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.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Программа учебной дисциплины модуля биологии клетки и биотехнологии

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
06.03.01 Биология

направленность (профиль) образовательной программы
Биоэкология

(очная форма обучения)

Составитель: Соловьев А.В.,
доцент 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 «Экологическая биотехнология» относится к дисциплинам по выбору обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) модуля «Биология клетки и биотехнология» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биоэкология», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Биология» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также дисциплины «Молекулярная биология».

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Экологическая биотехнология» является формирование у обучающихся современных научных представлений о биотехнологии и её прикладном значении в решении экологических задач.

Задачей освоения дисциплины является формирование у обучающихся целостного представления об основных методах экологической биотехнологии и биотехнологических подходах в решении прикладных задачи в области экологии.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Экология животных» (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
ОПК-5 – Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования ОПК-5.1. Понимает все аспекты воздействия на генетический аппарат клетки и живых организмов	ОР-1 Основные методы биотехнологии, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов; основные методы управления природопользованием, природоохранной деятельностью и в		

ОПК-5.3. Демонстрирует знание основных биотехнологических и биомедицинских производств и умение строить их схемы	сфере биотехнологии	ОР-2 Объяснять основные методы биотехнологии, природопользования; восстановления и охраны биоресурсов; выбирать и применять методы управления в сфере биотехнологии, природопользования и восстановления и охраны биоресурсов	ОР-3 Принципами управления деятельностью в сфере биотехнологии, природопользования и охраны природной среды

2. Объем дисциплины 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 промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
8	3	108	18	30	-	60	зачёт
Итого:	3	108	18	30	-	60	

3. Содержание дисциплины, 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			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель-ная работа
8 семестр				
Тема 1. Предмет экологической биотехнологии	2	4	-	10

Тема 2. Биотрансформация ксенобиотиков и загрязняющих окружающую среду веществ	4	6	-	10
Тема 3. Характеристика сточных вод и методов их очистки	4	4	-	10
Тема 4. Биологическая очистка газовых выбросов	2	4	-	10
Тема 5. Получение экологически чистой энергии. Производство и использование биогаза	4	8	-	10
Тема 6. Биотехнологическая переработка промышленных отходов, бытовых отходов и растительного сырья	2	4	-	10
Всего по дисциплине:	**18**	**30**	**-**	**60**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса

Тема 1. Предмет экологической биотехнологии

Применение биотехнологических методов для решения проблем охраны окружающей среды и биомониторинга, переработка отходов, очистка вод, устранения загрязнений. Применение данных других наук в экологической биотехнологии – биохимии, микробиологии, генетической инженерии, химических технологий. Рынок и основные направления развития природоохранных биотехнологий в России и мире. Перспективы развития экологической биотехнологии

Тема 2. Биотрансформация ксенобиотиков и загрязняющих окружающую среду веществ

Характеристика ксенобиотиков, вносимых человеком в биосферу. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде. Ликвидация нефтяных загрязнений воды и почвы. Контроль загрязнения окружающей среды с использованием биологических объектов. Биотрансформация металлов. Бактериальное выщелачивание куч и отвалов. Биологическая очистка почв. Биотрансформация ксенобиотиков водорослями и растениями. Биотрансформация нефти и нефтепродуктов. Биотрансформация ПАВ. Биотрансформация галогенсодержащих органических соединений. Биотрансформация пестицидов. Разложение природных полимеров. Биодеградация ксенобиотиков лигнолитическими микроорганизмами. Биодеградация синтетических полимерных материалов. Проблема создания биодеградируемых пластиков

Тема 3. Характеристика сточных вод и методов их очистки

Характеристика сточных вод. Методы очистки сточных вод. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях.

Биологическая очистка сточных вод в аэробных условиях. Очистка сточных вод в аэротенках. Очистка сточных вод в биофильтрах.

Биологическая очистка сточных вод в анаэробных условиях. Характеристика метанового брожения. Факторы, влияющие на процесс анаэробной очистки стоков. Кинетические закономерности функционирования анаэробных биореакторов. Конструкции современных анаэробных биореакторов. Технологические особенности анаэробных методов очистки сточных вод.

Глубокая очистка и обеззараживание сточных вод. Доочистка сточных вод от взвешенных веществ и органических загрязнений. Методы глубокой очистки сточных вод от биогенных элементов. Обеззараживание сточных вод. Насыщение сточных вод кислородом. Обработка и утилизация осадков сточных вод. Состав и свойства осадков сточных вод. Обработка осадков. Утилизация осадков сточных вод. Депонирование осадков сточных вод.

Водоподготовка. Требования к качеству питьевой воды. Технология водоподготовки. Биосорбционная очистка природных и сточных вод

Тема 4. Биологическая очистка газовых выбросов

Характеристика и методы очистки газовоздушных выбросов. Аппаратурное оформление процесса биологической очистки газовоздушных выбросов. Очистка отработанного воздуха, выводимого из ферментаторов

Тема 5. Получение экологически чистой энергии. Производство и использование биогаза

Характеристика биогаза. Биометаногенез. Технологические аспекты производства биогаза. Подготовка и использование биогаза. Производство этанола. Биотехнологияя преобразования солнечной энергии. Фотопроизводство водорода.

Тема 6. Биотехнологическая переработка промышленных отходов, бытовых отходов и растительного сырья

Нормы накопления, состав и свойства твердых бытовых отходов. Обезвреживание и переработка твердых бытовых отходов. Переработка отходов целлюлозного производства. Переработка отходов молочной промышленности. Переработка отходов спиртового и ацетонобутилового производства. Биотехнологическое использование отходов производства сахара и крахмала. Характеристика и методы переработки растительного сырья. Гидролитическая и биотехнологическая переработка растительного сырья. Твердофазная ферментация растительного сырья. Биодеградация отходов сельского хозяйства. Экологические технологии в сельском хозяйстве. Применение пробиотиков. Получение биоразлагаемых полимерных материалов. Бактериальные удобрения. Биологическая защита растений. Силосование.

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

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

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

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки к устным докладам (выступлениям по теме реферата)/

Темы рефератов (задания для контрольной работы 8 семестр)

1. Методы биотехнологической очистки сточных вод.
2. Проблема создания биодеградируемых пластиков
3. Биотрансформация ПАВ.
4. Ликвидация нефтяных загрязнений воды и почвы.
5. *Pseudomonas putida*.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Соловьев А.В. Введение в биотехнологию: учебно-методическое пособие. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2017.

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

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

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

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

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1. Групповое обсуждение	ОР-1 Знает основные методы биотехнологии, природопользования,

	ОС-2. Реферат с презентацией ОС-3. Реферат с презентацией ОС-4. Контрольная работа ОС-5. Реферат с презентацией ОС-6. Групповое обсуждение ОС-7. Реферат с презентацией	восстановления и охраны биоресурсов; основные методы управления природопользованием, природоохранной деятельностью и в сфере биотехнологии ОР-2 Умеет объяснять основные методы биотехнологии, природопользования; восстановления и охраны биоресурсов; выбирать и применять методы управления в сфере биотехнологии, природопользования и восстановления и охраны биоресурсов ОР-3 Владеет принципами управления деятельностью в сфере биотехнологии, природопользования и охраны природной среды
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет** ОС-8. Зачет в форме устного собеседования по вопросам и письменного решения задач	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же 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 «Экологическая биотехнология».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

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

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-8. Зачет в форме устного собеседования по вопросам и письменного решения задач

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Предмет экологической биотехнологии.
2. Биотрансформация ксенобиотиков и загрязняющих окружающую среду веществ.
3. Характеристика сточных вод и методов их очистки.
4. Биологическая очистка газовых выбросов.
5. Получение экологически чистой энергии. Производство и использование биогаза.
6. Биотехнологическая переработка промышленных отходов, бытовых отходов и растительного сырья.
7. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья.
8. Биотехнология в решении энергетических проблем.
9. Получение биогаза, спирта из промышленных и сельскохозяйственных отходов.
10. Биотехнология и экология. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.

11. Переработка и утилизация промышленных отходов. Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.
12. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений. Биотехнологические основы очистки сточных вод.
13. Закономерности роста и развития микроорганизмов. Продукты микробного синтеза. Методы выделения чистых культур. Методы идентификации микроорганизмов.
14. Перспективы развития экологической биотехнологии.

Примерные практические задания к зачету:
1. Составить схему получения биогаза.
2. Представить способы очистки сточных вод.
3. Составить рекомендации по очистке газов при ферментации.

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

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
8 семестр	Разбалловка по видам работ	9 х 1=9 баллов	15 х 1=15 баллов	244 балла	32 балла
	Суммарный макс. балл	9 баллов max	24 балла max	268 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося

Оценка	**Баллы (3 ЗЕ)**
«зачтено»	151-300
«не зачтено»	менее 150

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу,

ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы практических занятий

Практическое занятие № 1 «Предмет экологической биотехнологии» (2 ч)

Цель занятия: изучить особенности экологической биотехнологии и её направления.

Содержание работы:

Вопросы для обсуждения:

1. Применение биотехнологических методов для решения проблем охраны окружающей среды и биомониторинга, переработка отходов, очистка вод, устранения загрязнений.
2. Применение данных других наук в экологической биотехнологии – биохимии, микробиологии, генетической инженерии, химических технологий.
3. Рынок и основные направления развития природоохранных биотехнологий в России и мире.
4. Перспективы развития экологической биотехнологии.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Практическое занятие № 2 «Биотрансформация ксенобиотиков и загрязняющих окружающую среду веществ» (6 часов)

Цель занятия: Изучить особенности ксенобиотиков и способы очистки.

Содержание работы:

Темы для рефератов с презентацией:

1. Характеристика ксенобиотиков, вносимых человеком в биосферу.
2. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде.
3. Ликвидация нефтяных загрязнений воды и почвы.
4. Контроль загрязнения окружающей среды с использованием биологических объектов.
5. Биотрансформация металлов.
6. Бактериальное выщелачивание куч и отвалов.
7. Биологическая очистка почв.
8. Биотрансформация ксенобиотиков водорослями и растениями.
9. Биотрансформация нефти и нефтепродуктов. Биотрансформация ПАВ.
10. Биотрансформация галогенсодержащих органических соединений.
11. Биотрансформация пестицидов.
12. Разложение природных полимеров.
13. Биодеградация ксенобиотиков лигнолитическими микроорганизмами.

14. Биодеградация синтетических полимерных материалов.
15. Проблема создания биодеградируемых пластиков.

Рекомендации к самостоятельной работе.
1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Практическое занятие № 3 «Характеристика сточных вод и методов их очистки» (4 ч)

Цель работы: знакомство с методами очистки сточных вод.

Содержание работы:
Темы для рефератов с презентацией:
1. Характеристика сточных вод.
2. Методы очистки сточных вод.
3. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях.
4. Биологическая очистка сточных вод в аэробных условиях.
5. Очистка сточных вод в аэротенках.
6. Очистка сточных вод в биофильтрах.
7. Биологическая очистка сточных вод в анаэробных условиях.
8. Глубокая очистка и обеззараживание сточных вод. Обработка и утилизация осадков сточных вод. Состав и свойства осадков сточных вод. Обработка осадков. Утилизация осадков сточных вод. Депонирование осадков сточных вод.
9. Водоподготовка. Требования к качеству питьевой воды. Технология водоподготовки. Биосорбционная очистка природных и сточных вод.

Рекомендации к самостоятельной работе.
1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Практическое занятие № 4 «Биологическая очистка газовых выбросов» (4 ч)

Цель занятия: изучить способы биологической очистки газовых выбросов.

Содержание работы:
Темы для рефератов с презентацией:
1. Характеристика и методы очистки газовоздушных выбросов.
2. Аппаратурное оформление процесса биологической очистки газовоздушных выбросов.
3. Очистка отработанного воздуха, выводимого из ферментаторов.

Рекомендации к самостоятельной работе.
1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Практическое занятие № 5 «Получение экологически чистой энергии. Производство и использование биогаза» (8 ч)

Цель занятия: познакомиться с современными промышленными направлениями в микробиологии.

Содержание работы:
Темы для группового обсуждения:

1. Характеристика биогаза. Биометаногенез.
2. Технологические аспекты производства биогаза.
3. Подготовка и использование биогаза.
4. Производство этанола.
5. Биотехнологияя преобразования солнечной энергии.
6. Фотопроизводство водорода.

Рекомендации к самостоятельной работе.
1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Практическое занятие № 6 «Биотехнологическая переработка промышленных отходов, бытовых отходов и растительного сырья» (4 ч)

Цель занятия: изучить биотехнологические принципы переработки промышленных отходов, бытовых отходов и растительного сырья

Содержание работы:
Вопросы для реферата с презентацией:
1. Нормы накопления, состав и свойства твердых бытовых отходов. Обезвреживание и переработка твердых бытовых отходов.
2. Переработка отходов целлюлозного производства.
3. Переработка отходов молочной промышленности.
4. Переработка отходов спиртового и ацетонобутилового производства.
5. Биотехнологическое использование отходов производства сахара и крахмала.
6. Характеристика и методы переработки растительного сырья.
7. Гидролитическая и биотехнологическая переработка растительного сырья.
8. Твердофазная ферментация растительного сырья.
9. Биодеградация отходов сельского хозяйства.
10. Экологические технологии в сельском хозяйстве. Применение пробиотиков. Бактериальные удобрения. Биологическая защита растений. Силосование.
11. Получение биоразлагаемых полимерных материалов.

Рекомендации к самостоятельной работе.
1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

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

Основная литература

1. Слюняев, В. П. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие / В. П. Слюняев, Е. А. Плошко. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0487-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45315.

2. 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.

3. Ермаков, В. В. Биотехнология: практикум : учебное пособие / В. В. Ермаков, О. О. Датченко, Н. С. Титов. — Самара : СамГАУ, 2020. — 178 с. — ISBN 978-5-88575-613-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158649.

Дополнительная литература

1. Введение в направление. Биотехнология: учебное пособие / Л. С. Дышлюк, О. В. Кригер, И. С. Милентьева, А. В. Позднякова. — Кемерово : КемГУ, 2014. — 157 с. — ISBN 978-5-89289-810-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/60191.

2. 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.

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

Журнал Биотехнология – Режим доступа: http://www.biotechnology-journal.ru

Журнал Nature Biotechnology – Режим доступа: https://www.nature.com/nbt/

Законы, кодексы и нормативно-правовые акты в Российской Федерации - Режим доступа: https://legalacts.ru/