

**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:

Физиология и культивирование микроорганизмов

**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 в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: Вариативная часть, блок: «Дисциплины специализации», реализуется в 5 семестре.

Цель. Дисциплина предназначена для ознакомления студентов познакомить студентов на современном профессиональном уровне с принципами взаимодействия популяций микроорганизмов с окружающей средой, с использованием этих принципов для культивирования микроорганизмов в лабораторных и производственных условиях, формой ответа микроорганизмов на влияние физико- химических факторов окружающей среды, динамической и кинетической характеристиками этого ответа.

Дисциплина «Общая физиология микроорганизмов» предваряет учебно-производственную практику, курс лекций по «Промышленной микробиологии и биотехнологии» и др, выполнение студентами ВКР.

2. Входные требования

Для освоения дисциплины необходимо освоение следующих дисциплин: математических методов в биологии, химии –неорганической, органической, аналитической и физикой, физики, биологических наук – ботаники, зоологии, клеточной биологии, генетики, биохимии.

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

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

<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности;</p>	<p>ОПК-2.13. Разрабатывает биологические и математические модели и методы для расчета параметров роста микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды и условий культивирования в экспериментальных и производственных условиях</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы роста микробных популяций и имеет представление о гетерогенности микробных популяций. • теоретические основы разных форм культивирования и имеет представление о роли стрессовых факторах; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать критерии физиологии микроорганизмов применительно к объектам своей профессиональной деятельности и биосферы в целом; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчета условий культивирования микроорганизмов для получения продуктов микробной биотехнологии на популяционном уровне, владеет навыками моделирования процессов роста популяций микроорганизмов и синтеза ими целевых продуктов.
---	---	---

<p>ОПК-8. Способен использовать и развивать новые представления и методы в области генетики, биотехнологии, биоинженерии, биоинформатики, синтетической биологии, моделирования биологических процессов для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и экологии (в том числе биомедицинских)</p>	<p>ОПК-8.4. Предлагает оптимальные условия для культивирования микроорганизмов для получения биомассы или целевого продукта с учетом биологической и экологической безопасности процесса.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила культивирования на основе динамических и кинетических характеристик роста популяций микроорганизмов, закономерности образования микроорганизмами практически ценных метаболитов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать современное лабораторное оборудование при культивировании прокариот; • производить расчеты кинетических параметров роста и образования ценных метаболитов микроорганизмами; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками создания условий для выращивания микроорганизмов с разным метаболизмом : от приготовления питательных сред до использования разных форм культивирования.
--	--	---

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 3 з.е. (108 ак.ч), из них 54 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 54 ак.ч). Самостоятельная работа обучающихся – 54 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – зачет (5 семестр).

5. Форма обучения – очная

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Занятия лекционного типа (Лекции), ак.ч.	Самостоятельная работа, ак.ч.
1.	Тема 1. Физиология – предмет и задачи. Кинетика роста микроорганизмов. Рост микроорганизмов и основные общие законы популяционной динамики живых организмов.	5	5
2.	Тема 2. Влияние физико-химических факторов окружающей среды (температура, рН, концентрации веществ, освещенность др.) на рост и развитие микроорганизмов в природе и лаборатории.	5	5
3.	Тема 3. Методы учета микроорганизмов и их метаболической активности. среды.	5	5
4.	Тема 4. Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании	5	5
5.	Тема 5. Непрерывное культивирование.	5	5
6.	Тема 6. Кинетика образование продуктов микроорганизмами в разных условиях культивирования.	5	5
7.	Тема 7. Рост микроорганизмов в условиях стресса.	5	5
8.	Тема 8. Гетерогенность популяции микроорганизмов	5	5
9.	Тема 9. Многокомпонентные культуры. Кинетика их роста.	5	5
10.	Тема 10. Рост микроорганизмов в прикрепленном состоянии, его кинетические характеристики. Твердофазное культивирование.	5	5
11.	Тема 11. Построение математических моделей и статистическая обработка результатов	4	4
12.	Всего:	54	54

6.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

Предмет дисциплины «физиология микроорганизмов». История, методы и актуальность. Кинетика роста микроорганизмов – основное направление физиологии микроорганизмов. Понятие «Рост». Рост микроорганизмов описывается основными общими законами популяционной динамики живых организмов.

Влияние физико-химических факторов окружающей среды (температура, рН, концентрации веществ, освещенность др.) на рост и развитие микроорганизмов в природе. Культивирование микроорганизмов в лаборатории. Необходимые условия, методы их обеспечения. Методы учета микроорганизмов и их метаболической активности. Традиционные методы количественного учета микроорганизмов: прямой подсчет клеток, определение биомассы или ее компонентов, высеv на питательные

среды, нефелометрия и др. Использование флуоресцентных красителей для детекции метаболической активности бактерий *in situ*. Возможности проточной и твердофазной цитометрии. Молекулярно-генетические и иммунохимические методы качественного и количественного учета групп микроорганизмов в природных сообществах.

Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании.

«Рост» и «биомасса» - соотношение понятий. Параметры роста микроорганизмов и способы их расчета: удельная скорость роста - μ , «время генерации» - g , «субстратная константа или – константа насыщения» - K_s , «экономический коэффициент» - u , метаболический коэффициент – q , коэффициент энергии поддержания - m . Уравнение Моно - зависимость μ от концентрации субстрата.

Решение задач.

Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании.

Классическая кривая роста. Характеристика каждой стадии роста.

Модификации кривых роста простой периодической культуры. Закономерности роста микроорганизмов на субстратах- ядах. Периодическая культура полного вытеснения, с возвратом биомассы, с возвратом среды, диализная культура и т.д. Использование в биотехнологии. Решение задач.

Непрерывное культивирование.

Представление о непрерывном культивировании - хемостат и турбидостат. Принцип хемостата – физиологическая основа. Скорость роста и скорость разбавления. Стационарное состояние культуры в хемостате. Особенности поведения культуры в хемостате при использовании разных лимитирующих факторах. Энергия поддержания и способ ее расчета при хемостатном культивировании. Технологические варианты хемостатного культивирования: – батареи ферментеров, ферментеры с возвратом биомассы. Преимущества проточного культивирования и его практическое использование. Решение задач.

Образование продуктов микроорганизмами.

Виды продуктов – эндо и экзопродукты. Влияние продуктов на рост культуры – ингибиторы, запасные вещества. Работы Шапошникова. Закономерности образования продуктов при периодическом и непрерывном культивировании. Отношение скорости роста к скорости образования продукта. Первичные и вторичные метаболиты. Стресс.

Адаптация микробов к изменению условий внешней среды. Уровни адаптации. Понятие стресса у микроорганизмов. Виды стресса, стратегии адаптации к стрессу. Специфические физиологические реакции микроорганизмов на отдельные виды стрессовых воздействий: тепловой и холодовой шок, осмотический, окислительный, голодание и др. Механизмы общего ответа на стресс. Выживание бактерий при длительном стрессе: переход в некультивируемое состояние, образование покоящихся форм.

Диссоциация как способ расширения адаптивных возможностей микроорганизма. Физиолого-биохимические различия диссоциантов. Влияние внешних факторов среды на жизнедеятельность диссоциантов бактерий. Изменение соотношения диссоциантов при развитии микробной популяции в природе, лаборатории и на биотехнологических производствах. Значение, способы регуляции.

Смешанные культуры.

Использование смешанных культур в биотехнологии – задачи и перспективы. Возможные типы взаимоотношений между разными видами микроорганизмов при совместном росте. Стратегии роста микроорганизмов. Условия устойчивости

смешанных культур при периодическом режиме. Возможные варианты роста смешанной культуры в режиме хемостата.

Самостоятельная работа – описание экспериментальных результатов и обсуждение результатов самостоятельной работы.

Биопленки – основная форма сообществ в природе, распространение в природе и использование в биотехнологии. Кинетика роста биопленок. Имобилизованные клетки. Кинетика роста, использование на практике. Рост микроорганизмов на поверхности плотных сред. Твердофазное культивирование.

Представление о математическом моделировании – на примере задачи «подбор среды методом планирования эксперимента». Статистические методы оценки результатов.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы роста микробных популяций и имеет представление о гетерогенности микробных популяций. • теоретические основы разных форм культивирования и имеет представление о роли стрессовых факторах; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать критерии физиологии микроорганизмов применительно к объектам своей профессиональной деятельности и биосферы в целом; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчета условий культивирования микроорганизмов 	<ul style="list-style-type: none"> • Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устные опросы, письменные контрольные работы, зачет по лабораторным занятиям) • Ситуационные задания

	<p>для получения продуктов микробной биотехнологии на популяционном уровне, владеет навыками моделирования процессов роста популяций микроорганизмов и синтеза ими целевых продуктов.</p>	
<p>ОПК-8. Способен использовать и развивать новые представления и методы в области генетики, биотехнологии, биоинженерии, биоинформатики, синтетической биологии, моделирования биологических процессов для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и экологии (в том числе биомедицинских)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила культивирования на основе динамических и кинетических характеристик роста популяций микроорганизмов, закономерности образования микроорганизмами практически ценных метаболитов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать современное лабораторное оборудование при культивировании прокариот; • производить расчеты кинетических параметров роста и образования ценных метаболитов микроорганизмами; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками создания условий для выращивания микроорганизмов с разным метаболизмом : от приготовления питательных сред до использования 	<ul style="list-style-type: none"> • Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устные опросы, письменные контрольные работы, зачет по лабораторным занятиям) • Ситуационные задания

	разных форм культивирования.	
--	---------------------------------	--

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

Примерные задания текущего контроля успеваемости

- 1. Задание** - допустим, что за 20 часов экспоненциального роста число клеток в суспензии возросло со 100 до 100 00000, Найдите время генерации.
- 2. Задание** - культура растет на глюкозе с параметрами уравнения Моно $\mu_{\max} = 0,045 \text{ мин}^{-1}$, $K_s = 10^{-4}$ моль/л. При каких концентрациях глюкозы может быть достигнута скорости роста, составляющие 30, 50 и 80% от максимальной.
- 3. Задание** - Оптимизация pH питательной среды позволила изменить время удвоения культуры с 55 до 48 мин. Как вы оцените с помощью экспоненциальной модели роста, насколько изменится время достижения плотности популяции 10^8 кл/мл, если концентрация инокулята 10^5 кл/мл (изменением концентрации субстрата можно пренебречь).
- 4. Задание** - Сахаромицеты растут на глюкозе с константой Моно равной $0,25 \text{ мг/л}$. А) Во сколько раз изменится удельная скорость роста при изменении концентрации субстрата с $0,5$ до 20 мг/л ?
- 5. Задание** - Рост микроорганизмов на глюкозе описывается параметрами модели Моно: $\mu_m = 0,3 \text{ ч}^{-1}$; $K_s = 0,35 \text{ г/л}$, концентрация глюкозы в питательной среде $0,5 \text{ г/л}$. Определите удельную скорость роста.
- 6. Задание** - Рост микроорганизмов на глюкозе описывается параметрами модели Моно: $\mu_{\max} = 0,5 \text{ ч}^{-1}$, $K_s = 0,1 \text{ г/л}$, концентрация глюкозы в питательной среде 10 г/л и скорость разбавления $0,4 \text{ ч}^{-1}$. Какова стационарная концентрация глюкозы на выходе?
- 7. Задание** - При культивировании в режиме хемостата бактериальной культуры будет ли она вымываться при скорости разбавления $D = 0,2 \text{ час}^{-1}$, если $K_s = 0,2$ а концентрация глюкозы $s = 1 \text{ г/л}$?
- 8. Задание** - Проток включают, когда достигается максимальный экономический коэффициент равный $y = 0,4$, биомасса при этом $X = 18,75 \text{ г/л}$, (начальную можно $= 0$) при $D = 0,45 \text{ час}^{-1}$, остаточная $s = 0,8 \text{ г/л}$; $K_s = 0,2 \text{ г/л}$, Какова максим скорость роста этой культуры? .

Примерные задания (билеты) промежуточной аттестации

Билет 1.

1. Физиология роста микроорганизмов, как раздел популяционной экологии. Основные законы популяционной экологии.
2. Термический стресс у микроорганизмов (тепловой и холодовой шок). Регуляция подвижности мембраны. Белки теплового и холодового шока. Функции шаперонов.

Билет 2.

1. Соотношение понятий Рост и биомасса. Прямые методы определения количества микроорганизмов: подсчет под микроскопом, взвешивание. Варианты методов. Преимущества, недостатки и ограничения в использовании методов.
2. Влияние окислительно-восстановительных свойств среды и кислорода на рост микроорганизмов.

Билет 3.

1. Периодическая культура - модель для расчета параметров роста. Удельная скорость роста и время генерации.
2. Явление диссоциации/вариации фаз у микроорганизмов. Причины и проявление. Основные типы диссоциантов/вариантов. Их морфологические и физиологические различия.

Билет 4.

1. Удельная скорость роста, время генерации, экономический коэффициент, метаболический коэффициент - понятия и способы расчета при периодическом культивировании.
2. Физические факторы, влияющие на существование микроорганизмов: температура, давление, освещение.

Билет 5.

1. Классическая кривая роста микроорганизмов в периодическом режиме, анализ ее стадий. Определение параметров роста графическим способом.
2. рН стресс у микроорганизмов. Пассивная защита. Активная защита (ионные каналы, ферменты). Водный стресс. Осмотический шок. Осморегуляторы.

Билет 6.

1. Отклонение от классической кривой роста при периодическом культивировании.
2. Особенности и способы передачи наследственной информации у прокариот.

Билет 7.

1. Принцип работы хемостата. Основные характеристики: рабочий объем, скорость протока, скорость разбавления, критическая скорость разбавления. Классическая хемостатная кривая.
2. Физико-химические факторы, влияющие на микроорганизмы: активная кислотность, активность воды и соленость.

Билет 8.

1. Хемостат – теория Моно и Новака-Сциларта. Отклонения от теории хемостата.
2. Стресс, вызванный повреждениями в ДНК. Особенность SOS-ответа на стресс. Стресс голодания. Реакция микроорганизмов на голодание: строгий ответ, переход в некультивируемое состояние.

Билет 9.

1. Многостадийные системы. Турбидостат. Использование непрерывного культивирования в производстве и в фундаментальных исследованиях.
2. Окислительный стресс у микроорганизмов. Биологическая роль кислорода. Активные формы кислорода и механизм окислительного стресса. Механизмы защиты от окислительного стресса.

Билет 10.

1. Принципы классификация продуктов, образуемых микроорганизмами. О соотношении фаз роста продуцента и образуемых им продуктов. Кинетика образование продуктов в периодическом режиме.
2. Использование флуоресцентных красителей и проточной цитометрии для дифференцированного подсчета клеток микроорганизмов.

Билет 11.

1. Биопленки – основная форма микробных сообществ. Характерные черты биопленок Кинетические параметры роста биопленок.
2. Влияние процесса диссоциации/вариации фаз на результаты микробиологических исследований и микробные технологические процессы.

Билет 12.

1. Имобилизованные клетки. Рост микроорганизмов на плотных питательных средах в виде колоний.
2. Молекулярно-генетические методы качественного и количественного учета: полимеразная цепная реакция (ПЦР) в реальном времени, флуоресцентная гибридизация in situ (FISH).

Билет 13.

1. Чистые и смешанные культуры. Использование смешанных культур в биотехнологии. Рост смешанной культуры в периодическом режиме и режиме хемостата.
2. Основные отличия в устройстве генома у про- и эукариот. Состав геномов прокариот: хромосомы и внехромосомные элементы. Мобильные элементы – виды и особенности.

Билет 14.

1. Экологические стратегии микроорганизмов.
2. Косвенные методы определения количества микроорганизмов: рассев на плотные среды, метод предельных разведений, нефелометрия. Преимущества, недостатки и ограничения в использовании методов.

Ситуационные кейс-задания

Студентам предлагается оценить результаты экспериментальной работы авторов программы, представленной тремя графическими изображениями, ответив на следующие вопросы:

- Что можно сказать -**
- 1) - о характере взаимоотношения двух организмов,
 - 2)- о процессе хемостатного культивирования бинарной культуры – характер хемостатной кривой;
 - 3) - о поведении диссоциантов каждой монокультуры при хемостатном культивировании, - охарактеризовать активность каждого диссоцианта;
 - 4) - как ведут себя оба организма при хемостатном культивировании в зависимости от D, проанализировать с учетом накопления яблочной кислоты;
 - 5) - какие варианты дальнейшего эксперимента вы можете предложить для максимальной деструкции ксенобиотика, использованного в качестве источника углерода и энергии.

7.3. Описание показателей, критериев и шкал оценивания

Описание показателей и критериев оценивания выполнения задания

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

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	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Рез-т обучения				
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 основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Варфоломеев С.Д., Калужный С.В. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов. 1990. М., Изд. Высшая школа, 296 С
2. Басканьян И.А. Стресс у бактерий. 2010. М. Изд. Медицина, 160 С

3. Исмаилов А.Д., Нетрусов А.И. Кинетические основы культивирования микроорганизмов. 2015. М., Изд. Макс Пресс, 243 С
4. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. М., Изд. «Наука» 1991, 310 С
5. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. 1978. М., Изд. Мир, 331 С.

Дополнительная литература:

1. Милько Е.С., Милько Д.М., 2014 «Процесс расщепления популяций бактерий на диссоцианты и длительное периодическое культивирование бактерий. Прикладная биохимия и микробиология. Т.50, №4, С.408-413.
2. Николаев Ю.А., Плакунов В.К., 2007. Биопленка - «город микробов» или аналог многоклеточного организма? Микробиология. Т.57. №2. С. 149-163.
3. Семенов А.М., Шаталов А.А., Семенова Е.В. 2022. О периодических колебаниях численности клеток микроорганизмов в природе и в чистой культуре: к третьему закону популяционной экологии в микробиологии. Успехи современной биологии. Т.142. №6, С.1-12
4. Толкушкина .(Данилова) И.В., Семенова Е.В., Егоров Н.С. 1991. Образование экзогликанов сапротрофными микобактериями при непрерывном и периодическом культивировании. Микробиология. Т.60, №5. С.842-845.
5. Safronova I.Iu., Semenova E.V. 2001. Optimization of conditions for transformation of maleic acid by immobilized cells of *Alcaligenes xylosoxidans* subspecies *xylosoxidans* 260 *Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiia*, V.37. №4. С.436-438.

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.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>)

8.4. Описание материально-технической базы

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

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

9. Язык преподавания

Русский.

10. Преподаватель (преподаватели)

Семенова Е.В., доцент, к.б.н.

Данилова И.В., доцент, к.б.н.

11. Автор (авторы) программы

Семенова Е.В., доцент, к.б.н.
Данилова И.В., доцент, к.б.н.