

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



Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Сравнительная биохимия живых систем М1.ДВ.1

Направление подготовки: 020400.68 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия и молекулярная биология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Невзорова Т.А.

**Рецензент(ы):**

Абрамова З.И.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Алимова Ф. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 849434514

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Невзорова Т.А. Кафедра биохимии и биотехнологии отделение биологии и биотехнологии , Tatyana.Nevzorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

получение магистрами современных знаний в области биохимии различных типов и видов клеток с целью сформировать представление о возможностях практического применения полученных знаний и навыков в профессиональной деятельности, что является необходимым этапом формирования и развития профессиональных навыков и компетенций обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки Биология.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина Сравнительная биохимия живых систем является составной частью содержания профессиональной подготовки магистра по направлению Биология (Профессиональный цикл Учебного плана согласно ФГОС ВПО направления 020400 Биология) и является дисциплиной по выбору студента.

Цикл М1.ДВ1. Проводится на 1 курсе 1 семестре.

Дисциплина является одной из основных и логически взаимосвязана с другими профессиональными дисциплинами, необходимыми для реализации профессиональных функций выпускника.

Предшествующими дисциплинами, на которых базируется курс Сравнительная биохимия живых систем, являются Биохимия, Молекулярная биология.

Курс Сравнительная биохимия живых систем является одним из основополагающих для изучения следующих дисциплин: Спецсеминар "Молекулярная биология клетки", Современные проблемы биологии, Молекулярная биотехнология, Иммуномодуляторы, биологически активные вещества и гормональная регуляция, Научно-исследовательская работа.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

общие закономерности биохимических процессов для прокариот и эукариот, отличительные особенности метаболизма для различных типов клеток

2. должен уметь:

осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности

3. должен владеть:

информацией о принципах регуляции и контроля метаболизма в клетке, механизмах и путях внутриклеточной сигнализации

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Контроль метаболизма	1	1-3	2	2	0	коллоквиум
2.	Тема 2. Ферменты.	1	4-6	0	2	0	коллоквиум
3.	Тема 3. Особенности метаболизма углеводов	1	7-9	2	2	0	коллоквиум
4.	Тема 4. Биохимия внутриклеточной сигнализации.	1	10-12	2	2	0	презентация
5.	Тема 5. Контроль транскрипции и трансляции у прокариот и эукариот.	1	13-15	2	2	0	презентация
6.	Тема 6. Митохондрии и пластиды. Аспекты биохимии клеток крови	1	16-18	2	2	0	коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			10	12	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Контроль метаболизма

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Принципы контроля метаболизма. Основные понятия. Метаболическая регуляция и метаболический контроль.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Формулировка теории метаболического контроля. Компартиментация метаболизма. Анализ метаболизма. Механизмы контроля метаболизма.

**Тема 2. Ферменты.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Ферменты, их функции и контроль. Классификация и номенклатура. Специфичность ферментов. Изоферменты, мультиферменты. Строение ферментов. Коферменты. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Активный центр фермента. Аллостерический центр. Активность ферментов. Общие представления о катализе. Энергия активации. Кинетика ферментативных реакций. Графические методы анализа ферментативных реакций. Основные свойства ферментов. Ингибирование ферментов. Регуляция активности ферментов в живых организмах и принципы регуляции метаболизма: изменение количества фермента, профермента, химическая модификация, принцип обратной связи, закон действия масс, локализация ферментов в клетке.

**Тема 3. Особенности метаболизма углеводов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Особенности метаболизма углеводов у прокариот и эукариот. Общие принципы регуляции углеводного обмена.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Регуляция гликолиза, гликогенолиза, глюконеогенеза, гликонеогенеза, метаболизма полисахаридов. Регуляция митохондриального окисления.

**Тема 4. Биохимия внутриклеточной сигнализации.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Биохимия внутриклеточной сигнализации. Сигнальные пути прокариот и эукариот. Циклический АМФ, Са<sup>2+</sup>, инозит-трифосфат, диацилглицерин, оксид азота, киназы/фосфатазы и др.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Сигнальные пути прокариот и эукариот. Влияние на экспрессию генов. Контроль деления, роста и пролиферации клеток. Патологии, связанные с нарушением биохимических сигнальных реакций.

**Тема 5. Контроль транскрипции и трансляции у прокариот и эукариот.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Контроль транскрипции прокариот и эукариот. Прокариоты. С помощью белков. Белки-репрессоры, Белки-активаторы. Индукция, Репрессия. Примеры. Регуляция с помощью аттенуатора. Регуляция с помощью сменных сигма-факторов. Регуляция с помощью гуанозинтетрафосфата. Регуляция с помощью мигрирующих элементов. Эукариоты. Модификация белков-гистонов и негистоновых белков; Гормональная регуляция; С помощью усилителей (энхансеров) или глушителей (силенсеров); Метилирование азотистых оснований.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Контроль трансляции прокариот и эукариот. Эффективность связывания мРНК с рибосомой (у прокариот). Изменение пространственной структуры мРНК (негативная регуляция). Негативная регуляция белками, специфически связывающимися с инициаторным районом мРНК. Регуляция с помощью факторов инициации. Нарушение структуры тРНК.

**Тема 6. Митохондрии и пластиды. Аспекты биохимии клеток крови**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Молекулярная биология митохондрий и пластид. Транспорт полипептидов в митохондрии и пластиды.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Аспекты биохимии клеток крови: эритроциты, тромбоциты и стволовые клетки.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Контроль метаболизма	1	1-3	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
2.	Тема 2. Ферменты.	1	4-6	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
3.	Тема 3. Особенности метаболизма углеводов	1	7-9	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
4.	Тема 4. Биохимия внутриклеточной сигнализации.	1	10-12	подготовка к презентации	10	презентация
5.	Тема 5. Контроль транскрипции и трансляции у прокариот и эукариот.	1	13-15	подготовка к презентации	8	презентация
6.	Тема 6. Митохондрии и пластиды. Аспекты биохимии клеток крови	1	16-18	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
	Итого				50	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины осуществляется через использование традиционных (лекции, практические занятия) и инновационных образовательных технологий, активных и интерактивных форм проведения занятий: изложение лекционного материала с элементами диалога, обсуждения, использование мультимедийных программ, подготовка и выступление студентов с докладами на семинарских занятиях по предложенной теме, подготовка и защита рефератов с наглядными материалами: рисунками, фотографиями, таблицами, графиками, диаграммами, схемами, медиафайлами, аудио- и видеоматериалами.

Проводится обсуждение актуальных тем, разбор конкретных ситуаций.

Изучение дисциплины включает:

- посещение всех видов аудиторных работ;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- работу с источниками Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (презентации, коллоквиумы);
- доклад с презентацией;
- подготовка к итоговой форме контроля - зачету

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Контроль метаболизма

коллоквиум , примерные вопросы:

Подготовка и обсуждение вопросов по разделу дисциплины Вопросы для обсуждения: Теория метаболического контроля. Метаболические карты. Альтернативные модели. Компартиментация метаболизма. Анализ метаболизма. Механизмы контроля метаболизма. Транскрипционный контроль. Конверсия ферментов. Механизмы контроля метаболизма. Модулирование лигандами. Коферменты. Аллостерическая регуляция. Гормональный контроль метаболизма. Методы исследования метаболизма.

## **Тема 2. Ферменты.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Подготовка и обсуждение вопросов по разделу дисциплины: Классификация и номенклатура ферментов. Специфичность ферментов. Изоферменты, мультиферменты. Строение ферментов. Активный центр фермента. Аллостерический центр. Коферменты. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Активность ферментов. Общие представления о катализе. Энергия активации. Кинетика ферментативных реакций. Графические методы анализа ферментативных реакций. Ингибирование ферментов. Регуляция активности ферментов в живых организмах и принципы регуляции метаболизма: изменение количества фермента, профермента, химическая модификация, принцип обратной связи, закон действия масс, локализация ферментов в клетке. Активирующие метаболиты.

## **Тема 3. Особенности метаболизма углеводов**

коллоквиум , примерные вопросы:

Подготовка и обсуждение вопросов по разделу дисциплины. Регуляция гликолиза, гликогенолиза, глюконеогенеза, гликогеногенеза, метаболизма полисахаридов. Особенности регуляции у прокариот и эукариот. Регуляция митохондриального окисления.

## **Тема 4. Биохимия внутриклеточной сигнализации.**

презентация , примерные вопросы:

Подготовка презентации и выступление магистрантов с докладами по разделу: Сигнальные пути прокариот и эукариот. Влияние на экспрессию генов. Контроль деления, роста и пролиферации клеток. Патологии, связанные с нарушением биохимических сигнальных реакций. Примерные темы докладов: 1. Фосфорилирование/дефосфорилирование биомолекул как основной процесс регуляции биохимических процессов в клетке 2. Ras/MAPK и PI-3 пути внутриклеточной регуляции 3. Rho/Rac/Cdc 42 пути внутриклеточной регуляции.

## **Тема 5. Контроль транскрипции и трансляции у прокариот и эукариот.**

презентация , примерные вопросы:

Подготовка презентации и выступление магистрантов с докладами по разделу Контроль трансляции прокариот и эукариот: 1. Эффективность связывания мРНК с рибосомой (у прокариот). Изменение пространственной структуры мРНК (негативная регуляция) . 2. Негативная регуляция белками, специфически связывающимися с инициаторным районом мРНК. 3. Регуляция с помощью факторов инициации. Нарушение структуры тРНК.

## **Тема 6. Митохондрии и пластиды. Аспекты биохимии клеток крови**

коллоквиум , примерные вопросы:

Подготовка и обсуждение вопросов по разделу дисциплины Биохимия клеток крови: эритроциты. Особенности структуры и метаболизма. Биохимия клеток крови: тромбоциты. Активация тромбоцитов. Заболевания и нарушения биохимии тромбоцитов. Биохимия клеток крови: стволовые клетки. Особенности метаболизма.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Главными принципами промежуточного и итогового контроля студентов являются систематичность, объективность, аргументированность.

1. Текущий, промежуточный и рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала.

Посещение аудиторных занятий, активность на коллоквиумах фиксируются в "Ведомости текущего контроля знаний в семестре".

2. Итоговый контроль. Для контроля усвоения данной дисциплины предусмотрен зачет, на котором студентам необходимо ответить на вопросы Преподавателя. Зачет является итоговым по курсу и проставляется в приложении к диплому.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Строение ферментов. Коферменты. Активный и аллостерический центры фермента. Изоферменты. Мультиферменты.
2. Ферменты, биологическая роль. Классификация и номенклатура ферментов. Активность ферментов, единицы активности. Специфичность действия ферментов.
3. Ферменты. Общие представления о катализе. Константа скорости химической реакции, энергия активации. Механизм действия ферментов. Особенности ферментативного катализа, виды катализа.
4. Кинетика ферментативных реакций. Начальная и максимальная скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса. Графические методы анализа ферментативных реакций.
5. Ферменты. Активирование и ингибирование ферментов. Типы ингибирования. Графические методы анализа ферментативных реакций.
6. Ферменты, основные свойства ферментов. Влияние на скорость ферментативных реакций температуры, pH-среды, активаторов, ингибиторов. Регуляция активности ферментов.
7. Гормоны, химическая природа, свойства, механизмы действия и биологическая роль важнейших представителей в регуляции обмена веществ. Рецепторы гормонов. Регуляция синтеза гормонов, нейромедиаторов, факторов роста.
8. Метаболизм, функции метаболизма. Анаболизм и катаболизм. Законы химической термодинамики. Изменение свободной энергии и равновесие химических реакций. Образование и хранение энергии в клетке. Макроэргическая связь. Макроэргические соединения, их роль в метаболизме.
9. Гликолиз. Локализация, функции, регуляция.
10. Пентозофосфатный цикл окисления глюкозы. Локализация, функции, регуляция.
11. Гликогенолиз. Гликогеногенез. Функции, регуляция.
12. Брожение, виды. Аэробное окисление углеводов: окислительное декарбоксилирование пирувата. Локализация, функции, регуляция.
13. Цикл трикарбоновых кислот. Функции, его значение в процессах катаболизма и анаболизма, регуляция.
14. АТФ как уникальный аккумулятор и посредник передачи свободной энергии. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь, H<sup>+</sup>-АТРаза. Функции, регуляция митохондриального окисления.
15. Глюконеогенез. Локализация, функции, регуляция.
16. Глиоксилатный цикл. Локализация, функции, регуляция.
17. Темновая стадия фотосинтеза - цикл Кальвина.
18. Фотосинтез. Фотодыхание. Локализация процессов. Биосинтез полисахаридов.
19. Циклический АМФ, Са<sup>2+</sup>, инозит-трифосфат, диацилглицерин, оксид азота, киназы/фосфатазы
20. Регуляция транскрипции у эукариот. Роль гистонов, негистоновых белков, РНК хроматина, цАМФ и гормонов. Эхансеры. Метилирование. Альтернативный процессинг.
21. Регуляция транскрипции у прокариот. Опероны. Специфические белки-репрессоры и белки-активаторы. Негативный и позитивный контроль. Индукция и репрессия. Лак-оперон. Опероны биосинтеза аминокислот. Катаболическая репрессия.
22. Созревание РНК (процессинг). Информосомы.
23. Регуляция транскрипции у прокариот. Аттенюация. Сменные субъединицы РНК-полимеразы. Гуанозинтетрафосфаты. Мигрирующие элементы.
24. Транспорт полипептидов в митохондрии и пластиды.
25. Аспекты биохимии клеток крови: эритроциты, тромбоциты и стволовые клетки.

Примерные вопросы к зачету:

Принципы контроля метаболизма.

Механизмы контроля метаболизма.

Ферменты, их функции и контроль. Ингибирование ферментов.

Регуляция активности ферментов в живых организмах и принципы регуляции метаболизма.

Особенности метаболизма углеводов у прокариот и эукариот.

Общие принципы регуляции углеводного обмена.

Сигнальные пути прокариот и эукариот.

Контроль деления, роста и пролиферации клеток.

Контроль транскрипции прокариот.

Контроль транскрипции эукариот.

Контроль трансляции прокариот и эукариот.

Молекулярная биология митохондрий и пластид.

Аспекты биохимии клеток крови: эритроциты, тромбоциты и стволовые клетки.

### 7.1. Основная литература:

Биохимия животных с основами физколлоидной химии, Хазипов, Нариман Залилович; Аскарлова, Альфия Наримановна; Тюрикова, Раиса Павловна, 2010г.

Биохимия животных, Рогожин, Василий Васильевич, 2009г.

Биохимия филогенеза и онтогенеза: Уч. пос. / А.А.Чиркин, Е.О.Данченко, С.Б.Бокуть; Под общ. ред. А.А.Чиркина - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 288 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=318147>

### 7.2. Дополнительная литература:

Наглядная биохимия, Кольман, Ян; Рём, Клаус-Генрих, 2012г.

Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии / В.К.Плакунов, Ю. А.Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=469367>

БИОХИМИЯ / Российская Академия наук; РАН. Биохимическое общество. М.: Наука: МАИК "Наука/Интерпериодика", 1936-. Журнал включен в библиографические базы данных Chemical Abstracts, Chemical Titles, Current Contents, Science Citation Index, Excerpta Medicus, Index Medicus (MEDLINE), Biological Abstracts (BIOSIS), International Abstracts of Biological Sciences, Agricola и Index International de Cardiologia. Адрес электронной версии журнала в Интернете: <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiy>. Содерж. парал.: рус., англ.. Рез.: англ.. Журнал основан А.Н.Бахом в 1936 г.. Выходит 12 раз в год. ISSN 0320-9725. <URL:<http://www.maik.ru>> .? <URL:<http://elibrary.ru/issues.asp?id=7681>>.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

База данных US National Library of Medicine National Institutes of Health - [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed)

База знаний по биологии человека - <http://humbio.ru/>

Википедия - свободная энциклопедия - [ru.wikipedia.org/](http://ru.wikipedia.org/)

издательство BioMed Central - [www.biomedcentral.com](http://www.biomedcentral.com)

портал для молекулярных биологов - [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Сравнительная биохимия живых систем" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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

Аудиторные работы:

1. Лекционная аудитория с комплексом мультимедийной аппаратуры (проектор и ноутбук); принтер и копировальный аппарат для создания раздаточных материалов; трибуна с микрофоном
2. Аудитория для проведения семинаров, практических занятий, оборудованная комплектом мультимедийной аппаратуры: проектор, ноутбук, интерактивная доска.

Материально-техническое обеспечение требуется для самостоятельного поиска материала в сети Интернет и работы на ПК (компьютерный класс с подключением к сети Интернет).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Биохимия и молекулярная биология .

Автор(ы):

Невзорова Т.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Абрамова З.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.