

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»**

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ**

А. С. Воронцов



_____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Спецглавы биотехнологии

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение – 2024.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: Вариативная часть, блок: «Дисциплины специализации», реализуется в 11 семестре.

Дисциплина введена в учебный план с целью получения базовых теоретических знаний и практических навыков в области приложения генетических технологий в промышленную биотехнологию.

Разработанная программа дисциплины «Спецглавы биотехнологии» предназначена для подготовки специалистов-биологов. Эта дисциплина формирует у будущего специалиста-биолога компетенцию в области биотехнологии, биоинженерии и синтетической биологии, применения фундаментальных знаний в научно-исследовательской и практической деятельности в сфере конструирования биологических систем с заданными свойствами и функциями для биотехнологий.

В результате изучения дисциплины «Спецглавы биотехнологии» студенты приобретают знания о современных методах создания штаммов продуцентов для промышленных биотехнологий.

Изучение дисциплины базируется на освоенных в программе бакалавриата курсах биохимии, молекулярной биологии, генетики, биофизики, микробиологии и биотехнологии.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Освоенные дисциплины по биохимии, молекулярной биологии, генетике, биофизике, микробиологии.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны:

- **знать** основы биохимии, биофизики и молекулярной биологии, генетики, микробиологии;
- **уметь** анализировать научные публикации, грамотно излагать знания в письменной и устной форме и участвовать в различных формах дискуссий;
- **владеть** базовыми навыками подготовки и представления докладов.
- **демонстрировать готовность** применять методологию геномного редактирования в профессиональной деятельности, в том числе для решения научно-практических задач в междисциплинарных областях.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с
-------------	----------------------------------	--

		индикаторами достижения компетенций
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.</p>	<p>УК-1.1. Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием системного подхода.</p> <p>УК-1.2. Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы системного подхода к редактированию геномов, к моделированию биологических объектов и биосинтетических процессов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выработать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности. <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
<p>ОПК-1. Способен применять знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии,</p>	<p>ОПК-1.11. Применяет современные технологии геномного редактирования для решения научно-практических задач.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • научные основы биотехнологии, применяемые при отборе и модификациях промышленных штаммов микроорганизмов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять современные технологии

биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы.		геномного редактирования для дизайна и создания штаммов продуцентов с заданными свойствами для решения инновационных задач промышленных и пищевых биотехнологий. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • современными технологиями геномного редактирования.
--	--	---

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 7 з.е. (252 ак.ч), из них 198 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 36 ак.ч) и на занятиях семинарского типа (семинары – 90 ак.ч., практические занятия – 72 ак.ч.). Самостоятельная работа обучающихся – 54 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – экзамен (11 семестр).

5. Форма обучения

Очная.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (ак.часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, ак.часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, ак.часы				Всего	
		Занятия лекционного типа (лекции)	Занятия семинарского типа (практические занятия)	Занятия семинарского типа (семинары)	Всего		
Тема 1. Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной	42	6	12	15	33	9	

генетики.						
Тема 2. Метаболизм и регуляция.	42	6	12	15	33	9
Тема 3. Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика.	42	6	12	15	33	9
Тема 4. Редактирование геномов. Синтез генов.	42	6	12	15	33	9
Тема 5. Основы трансформации бактерий.	42	6	12	15	33	9
Тема 6. Биогетехнологии и защита окружающей среды.	42	6	12	15	33	9
Промежуточная аттестация – экзамен						
Итого	252	198				54

6.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

Тема 1. Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики.

Понятие промышленной биотехнологии. Применение ферментов и микроорганизмов для промышленной переработки и производства химических соединений, материалов, топлива. Общая характеристика подходов для создания новых практически полезных ферментов, микроорганизмов, сообществ микроорганизмов.

Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот. Кольцевые молекулы двойных спиралей ДНК, понятие о суперспирализации, ее биологическая роль в клетках микроорганизмов.

Физико-химические особенности структуры и функционирования белков и ферментов.

Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций.

Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция. Механизмы репликации и контроль копийности плазмид. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях. Синтез белка – генетический код, механизм трансляции и ее регуляция. Стабильность РНК и белка в клетках бактерий.

Методы генетического обмена. Генетическая трансформация, природная и индуцированная. Слияние протопластов. Конъюгация у бактерий. Лизогения и трансдукция, общая и специфическая.

Тема 2. Метаболизм и регуляция.

Метаболизм как источник соединений с высоким рыночным потенциалом. Метаболическая сеть. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках. Пути гликолиза, цикл трикарбоновых кислот и окислительное фосфорилирование. Бактериальный фотосинтез. Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений в качестве источника углерода, метилотрофы, метанотрофы. Специфические особенности молекулярной биологии дрожжей и мицелиальных грибов как представителей эукариот в микробиологической биотехнологии.

Механизмы регуляции метаболизма. Сходства и различия метаболизма различных организмов, принципиальные возможности метаболических прививок.

Центральный метаболизм *Escherichia coli* при росте на глюкозе и других сахарах. Би-компонентные системы передачи сигналов на примере регуляции потребления азота, фосфора клетками *E.coli*.

Тема 3. Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика.

Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций. Анализ дифференциальной экспрессии генов. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных. Выравнивание последовательностей. Методы поиска гомологов. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества. Сборка геномов и метагеномов. Регулируемая экспрессия генов микроорганизмов. Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами.

Тема 4. Редактирование геномов. Синтез генов.

Методы генетической модификации микроорганизмов, мутагенез и селекция, геновая инженерия, методы направленной модификации – метод обмена аллелей, рекомбинирование λ -red, CRISPR-Cas системы редактирования. Разнообразие систем CRISPR-Cas. Инженерные белки для редактирования геномов. Цинковые пальцы, TALEN, мегануклеазы. Механизмы репарации ДНК. Офф-таргетные эффекты.

Тема 5. Основы трансформации бактерий.

Лабораторные работы призваны сформировать базовые навыки работы в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и дать представление о методах конструирования промышленных штаммов-продуцентов и технологиях микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов и ферментационных аппаратов.

Цель: научиться проводить трансфекцию плазмиды в клетку, оценивать компетентность клеток и эффективность трансфекции, скорость наработки белка, разрезать и сшивать молекулы ДНК, использовать метод ПЦР, работать с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей.

ЛР 1. Задача работы состоит в обучении студентов практическим основам трансформации бактерий. Студентам предстоит трансфицировать в бактерию плазмиду, содержащую красный флуоресцентный белок. Необходимо будет оценить эффективность трансфекции, а также скорость наработки бактериями белка путем измерения сигнала флуоресценции. Во второй части цикла лабораторных работ студенты осваивают методы гель электрофореза ДНК, методы амплификации фрагмента ДНК с плазмиды методом ПЦР, методы разрезания и сшивания ДНК.

Трансформация бактерий с помощью плазмиды, содержащей флуоресцентный белок; высевание клеток на агарозный гель; подрачивание в течение ночи. Работа с ПО по просмотру плазмид, поиск сайтов рестрикции.

Анализ эффективности трансфекции выращенных колоний. Подрачивание культуры клеток в объемной среде с различной концентрацией индуктора. Работа с базами данных генетических последовательностей. Анализ уровней экспрессии белка. Выделение плазмиды. Рестрикция плазмиды. Разделение фрагментов ДНК методом гель электрофореза. Переклонирование генетической конструкции в плазмидный бэкбон с устойчивостью к другому антибиотику. Высевание клеток на агарозный гель. Анализ выращенных колоний, ПЦР-клон чек.

ЛР2. Получение штамма *Escherichia coli*, содержащего lux - оперон из *Photobacterium luminescens* и его использование для экологического мониторинга.

ЛР включает следующие этапы:

ведение оперона Lux из *P. luminescens* в *E.coli* в составе плазмиды;

идентификация клонов, получивших lux-оперон, по уровню люминесценции и с помощью ПЦР;
определение общей токсичности образца по изменению уровня люминесценции культуры.

Тема 6. Биогeотехнологии и защита окружающей среды.

Биогeотехнология. Определение биогeотехнологии и биогидрометаллургии, основные понятия, термины. Технологии получения цветных и благородных металлов из сульфидных руд. Основные принципы, лежащие в основе биогидрометаллургических технологий. Разнообразие микроорганизмов, используемых в биогeотехнологических процессах (таксономические и физиологические группы), их биогeохимическая и биотехнологическая роль. Биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе (очистка сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианидов и тиоцианатов).

Микробиологические методы повышения нефтеотдачи.

Технологии очистки сточных вод. История создания и развития очистных сооружений. Фундаментальные основы очистки сточных вод (физические, физико-химические и биологические методы). Фракции сточной воды. Общая схема и основные этапы очистки сточных вод. Понятие «активный ил» – центральное звено биологической очистки сточных вод (состав, типы – плавающий, прикреплённый). Микроорганизмы и микробные сообщества, входящие в активный ил, понятие «флоккула» и флокулообразование. Общие представления об основных микробиологических процессах – аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы, нитрификация, денитрификация, анаммокс, фосфатаккумуляция, сульфатредукция, метаногенез.

Основы технологии очистки сточных вод. Общая схема очистного сооружения. Понятие биореактора-аэротенка (проточные, последовательно-периодического типа). Переработка органической фракции промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов.

Переработка биоразлагаемой органической фракции муниципальных и сельскохозяйственных отходов методом компостирования.

Метантенки, анаэробное сбраживание, лабораторные и промышленные установки.

Понятие биоремедиация почв и водоемов. Углекислородфиксирующие микроорганизмы – особенности метаболизма. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде.

Методы борьбы с загрязнением пластиком. Возможности использования микробиологических методов для биоремедиации почв и водоемов, загрязненных тяжелыми металлами.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
-------------	---	--------------------

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> основы системного подхода к редактированию геномов, к моделированию биологических объектов и биосинтетических процессов. 	<ol style="list-style-type: none"> Вопросы для текущей и промежуточной аттестации Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий)
	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности. 	<ol style="list-style-type: none"> Вопросы для текущей и промежуточной аттестации Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий) Ситуационные кейс-задания
	Владеет: <ul style="list-style-type: none"> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. 	<ol style="list-style-type: none"> Вопросы для текущей и промежуточной аттестации Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий) Ситуационные кейс-задания
ОПК-1 Способен применять знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных	Знает: <ul style="list-style-type: none"> научные основы биотехнологии, применяемые при отборе и модификациях промышленных штаммов микроорганизмов. 	<ol style="list-style-type: none"> Вопросы для промежуточной аттестации Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий)
	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> применять современные технологии геномного редактирования для дизайна и создания штаммов продуцентов с заданными свойствами для решения инновационных задач промышленных и пищевых биотехнологий. 	<ol style="list-style-type: none"> Вопросы для промежуточной аттестации Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий) Ситуационные кейс-задания

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы.	Владеет: <ul style="list-style-type: none"> современными технологиями геномного редактирования. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вопросы для промежуточной аттестации 2. Рекомендации по подготовке докладов (с критериями оценивания заданий) 3. Ситуационные кейс-задания

7.2. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция.
2. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации.
3. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях.
4. Методы генетического обмена.
5. Генетическая трансформация, природная и индуцированная.
6. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках.
7. Центральные метаболизм *E.coli* при росте на глюкозе и других сахарах.
8. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
9. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений.
10. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций.
11. Анализ дифференциальной экспрессии генов.
12. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных.
13. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества.
14. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов.
15. Разработка методов внесения генетических конструкций (векторов, ПЦР фрагментов) в клетки целевого штамма.
16. Генетические конструкции для инактивации генов.
17. Направленная инактивация генов методами гомологичной рекомбинации и CRISPR/Cas9.
18. Последовательная инактивация двух генов с помощью Cas9.
19. Биогидрометаллургия и ее преимущества для переработки конкретных типов минерального сырья.
20. Основные таксономические и физиологические группы микроорганизмов, используемые в биоготехнологических процессах.
21. Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач.
22. Масштаб и роль очистки сточных вод в качестве жизни человека, экологии.
23. Суть технологий очистки сточных вод.

24. Основные процессы, лежащие в основе технологий очистки сточных вод (физические, химические, биологические).
25. Основные физиологические группы микроорганизмов, используемые в технологиях очистки стоков.
26. Что такое активный ил. Типы по прикреплению, структуре.
27. Базовая схема очистного сооружения.
28. Понятие биореактора – аэротенка.
29. Углеводородокисляющие микроорганизмы – особенности метаболизма.
30. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде.
31. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов.
32. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами.
33. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов.
34. Две стороны одной медали: защищать или разрушать пластик?
35. Какой продукт получают при компостировании, дайте его характеристику.
36. Основные группы микроорганизмов-деструкторов биоразлагаемого бытового мусора.
37. Приведите пример, как изменялось микробное сообщество при со- компостировании пищевых и агроотходов?
38. Виды, объемы муниципальных отходов и практические примеры реализации технологии.
39. История использования биогаза как альтернативного источника энергии
40. Понятие процесса анаэробного сбраживания для получения биогаза и других ценных продуктов метаболизма.

Отчет по практическим заданиям

Отчет по практическим заданиям выполняется в соответствии с утвержденными формами. Отчет, в соответствии с заданием работы, должен включать в себя:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткое описание хода и этапов исследования.
4. Расчетная часть
5. Таблицы – результаты опыта и расчета.
6. Графики.
7. Вывод.

Примеры тем докладов

1. Принципы белок-нуклеинового узнавания. Классификация взаимодействий. Взаимодействия регуляторных белков с сайтами ДНК в В-форме – общие принципы; альтернативные модели кинетики поиска белком специфических сайтов связывания с ДНК.
2. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных. Выравнивание последовательностей.
3. Перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий. Биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе.
4. Примеры современных технологий полной биологической очистки стоков.

Примеры тем рефератов

1. Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот.
2. Физико-химические особенности структуры и функционирования белков и ферментов.
3. Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций.
4. Отходы - негативный результат промышленности или ценный ресурс. Раскрыть тему на конкретном примере.

Пример ситуационного кейс-задания

1. Выберите на официальном сайте научно-популярного издания сообщение о современном научном достижении, относящемся к тематике изучаемой дисциплины (используйте материалы разделов Новости, Статьи, Обзоры и др.).
2. Напишите рецензию на выбранное сообщение. В рецензии дайте критический анализ и оценку новостного сообщения о научном факте.
3. Представьте новостное сообщение и рецензию эксперту. При обсуждении рецензии отметьте перспективы научных исследований в данной области, выделите актуальные для практики аспекты рассмотренной проблемы.
4. Предложите свое видение проблемы, наметьте свои подходы поиску решений подобных задач.

Рекомендации для оценивания выполнения задания (рецензия на доклад)

- Рецензия должна быть выдержана в стиле, принятом в научном сообществе. Следует обратить внимание на терминологическую точность.
- Текст должен содержать все композиционно необходимые части (введение, структурированная основная часть, заключение). Во введении должно быть отмечено место рассматриваемой проблемы в современной науке.
- Комментарии к аргументам сообщения должны опираться на современные сведения из разных областей естественных наук.
- В рецензии должны быть явно выделены актуальность и практическая значимость описываемого достижения
- Представление рецензии должно опираться на нормы академической дискуссии. Студент должен предложить свои идеи, связанные с рассматриваемой ситуацией

7.3. Описание критериев и шкал оценивания

Описание показателей и критериев оценивания выполнения задания, описание шкал оценивания

Критерии оценки работы на семинарских занятиях

Оценка	Описание критериев оценки
отлично	Постоянная активная работа на семинарских занятиях, своевременная подготовка докладов, активное обсуждение материала занятий
хорошо	Активная работа на не менее чем половине семинарских занятий, своевременная подготовка докладов
удовлетворительно	Пассивное участие в семинарских занятиях, своевременная подготовка докладов
неудовлетворительно	Пассивное участие в менее чем половине семинарских занятий, подготовка части докладов

Критерии оценки докладов

Сумма баллов	Требования
отлично	Сформулирована проблема, выдержана логика и структура презентации. Каждый элемент структуры соответствует постановке проблемы, глубоко проработан и аргументирован (приведены статистика, исследования). Студент уверенно владел навыками публичного выступления, аргументированно отвечал на вопросы
хорошо	Сформулирована проблема, выдержана логика и структура презентации. Каждый элемент структуры соответствует постановке проблемы, глубоко проработан и аргументирован (приведены статистика, исследования). Студент не достаточно уверенно владел навыками публичного выступления, ответил не на все вопросы преподавателя, ответы были аргументированы
удовлетворительно	Сформулирована проблема, выдержана логика и структура презентации. Каждый элемент структуры соответствует постановке проблемы, элементы недостаточно глубоко проработаны (проработаны 2 из 4 элементов структуры презентации) и аргументированы. Студент неуверенно владеет навыками публичного выступления, отвечает не уверенно и не на все вопросы преподавателя, отсутствует аргументация при ответе, может ответить при помощи наводящих вопросов от преподавателя
неудовлетворительно	Студент не выполнил задание. Студент выполнил задание, однако в презентации отсутствует постановка проблемы или не соответствуют содержанию проекта. Не соблюдена структура презентации или отсутствуют 2 и более элемента структуры, отсутствует логика презентации и аргументация. Студент не владеет навыками публичного выступления, не может ответить на вопросы преподавателя, в том числе при помощи наводящих вопросов

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20
Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности	21-32
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

Критерии оценки ответов на промежуточной аттестации (экзамене)

При оценке ответа студента на зачете учитываются:

- правильность ответа на вопрос;
- содержание и полнота ответа на поставленные дополнительные вопросы;
- логика изложения материала;
- умение связывать теоретические и практические аспекты вопроса;
- культура письменной или устной речи.

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-ти балльной шкале	Оценка на зачете
недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно	не зачтено
базовый	20-26	удовлетворительно	зачтено
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо	
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично	

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине (модулю)				
(*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)				
Оценка Рез-т обучения	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень литературы

Обзоры по тематике исследований в открытом доступе.

8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader
4. Windows,
5. Google Chrome
6. MS Office

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>),
2. Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>),
3. База данных геномных и протеомных инструментов (<https://www.expasy.org/>).

8.4. Описание материально-технической базы

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных семинарских занятий и практических, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - А. Помещения: аудитории для проведения лекционных/семинарских/практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
 - Б. Оборудование: наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, компьютер, проектор, экран, доска.

9. Язык преподавания

Русский.

10. Преподаватели

Попов Владимир Олегович

доктор химических наук (29 апреля 1988 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

профессор по специальности биохимия (03 октября 1997 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ), академик РАН (Москва, 15 ноября 2019 года, общее собрание РАН)

Машко Сергей Владимирович

доктор биологических наук (18 марта 1988 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

профессор (18 августа 19897 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

Шайтан Алексей Константинович

доктор физико-математических наук (15 апреля 2021 года, присвоено решением Диссовета МГУ.03.02 при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова)

член-корреспондент РАН (Москва, 02 июня 2022 года, общее собрание РАН)

Страховская Марина Глебовна

доктор биологических наук (06 мая 2011, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

без ученого звания

11. Разработчики программы

Попов Владимир Олегович, заведующий кафедрой синтетической биологии биологического факультета МГУ

Страховская Марина Глебовна, доцент кафедры синтетической биологии биологического факультета МГУ.