МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биохимия и физиология микроорганизмов Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология
Профиль подготовки: Микробиология и вирусология
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2019
Автор(ы): Зеленихин П.В.
Рецензент(ы): Ильинская О.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Ильинская О. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

Содержание

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

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

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

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) 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 образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ПК-1	способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-2	способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Выпускник, освоивший дисциплину:

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 амфиболического 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 в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Микробиология и вирусология)" и относится к обязательным дисциплинам.
Осваивается на 1 курсе в 1 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 46 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА АЭРОБНЫХ ХЕМООРГАНОГЕТЕРОТРОФОВ	1	2	0	0	
2.	Тема 2. АНОКСИЧЕСКИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	1	2	0	0	
3.	Тема 3. БРОЖЕНИЕ	1	2	0	0	
4.	Тема 4. ФОТОТРОФИЯ У ПРОКАРИОТ	1	2	0	0	
5.	Тема 5. ОКИСЛЕНИЕ, НЕ СОПРЯЖЕННОЕ С СИНТЕЗОМ АТФ У МИКРООРГАНИЗМОВ	1	2	0	0	24
6.	Тема 6. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА ПРОКАРИОТ. ПУТИ КАТАБОЛИЗМА ГЕКСОЗ У ПРОКАРИОТ. МЕТАНОГЕНЕЗ. МЕТАНОТРОФИЯ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЦТК ПУТИ АССИМИЛЯЦИИ ДВУХУГЛЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.	1	0	12	0	
7.	Тема 7. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС И ТОКСИЧНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА.	1	0	4	0	
8.	Тема 8. ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА У РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП ПРОКАРИОТ	1	0	6	0	
9.	Тема 9. БИОДЕГРАДАЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ	1	0	6	0	
10.	Тема 10. ПРОЦЕССЫ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ СМЕРТИ У ПРОКАРИОТ	1	0	4	0	
11.	Тема 11. ВОДОРОДНЫЕ БАКТЕРИИ. ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ.	1	0	2	0	
12.	Тема 12. ОСОБЕННОСТИ АНАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ПРОКАРИОТ	1	0	2	0	20
	Итого		10	36	0	44

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА АЭРОБНЫХ ХЕМООРГАНОГЕТЕРОТРОФОВ

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 хемоорганогетеротрофных 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.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 2. АНОКСИЧЕСКИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

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

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. 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. Квази-фототрофия и её биологическое значение.

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 P450 и метаболическая активация промутагенов, проканцерогенов организмами.

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 этапыПредставления о роли протонного градиента в этом процессе. Трофические взаимодействия в процессе метаногенеза в природных условиях.

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. 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 nar-, nir-, nor- 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. 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. ПРОЦЕССЫ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ СМЕРТИ У ПРОКАРИОТ

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. 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. 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 1			
	Текущий контроль		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Контрольная работа	ПК-1 , ОПК-3	1. ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА АЭРОБНЫХ ХЕМООРГАНОГЕТЕРОТРОФОВ 2. АНОКСИЧЕСКИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ 4. ФОТОТРОФИЯ У ПРОКАРИОТ
2	Презентация	ОПК-3 , ПК-1 , ПК-2	6. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА ПРОКАРИОТ. ПУТИ КАТАБОЛИЗМА ГЕКСОЗ У ПРОКАРИОТ. МЕТАНОГЕНЕЗ. МЕТАНОТРОФИЯ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЦТК ПУТИ АССИМИЛЯЦИИ ДВУХУГЛЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. 7. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС И ТОКСИЧНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА. 8. ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА У РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП ПРОКАРИОТ 9. БИОДЕГРАДАЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ 10. ПРОЦЕССЫ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ СМЕРТИ У ПРОКАРИОТ 11. ВОДОРОДНЫЕ БАКТЕРИИ. ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ. 12. ОСОБЕННОСТИ АНАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ПРОКАРИОТ
3	Контрольная работа	ПК-1 , ОПК-3	3. БРОЖЕНИЕ 5. ОКИСЛЕНИЕ, НЕ СОПРЯЖЕННОЕ С СИНТЕЗОМ АТФ У МИКРООРГАНИЗМОВ
	Экзамен	ОПК-3, ПК-1, ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 1					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 3

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Использованы надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	2
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 1

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 4

Примерные тестовые задания по материалам лекций:

1. Порядок расположения компонентов электрон-транспортной цепи: 1) цитохром aa3 2) NADH-дегидрогеназа 3) цитохром b 4) хинон 5) Fe-S белки 6) цитохром c

2. Фермент, осуществляющий восстановление Fe3+ при железном дыхании: 1) железоредуктаза 2) нитратредуктаза 3) нитритредуктаза 4) оксидоредуктаза 5) Fe-дегидрогеназа

3. Соотнесите микроорганизм и тип энергетического метаболизма 1. Bacillus subtilis 1. брожение 2. Enterobacter cloacae 2. фумаратное дыхание 3. Clostridim botulinum 3. хроматное дыхание 4. Desulfotomaculum acetoxidans 4. сульфатное дыхание 5. Desulfuromonas acetoxidans 5. серное дыхание 6. Wolinella succinogenes 6. фотосинтез 7. Heliobacillus mobilis 7. аэробное дыхание.

4. Микроорганизмы, осуществляющие диссимиляционную нитратредукцию: 1) облигатные аэробы 2) облигатные анаэробы 3) факультативные анаэробы 4) микроаэрофилы 5) галофилы

5. Фермент, осуществляющий замену дифосфатного остатка АТФ на сульфат на начальном этапе диссимиляционной сульфатредукции: 1) АТФ-сульфурилаза 2) АТФ-сульфатаза 3) АТФ-сульфидаза 4) Сульфат-АТФаза 5) Аденозинсульфаткиназа 6) Аденозинфосфосульфатсинтетаза.

6. Терминальная оксидаза электрон-транспортной цепи эубактерий: 1) цитохром b 2) цитохром c 3) цитохром aa3 4) цитохром e

7. При окислении одного моля глюкозы, если ее катаболизм идет по фруктозобифосфатному пути и через цикл трикарбоновых кислот образуется: 1) 26 молей АТФ 2) 34 моля АТФ 3) 36 молей АТФ 4) 38 молей АТФ

8. У растущих в аэробных условиях клеток Escherichia coli окисление 1 моля глюкозы приводит к образованию: 1) 26 молей АТФ 2) 34 моля АТФ 3) 36 молей АТФ 4) 38 молей АТФ

9. Самый распространенный способ катаболизма глюкозы у микроорганизмов: 1) гликолиз 2) 2-кето-3-дезокси-6-фосфоглюконатный путь 3) фосфокеталазный путь 4) брожение 5) дыхание

10. Энергетический метаболизм при котором электроны переносятся на ?связанный кислород?: 1) дыхание 2) анаэробное дыхание 3) брожение 4) окислительное фосфорилирование 5) рост на среде с высоким содержанием питательных веществ

11. Фермент, осуществляющий восстановление Fe3+ при железном дыхании: 1) железоредуктаза 2) нитратредуктаза 3) нитритредуктаза 4) оксидоредуктаза 5) Fe-дегидрогеназа

12. Впишите правильный ответ: _____ осуществляют перевод соединений Fe3+ из нерастворимой формы в растворимую при железном дыхании

13. Микроорганизмы, осуществляющие фумаратное дыхание: 1) Escherichia 2) Bacillus 3) Streptococcus 4) Klebsiella 5) Staphylococcus 6) Clostridium

14. Количество субъединиц фумаратредуктазы: 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5

15. Активный центр фумаратредуктазы 1) обращен в перплазматическое пространство 2) обращен в цитоплазму 3) находится в мембране 4) попеременно обращен то в цитоплазму, то в периплазматическое пространство 5) фумарат редуктаза имеет несколько активных центров различной локализации

16. Восстановление фумарата при фумаратном дыхании сопряжено с окислением: 1) лактата 2) глюкозы 3) ПВК 4) формиата 5) водорода 6) ацетата

17. Микроорганизмы, осуществляющие серное дыхание: 1) Campylobacter 2) Wolinella succinogenes 3) Bacillus megaterium 4) Desulfuromonas acetoxidans 5) Proteus vulgaris 6) Escherichia coli

18. Основной катаболический процесс Desulfuromonas acetoxidans: 1) серное дыхание 2) сульфатное дыхание 3) гомоацетатное брожение 4) фотосинтез 5) аэробное дыхание

19. Фермент, осуществляющий замену дифосфатного остатка АТФ на сульфат на начальном этапе диссимиляционной сульфатредукции: 1) АТФ-сульфурилаза 2) АТФ-сульфатаза 3) АТФ-сульфидаза 4) Сульфат-АТФаза 5) Аденозинсульфаткиназа 6) Аденозинфосфосульфатсинтетаза

20. Соединения азота, образующиеся в ходе диссимиляционной нитратредукции: 1) нитрит-ионы 2) нитрат-ионы 3) ионы аммония 4) NO 5) NO2 6) N2O

21. Микроорганизмы, осуществляющие диссимиляционную нитратредукцию: 1) облигатные аэробы 2) облигатные анаэробы 3) факультативные анаэробы 4) микроаэрофилы 5) галофилы

22. Микроорганизм, способный осуществлять только первую стадию диссимиляционной нитратредуции: 1) Bacillus subtilis 2) Enterobacter cloacae 3) Clostridim botulinum 4) Pseudomonas aerugenosa 5) Escherichia coli

2. Презентация

Темы 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Примерные темы докладов

1. Метанотрофия. Биохимия и микробиология процесса
2. Альтернативный ЦТК путь ассимиляции двухуглеродных соединений - этилмалониловый путь
3. Альтернативный ЦТК путь ассимиляции двухуглеродных соединений - метиласпартатный цикл
4. Жизнь и смерть бактериальный клетки. Запрограммированная клеточная гибель у бактерий
5. Биодеградация фосфорорганических соединений. Фитин и фитазы.
6. Альтернативный диссимиляционной нитратредукции путь возвращения N2 в атмосферу ? анаэробное окисление аммиака. Микробиология и биохимия процесса
7. Уксуснокислое брожение
8. Нитрификация. Микробиология, биохимия и физиология процесса
9. Железобактерии. Основные представители. Биохимия и физиология процесса
10. Азотфиксация. Таксономическое разнообразие азотфиксаторов. Молекулярный механизм биологической фиксации азота
11. Квазифототрофия. Микробиология и биохимия процесса
12. Цикл трикарбоновых кислот и глиоксилатный шунт. Особенности цикла Кребса у микроорганизмов.

3. Контрольная работа

Темы 3, 5

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Акцептор электронов при брожении: 1) продукт расщепляемого субстрата 2) водород, 3) нитрат 4) низкомолекулярное органическое соединение 5) пируват
2. Впишите правильный ответ: Масляная кислота, н-бутанол, ацетон, 2-пропанол и ряд других органических кислот и спиртов являются типичными продуктами сбраживания углеводов анаэробными спорообразующими бактериями из рода - _____
3. Условие синеза дополнительной АТФ у бродильщиков: 1) непрерывное удаление молекулярного водорода из среды 2) избыток питательных веществ 3) отсутствие кислорода 4) наличие экзогенного фосфата 5) низкая плотность популяции
4. Реакция, приводящая к образованию дополнительной молекулы АТФ при брожении
1) Фосфоенолпируват + АДФ + Фн → Пируват + АТФ
2) 1,3-бифосфоглицерат + АДФ + Фн → 3-фосфоглицерат + АТФ
3) Ацетилфосфат (бутирилфосфат) + АДФ + Фн → ацетат (бутират) + АТФ
4) Пируват + АДФ + Фн → ацетат + АТФ + CO2
5) Диметилацетон + АДФ + Фн → ацетат + АТФ + CO2
5. Фермент, катализирующий реакцию синтеза ацетилфосфата у бродильщиков:
Ацетил-СоА + Фн → Ацетилфосфат + СоА
1) ацетилфосфатсинтаза
2) фосфотрансацетилаза
3) ацетилфосфатсинтетаза
4) фосфопируватлиаза
5) фосфоацетилальдолаза
6. Бактерии, осуществляющие спиртовое брожение через гликолиз
1) Sarcina ventriculi
2) Zymomonas mobilis
3) Streptococcus lactis
4) Erwinia amylovora
5) Micromonospora ovaris
7. Продукты гетероферментативного молочнокислого брожения
1) лактат, этанол, CO2
2) лактат, ацетат, CO2
3) лактат, формиат, CO2
4) лактат, пируват, этанол
5) лактат, ацетат, CO2, маннитол
8. Бактерии, осуществляющие пропионовокислое брожение
1) Propionibakterium
2) Selenomonas
3) Clostridium
4) Micromonospora
5) Sarcina
6) Streptococcus
9. Бактерии, осуществляющие смешаное брожение
1) Escherichia
2) Salmonella
3) Shigella
4) Enterobacter
5) Serattia
6) Erwinia
10. Ключевой фермент пропионовокислого брожения
1) фумараза
2) метилмалонил-СоА-мутаза
3) СоА-трансфераза
4) метилмалонилкарбокситрансфераза
5) малатдегидрогеназа

Экзамен

Вопросы к экзамену:
Примерные билеты к экзамену:
БИЛЕТ 1
1. Железобактерии. Основные представители. Биохимия и физиология процессов осуществляемых железобактериями.
2. Неферментативные и физиологические системы защиты микроорганизмов от токсического действия молекулярного кислорода.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

БИЛЕТ 2

1. Источники и формы энергии, используемые прокариотами. Электрохимическая (ΔμH+) или химическая (АТФ) формы энергии. АТФ как основная молекула энергетического метаболизма. Пути создания электрохимического потенциала. Пути использования энергии клеткой.

2. Уникальные кофакторы метаногенеза.

БИЛЕТ 3

1. Альтернативный диссимиляционной нитратредукции путь возвращения N2 в атмосферу - анаэробное окисление аммиака. Микробиология и биохимия процесса.

2. Запрограммированная клеточная смерть у прокариот. Разнообразие механизмов, физиологическое значение.

БИЛЕТ 4

1. Принципы организации дыхательного аппарата аэробных и факультативно анаэробных хемоорганогетеротрофных бактерий. Электронтранспортные цепи и их особенности у микроорганизмов.

2. Ассимиляционная и диссимиляционная нитратредукция.

БИЛЕТ 5

1. 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.

2. Уникальные кофакторы ацетогенеза

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 1			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1 3	15 15
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	2	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 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

7.2. 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

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

Журнал Микробиология. Полнотекстовая версия - http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7899

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
самостоя-тельная 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.
контрольная работа	При подготовке к контрольной работе необходимо использовать лекционный материал, рекомендованную литературу, материалы практических занятий и ориентироваться на список контрольных вопросов. Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала
презентация	Обучающиеся готовят презентации и доклад, посвященный предложенной к раскрытию проблематике. Презентация и доклад представляются к оцениванию в электронном виде. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач. Обязательным условием является указание авторства всех используемых источников. Ссылки на статьи Википедии или сомнительные сайты без указания авторства недопустимы. Следует использовать рекомендуемую литературу, а также другие научные издания. Обязательным условием качественной презентации и доклада являются самостоятельный поиск литературы по теме доклада.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Экзамен проходит в традиционной форме, каждый экзаменационный билет содержит два вопроса по дисциплине из списка экзаменационных вопросов. Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван оценить, закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. Подготовка к экзамену включает в себя: - проработку основных вопросов курса; - чтение основной и дополнительной литературы по темам курса; - подбор примеров из практики, иллюстрирующих теоретический материал курса; систематизацию и конкретизацию основных понятий дисциплины; - составление примерного плана ответа на экзаменационные вопросы.

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

Освоение дисциплины "Биохимия и физиология микроорганизмов" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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.

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

Освоение дисциплины "Биохимия и физиология микроорганизмов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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 06.04.01 "Биология" и магистерской программе Микробиология и вирусология .