

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии, биотехнологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биохимические и микробиологические основы биотехнологических процессов

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Зеленихин П.В. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), Pavel.Zelenikhin@kpfu.ru

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- особенности основных метаболических путей различных групп микроорганизмов;

Должен уметь:

- ориентироваться в разнообразии микробных механизмов вовлечения углеродных субстратов различного строения в классические механизмы конечного окисления органических соединений и формирования амфиболового пула для анаболических процессов;
- осуществлять количественную оценку потенциальной энергетической эффективности широкого круга дыхательных субстратов на базе классических критериев соответствующих донорных и акцепторных редокс-пар, количества транспортируемых электронов);

Должен владеть:

- совокупностью знаний о типичных механизмах вовлечения соединений разного химического строения в нормальный метаболизм микробной клетки;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные в ходе освоения дисциплины знания в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.09 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 19.04.01 "Биотехнология (Системная биотехнология и архитектура живых систем)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 99 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 64 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 45 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Тема 1. ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА АЭРОБНЫХ ХЕМООРГАНОГЕТЕРОТРОФОВ	2	2	0	4	0	0	0	1	
2.	Тема 2. Тема 2. АНОКСИЧЕСКИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	2	2	0	4	0	0	0		
3.	Тема 3. Тема 3. БРОЖЕНИЕ	2	2	0	4	0	0	0		
4.	Тема 4. Тема 4. ФОТОТРОФИЯ У ПРОКАРИОТ	2	2	0	4	0	0	0		
5.	Тема 5. Тема 5. ОКИСЛЕНИЕ, НЕ СОПРЯЖЕННОЕ С СИНТЕЗОМ АТФ У МИКРООРГАНИЗМОВ	2	2	0	4	0	0	0	24	
6.	Тема 6. Тема 6. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА ПРОКАРИОТ. ПУТИ КАТАБОЛИЗМА ГЕКСОЗ У ПРОКАРИОТ. МЕТАНОГЕНЕЗ. МЕТАНОТРОФИЯ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЦТК ПУТИ АССИМИЛЯЦИИ ДВУХУГЛЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.	2	4	0	12	0	0	0		
7.	Тема 7. Тема 7. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС И ТОКСИЧНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА.	2	2	0	4	0	0	0		
8.	Тема 8. Тема 8. ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА У РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП ПРОКАРИОТ	2	4	0	6	0	0	0		
9.	Тема 9. Тема 9. БИОДЕГРАДАЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ	2	4	0	6	0	0	0		
10.	Тема 10. Тема 10. ПРОЦЕССЫ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ СМЕРТИ У ПРОКАРИОТ	2	2	0	4	0	0	0		
11.	Тема 11. Тема 11. ВОДОРОДНЫЕ БАКТЕРИИ. ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ.	2	4	0	6	0	0	0		
4.2 Тема 12. Особенности дыхательных процессов у прокариот										
Тема 12. Основы современной концепции энергетического обмена аэробных хемоорганиогетеротрофов										
Роль водорода и кислорода в биологических редокс-превращениях. Принципы количественной оценки потенциальной энергетической эффективности дыхательных процессов с учетом специфики окисляемых субстратов, систем переноса электронов и природы терминальных акцепторов.										
Принципы организации дыхательного аппарата аэробных и факультативно анаэробных хемоорганиогетеротрофных бактерий. Электронтранспортные цепи и их особенности у микроорганизмов.										

Электрохимический элемент, изменение стандартной свободной энергии в реакции, связанной с переносом электронов. Понятие стандартного восстановительного потенциала. Универсальные компоненты дыхательного процесса: Кофермент А, NAD(NADP), АТФ.

Тема 2. Тема 2. АНОКСИЧЕСКИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Фумаратное дыхание, восстановление окисных форм железа и марганца. Оксидации хрома, ванадия, теллура в качестве терминальных акцепторов электронов. Диссимиляционная сульфатредукция. Последовательные этапы исходной энергозависимой активации сульфата и последующего изменения окисильно-восстановительного состояния атома серы в интермедиатах и продуктах сульфатредукции. Сероредукция.

Тема 3. Тема 3. БРОЖЕНИЕ

Донорно-акцепторная проблема применительно к разным брожениям. Место брожений в эволюции органического мира. Биохимия процессов спиртового, молочнокислого, пропионовокислого, маслянокислого, уксуснокислого и смешанного брожений. Гомоацетатное брожение как один из способов фиксации неорганического углерода, кофакторы и биохимия этого процесса.

Уксуснокислое брожение. Особенности физиологии и биохимии процесса. Двойственность сути процесса уксуснокислого брожения.

Практическая важность бродильных процессов.

Тема 4. Тема 4. ФОТОТРОФИЯ У ПРОКАРИОТ

Происхождение фототрофии у бактерий. Оксигенный и аноксигенный фотосинтез. Основные фотосинтетические пигменты и их архитектура в клетке фототрофной бактерии. Фототрофия у пурпурных, зеленых нитчатых, зеленых бактерий и гелиобактерий. Оксигенная фототрофия цианобактерий. Квазифототрофия и её биологическое значение.

Тема 5. Тема 5. ОКИСЛЕНИЕ, НЕ СОПРЯЖЕННОЕ С СИНТЕЗОМ АТФ У МИКРООРГАНИЗМОВ

Оксидазы. Двух-электронное восстановление O₂ с образование H₂O₂ при участии оксидазного механизма окисления органических субстратов.

Отличительные особенности оксигеназных механизмов окисления. Классификация и особенности действия оксигеназ. Диоксигеназы двойного гидроксилирования и расщепления ароматического кольца в связи с их ключевой ролью в деструкции ароматических поллютантов. Принцип действия монооксигеназ. Цитохром Р450 и метаболическая активация промутагенов, проканцерогенов организмами.

Тема 6. Тема 6. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА ПРОКАРИОТ. ПУТИ КАТАБОЛИЗМА ГЕКСОЗ У ПРОКАРИОТ. МЕТАНОГЕНЕЗ. МЕТАНОТРОФИЯ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЦТК ПУТИ АССИМИЛЯЦИИ ДВУХУГЛЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

Специфика и разнообразие микробных обменных процессов. Особенности катаболических и анаболических реакций у микроорганизмов из различных физиолого-таксономических групп. Метанотрофия. Физиология и микробиология процесса. Гликолиз. Цикл Энтнера-Дудорова, Окислительный пентозофосфатный путь. Цикл трикарбоновых кислот и глиоксилатный шунт. Альтернативные ЦТК пути ассимиляции двухуглеродных соединений (этилмалониловый и метиласпартатный). Уникальные ферменты и кофакторы метаногенеза. Восстановление углекислоты при участии специфической цепи переноса электронов у хемолитоавтотрофных метаногенов: CO₂-редуктазный и CH₃-S-CoM-редуктазный этапы Представления о роли протонного градиента в этом процессе. Трофические взаимодействия в процессе метаногенеза в природных условиях.

Тема 7. Тема 7. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС И ТОКСИЧНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА.

Источники образования частично восстановленных форм кислорода в обменных процессах. Значение реакции, катализируемой супероксидисмутазой (SOD) с учетом её различного происхождения. Способы защиты микробных клеток от действия токсичных форм кислорода. Неферментативные и физиологические системы защиты. Биохимия и физиология защитных систем.

Тема 8. Тема 8. ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА У РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП ПРОКАРИОТ

Восстановление оксианионов азота (NO₃⁻, NO₂⁻) как последовательные этапы единого этапа единого дыхательного процесса или как отдельные варианты респираторной денитрификации. Генетические детерминанты. Функции pag-, nif-, pog- и nos-генов. Денитрификация/аммонификация нитрата и метаболический статус микроорганизмов.

Альтернативный диссимиляционной нитратредукции путь возвращения N₂ в атмосферу - анаэробное окисление аммиака. Микробиология и биохимия процесса Азотфиксация. Таксономическое разнообразие азотфиксаторов. Молекулярный механизм биологической фиксации азота. Эволюция процесса азотфиксации.

Тема 9. Тема 9. БИОДЕГРАДАЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Пути микробного катаболизма ксенобиотиков различного химического строения. Синтетические лактамы и их деградация микроорганизмами. Биодеградация фосфорорганических соединений. Фитин и фитазы. Ароматические нитро- и аминосоединения как потенциально мутагенные и канцерогенные агенты. Нитроредукция как основной путь трансформации и как механизм метаболической активации. Галогенорганические соединения - загрязнители природных сфер и живых организмов. Трансформация ДДТ как объекта глобального экологического мониторинга. Элиминация галогенов.

Тема 10. Тема 10. ПРОЦЕССЫ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ СМЕРТИ У ПРОКАРИОТ

Разнообразие механизмов запрограммированной клеточной смерти у прокариот, физиологическое значение этого процесса. Триггеры, активация которых опосредует клеточную смерть у микроорганизмов. Многообразие систем яд-противоядие у прокариот, их экологическое значение. Участие плазмид в регуляции клеточной смерти у прокариот.

Тема 11. Тема 11. ВОДОРОДНЫЕ БАКТЕРИИ. ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ.

Таксономия водородных бактерий, особенности их физиологии и биохимии. Характеристика процесса аэробного окисления водорода как формы энергетического метаболизма отдельных групп прокариот. Молекулярный механизм окисления водорода водородными бактериями. Практическое значение. Таксономия железобактерий, особенности их физиологии и биохимии.

Тема 12. Тема 12. ОСОБЕННОСТИ АНАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ПРОКАРИОТ

Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов у микроорганизмов. Характеристика метаболических путей, приводящих к предшественникам пуринов и пиримидинов.

Основные пути биосинтеза групп аминокислот у различных физиолого-биохимических групп прокариот. Группы аминокислот по происхождению от единых веществ-предшественников.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Annals of Microbiology - <http://link.springer.com/journal/13213>

NCBI - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Prokaryotes: Bacteria and Archaea - <https://www.boundless.com/biology/prokaryotes-bacteria-and-archaea>

Unusual Coenzymes of Methanogenesis - <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.bi.59.070190.002035>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе чтения лекций преподаватель рассказывает об основных понятиях и терминологических особенностях материала курса, а также связанных с ним теоретических и практических проблем, дает рекомендации по проведению самостоятельной работы и самоподготовке. Лекционный курс позволит студентам получить основную информацию по данной дисциплине
практические занятия	Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки лабораторий к функционированию, созданию регламентирующей работу лаборатории документации, а также для контроля преподавателем степени подготовленности обучающихся по изучаемой дисциплине
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы обучающиеся проводят проработку теоретических материалов полученных на аудиторных занятиях. Обучающимся рекомендуется после завершения занятий в этот же день просматривать и анализировать текст лекций и записи с практических занятий. Некоторые темы, а также неясные вопросы требуют дополнительного самостоятельного творческого поиска. В некоторых случаях неясные вопросы следует фиксировать, чтобы получить консультацию у преподавателя. При подготовке к следующей лекции повторять предыдущую с учетом знаний и навыков, полученных в ходе практических занятий. Следует регулярно повторять основные понятия и термины по заданной теме для эффективной подготовки к зачету.
зачет	Завершающим этапом изучения дисциплины является аттестация в виде устного зачета по всем темам курса. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 19.04.01 "Биотехнология" и магистерской программе "Системная биотехнология и архитектура живых систем".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
**B1.O.09 Биохимические и микробиологические основы
биотехнологических процессов**

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Маннапова Р.Т., Микробиология и иммунология. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Маннапова - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 544 с. - ISBN 978-5-9704-2750-7 - Режим доступа:
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427507.html>
2. Зверев В.В., Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Том 1. [Электронный ресурс] / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 448 с. - ISBN 978-5-9704-2914-3 - Режим доступа:
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429143.html>
3. Зверева В.В., Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. В 2 т. Том 2. [Электронный ресурс] : учебник / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9704-2915-0 - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429150.html>

Дополнительная литература:

1. Куранова Н.Г., Микробиология. Часть 1. Прокариотическая клетка [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Куранова, Г.А. Купатадзе. - М. : Прометей, 2013. - 108 с. - ISBN 978-5-7042-2459-4 - Режим доступа:
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785704224594.html>
2. Куранова Н.Г., Микробиология. Часть 2. Метаболизм прокариот [Электронный ресурс] / Куранова Н.Г. - М. : Прометей, 2017. - 100 с. - ISBN 978-5-906879-11-0 - Режим доступа:
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785906879110.html>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
**B1.O.09 Биохимические и микробиологические основы
биотехнологических процессов**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.