эмбрионов в России.

Устный опрос по теме: Клонированные животные, методы получения и перспективы использования. Химерные и трансгенные животные, методы получения и перспективы использования.

1. Дать определения понятиям «клон», «клонирование», «тотипотентность».
2. Клонирование эмбрионов. Дисекция эмбрионов.
3. Клонированные животные.
4. Перспективы использования клонированных животных.

Дать определение «химера», «химерное животное».

5. Способы получения внутривидовых и межвидовых животных-химер.
6. Перспективы использования химерных животных.

Дать определение понятиям: «трансгеноз», «трансгенное животное».

7. Способы получения трансгенных животных.
8. Перспективы использования трансгенных животных

Устный опрос по теме: Биотехнология и окружающая среда. Биотехнология получения биогаза.

1. Проблемы окружающей среды которые решают биотехнологические процессы.
2.Процессы биотрансформации ксенобиотиков.
3.Биологическая очистка сточных вод, конструкция аэротенков.
4.Получение экологически чистой энергии.
5.Получение биогаза. Аппаратура.

Устный опрос по теме: Биотехнология и биобезопасность. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности.

1. Что такое генная терапия?
2. В чем видится опасность генной инженерии и генной терапии?
3. Что такое евгеника? Когда она возникла?
4. Что составляет естественнонаучную основу евгеники?
5. Дайте характеристику российскому евгеническому движению.
6. Что такое позитивная евгеника?
7. Что составляет философскосоциологическую надстройку евгеники?
8. Приведите примеры реакционной, расистской трактовки положений евгеники.
9. Каково, на ваш взгляд, будущее евгеники?
10. Поясните термины: клон, клонирование.
11. Что является признаком клона?
12. Какие методы получения клонов известны в настоящее время?
13. Что такое "естественное клонирование"?
14. Можно ли получить абсолютные копии организмов при клонировании? Поясните ваш ответ.
15. Почему клонирование высших животных и человека расценивается многими как аморальное?
16. Каково мнение ВОЗ о клонировании?
17. Назовите аргументы защитников клонирования.
18. Что вы думаете о целесообразности исследований в области клонирования? Сформулируйте ваши аргументы.
19. В чем заключается суть программы "Геном человека"?
20. В чем заключается практическая ценность программы "Геном человека"? 21. Поясните термин "биоэтика".
22. Чем обусловлено возникновение биоэтики?
23. В чем суть биоэтических концепций П.А. Кропоткина? Д.П. Филатова?
24. В чем состоят задачи современной биоэтики как междисциплинарного научного направления?

Письменное тестирование по теме: Биотехнология производства антибиотиков и белка. Биотехнология производства аминокислот, гормонов, витаминов, липидов, ферментов и их применение.

1. **Комплексный компонент питательной среды, резко повысивший производительность ферментации в случае пенициллина:**
    1. соевая мука
    2. гороховая мука
    3. кукурузный экстракт
    4. хлопковая мука
    5. казеиновый гидролизат

2. **Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:**
    1. нагреванием
    2. фильтрованием
    3. облучением
    4. ультразвуком
    5. химическими реагентами

3. **Для выделения продуктов белковой природы из водных растворов используют:**
    1. соли тяжелых металлов
    2. трихлоруксусную кислоту
    3. сильные кислоты и щелочи

4. соли щелочных металлов (сульфаты и хлориды)
5. бензол

4. В промышленном синтезе L-аскорбиновой кислоты с помощью бактерий осуществляют превращение:

1. D-глюкозы в D-сорбитол
2. D-сорбитола в L-сорбозу
3. L-сорбозы в 2-кето-L-гулоновую кислоту
4. 2-кето-L-гулоновой кислоты в L-аскорбиновую кислоту
5. глюкозы во фруктозу

5. Питательные среды для культур растительных клеток отличаются от питательных сред для микроорганизмов и клеток животных обязательным наличием:

1. углеводов
2. соединений азота и фосфора
3. сыворотки из эмбрионов телят
4. фитогормонов
5. витаминов

6. Функцией феромонов является:

1. антимикробная активность
2. противовирусная активность
3. изменение поведения организма, имеющего специфический рецептор
4. терморегулирующая активность
5. противоопухолевая активность

7. Превращение дигитоксина в менее токсичный дигоксин осуществляется культурой клеток:

1. Acremonium chrysogenum
2. Saccharomyces serevisiae
3. Aspergilys niger
4. Papaver bracteatum
5. Digitalis lanata

8. Для обратимого высаждения белков из водных растворов используют:

1. сульфат меди
2. гидроксид натрия
3. бензол
4. уксусную кислоту
5. ацетон

9. На кривой роста микроорганизмов отсутствует

1. лаг-фаза роста
2. лог-фаза роста
3. фаза линейного роста
4. стабильная фаза роста
5. фаза отмирания культуры

10. Стационарная фаза роста при периодическом культивировании микроорганизмов характеризуется

1. отсутствием роста культуры
2. синхронизацией популяции

3. равенством скорости отмирания и скорости роста микроорганизмов в популяции
4. выделением продуктов вторичного метаболизма
5. постоянной скоростью утилизации энергетического субстрата

11. Продуктами вторичного метаболизма не являются

1. ферменты
2. антибиотики
3. пигменты
4. микроорганизмы - продуценты
5. афлатоксины

12. Пробиотики – это группа лекарственных препаратов, действующим началом, которых является

1. высокоочищенные витамины
2. микроорганизмы - нормальные симбионты ЖКТ
3. гормональные компоненты
4. дрожжевые микроорганизмы
5. физиологически активные пептиды

13. Асептический разлив инъекционных биотехнологических препаратов должен осуществляться в чистых помещениях

1. в зоне типа A
2. в зоне типа B
3. в зоне типа C
4. в зоне типа D
5. в боксе биологической безопасности

14. Производственные питательные среды в биотехнологической схеме получения лекарственных препаратов должны быть изготовлены основе

1. воды для инъекций
2. водопроводной воды
3. деминерализованной воды
4. стерильной воды
5. дистиллированной воды

15. Бактериофаг по своей биологической природе является

1. вирусом человека или животного
2. продуктом микробной трансформации
3. генетическим маркером при скрининговых процедурах
4. вирусом бактерии
5. не является биологическим объектом

17. Объединение геномов клеток разных видов и родов при соматической гибридизации возможно:

1. только в природных условиях
2. только в искусственных условиях
3. в природных и искусственных условиях
4. не возможно вообще
5. только при рентгеновском облучении

17. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

1. на холоду:
2. в гипертонической среде

3. в среде с добавлением антиоксидантов
4. в анаэробных условиях
5. в среде с добавлением кумарина

18. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

1. способствует их слиянию
2. предотвращает их слияние
3. повышает стабильность суспензии
4. предотвращает микробное заражение
5. предотвращает восстановление клеточной стенки

19. Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

1. в лаг-фазе
2. в стационарной фазе
3. в логарифмической фазе
4. в фазе замедленного роста
5. в фазе отмирания

20. Гибридизация протопластов возможна, если клетки исходных растений обладают:

1. половой совместимостью
2. половой несовместимостью
3. совместимость не имеет существенного значения
4. одинаковыми размерами
5. высокой скоростью размножения

21. Ауксины-термин, под которым объединяются специфические стимуляторы роста:

1. растительных тканей
2. актиномицетов
3. животных тканей
4. эубактерий
5. гибридом

22. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:

1. установления структуры ДНК
2. создания концепции гена
3. дифференциации структурных и регуляторных участков гена
4. полного секвенирования генома у ряда организмов
5. разработки методов секвенирования генома

23.Существенность гена у патогенного организма – кодируемый геном продукт необходим:

1. для размножения клетки
2. для поддержания жизнедеятельности
3. для инвазии в ткани
4. для инактивации антимикробного вещества
5. для подавления иммунной системы человека

24. Протеомика характеризует состояние микробного патогенна:

1. по ферментативной активности
2. по скорости роста
3. по экспрессии отдельных белков
4. по нахождению на конкретной стадии ростового цикла

5. по чувствительности к определенным антибиотикам

25. Преимущества получения видоспецифических для человека белков путем микробиологического синтеза

1. простота оборудования
2. экономичность
3. отсутствие дефицитного сырья
4. снятие этических проблем
5. простота выделения и очистки

26. Моноклональные антитела получают в производстве:

1. при фракционировании антител организмов
2. фракционированием лимфоцитов
3. с помощью гибридом
4. химическим синтезом
5. биотрансформацией поликлональных антител

27. Основным недостатком живых (аттенуированных) вакцин является:

1. необходимость использования холодильников для хранения
2. сложность культивирования многих патогенных микроорганизмов
3. опасность спонтанного восстановления вирулентности
4. низкая эффективность таких вакцин
5. опасность заражения персонала на предприятии

28. Предшественник при биосинтезе пенициллина добавляют:

1. в начале ферментации
2. на вторые-третьи сутки после начала ферментации
3. каждые сутки в течении 5-суточного процесса
4. перед началом осаждения готового продукта
5. в питательную среду в процессе ее приготовления

29. Дефицит витамина В1 при культивировании тиамингетеротрофных микроорганизмов на питательной среде содержащей н-алканы приведет к накоплению в среде:

1. лимонной кислоты
2. пировиноградной кислоты
3. α-кетоглутаровой кислоты
4. щавелевоуксусной кислоты
5. глиоксиловой кислоты

30. Добавление бисульфита натрия в культуру дрожжей, осуществляющих спиртовое брожение, приведет к:

1. увеличению выхода спирта
2. образованию уксусной кислоты
3. образованию глицерина
4. интенсивному выделению углекислого газа
5. образованию молочной кислоты

Примерный перечень тем рефератов

1. История развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии.
2. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве.
3. Объекты биотехнологии.

4. Предмет генетической инженерии. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
5. Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез.
6. Метаболическая инженерия микроорганизмов.
7. Репликация, транскрипция, трансляция: основные отличия у про- и эукариот.
8. Прямые методы переноса чужеродной генетической информации в клетки про- и эукариот.
9. Векторные молекулы ДНК. Требования, предъявляемые к векторам для клонирования. Плазмидные векторы.
10. Векторы на основе бактериофагов. Гибридные векторы (космиды и фазмиды).
11. Методы трансформации животных и растительных клеток.
12. Особенности культивирования бактериальных клеток.
13. Спонтанный мутагенез. Основные типы повреждения ДНК. Сайт-направленный мутагенез.
14. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии.
15. Промышленная микробиология.
16. Пищевая биотехнология, ее цели и задачи. Использование для пищевых целей продуктов микробного синтеза и трансгенных пищевых продуктов.
17. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания.
18. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).
19. Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты).
20. Инженерная энзимология. Производство ферментов.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Ксенофонтов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учебное пособие / Б. С. Ксенофонтов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 221 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0615-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1030237

2. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011479-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1062271

3. Сапукова, А. Ч. Основы биотехнологии : учебно-методическое пособие / А. Ч. Сапукова, А. А. Магомедова, С. М. Мурсалов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2020. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159406

Дополнительная литература

1. Лузянин, С. Л. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды : учебное пособие / С. Л. Лузянин, О. А. Неверова. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 135 с. — ISBN 978-5-8353-2659-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162581

2. Биотехнология. Практикум по культивированию клеточных культур : учебное пособие / М.Ш. Азаев, Т.Н. Ильичева, Л.Ф. Бакулина [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 142 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015953-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1158091

3. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. - 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011480-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1062268

Интернет-ресурсы

1 «ЭБС ZNANIUM.COM» Договор № 1718 от 30.05.2016 с 30.05.2016 по 30.05.2017 6 000
2 ЭБС «Университетская библиотека онлайн» Договор № 1010 от 26.07.2016 с 22.08.2016 по 21.11.2017 6 000