

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Физика и химия биополимеров Б3.ДВ.3

Направление подготовки: 020400.62 - Биология

Профиль подготовки: Физиология человека и животных, биохимия, генетика, микробиология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Фаттахова А.Н.

**Рецензент(ы):**

Невзорова Т.А.

**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

Казань  
2016

## 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) Фаттахова А.Н. Кафедра биохимии и биотехнологии отделение биологии и биотехнологии, [Alfia.Fattakhova@kpfu.ru](mailto:Alfia.Fattakhova@kpfu.ru)

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - ознакомить студентов с современными концепциями структурно-динамической организации основных биополимеров, особенностями их функционирования, методами структурно-динамического анализа биополимеров. Дисциплина является вариативной (профильной) в биологическом образовании. Задачей дисциплины является изучение принципов структурной организации и структурно-динамических особенностей основных классов биополимеров.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020400.62 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ3. Цикл профессиональных дисциплин" и относится к части "Дисциплины по выбору". Осваивается на четвертом курсе (8 семестр).

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-6 (общекультурные компетенции)	использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-4 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	демонстрирует базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики, о геномике, протеомике
ПК-7 (профессиональные компетенции)	понимает роли эволюционной идеи в биологическом мировоззрении; имеет современные представления об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	демонстрирует современные представления об основах биотехнологии и геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;
ПК-17 (профессиональные компетенции)	понимает, излагает и критически анализирует получаемую информацию и представляет результаты полевых и лабораторных биологических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы структурно-динамического строения основных классов биологических полимеров. Принципы структурной организации и иерархические уровни структуры биологических полимеров. Структурно-динамические основы взаимодействия биополимеров друг с другом и с другими молекулами. Физико-химические методы анализа структуры и динамики биополимеров. Методы компьютерного анализа и моделирования структуры и динамики биополимеров.

2. должен уметь:

применять структурно-динамические данные для анализа особенностей функционирования биополимеров. Выбирать физико-химические методы для решения конкретных задач анализа структурно-динамических особенностей биополимеров. Анализировать и использовать в своей работе данные из электронных банков структур биополимеров.

3. должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, навыками работы с компьютерными программами для визуализации и анализа структур биополимеров, навыками анализа структуры биополимеров из банков данных и навыками анализа результатов, полученных с помощью физико-химических методов.

применять полученные знания на практике

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования.	8	1	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру.	8	2	2	2	0	
3.	Тема 3. Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры.	8	3	2	2	0	
4.	Тема 4. Формирование третичной структуры белка.	8	4	2	2	0	
5.	Тема 5. Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов.	8	5	2	2	0	
6.	Тема 6. Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Термодинамика и кинетика взаимодействия. Основные типы взаимодействий.	8	6	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Физический принцип метода ЯМР.	8	7	2	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования. Концепция электронно-конформационных взаимодействий (ЭКВ) М.В.Волькенштейна. Физико-химические принципы формирования структуры биополимеров. Основы взаимодействий в структуре биополимеров. Сильные и слабые взаимодействия. Потенциальная энергия атомов, составляющих биологическую макромолекулу биополимера. Значение слабых невалентных взаимодействий. Дисперсионные силы притяжения и отталкивание электронных оболочек атомов. Потенциал 6-12 Леннарда-Джонса, описывающий дисперсионные силы и электронное отталкивание. Графическое изображение потенциала Леннарда-Джонса. Парциальные заряды ковалентно связанных атомов. Потенциал Ван-дер-Ваальса. Вандерваальсовы контактные расстояния для пары атомов. Водородные связи ? преимущественно электростатическое взаимодействие. Линейность водородной связи. Энергия водородной связи. Концепция свободной энергии. Энтропия биополимера и связывающая энергия. Энтропия растворителя. Гидрофобное взаимодействие как взаимодействие диполей.

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

Расчёт энергии энтропии для некоторых биополимеров.

### Тема 2. Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру. Конформационная подвижность молекулы биополимера. Конформационные карты Рамачандрана. Структура белков. Вторичная структура. Конформационные особенности полипептидной цепи. Конформационные карты для типичных аминокислотных остатков. Гибкость полипептидной цепи. Особая роль остатков глицина. Особая роль остатков пролина. Регулярные вторичные структуры. ?Мотивы? на основе регулярных вторичных структур

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

Создание карты Рамачандрана для некоторых биополимеров.

### Тема 3. Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры.

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании третичной структуры. Гидрофобное ядро. Доменная структура. Стабилизация третичной структуры не на основе гидрофобных взаимодействий (структуры типа ?цинковые пальцы?).

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

Биоинформатическое определение третичной структуры белков с известной аминокислотной последовательностью.

**Тема 4. Формирование третичной структуры белка.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Формирование третичной структуры белка. Современные исследования и концепции. Механизмы свертывания полипептидной цепи. Кинетика и термодинамика свертывания. Модель котрансляционного сворачивания.

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

Вычисления кинетики свертывания для некоторых белков.

**Тема 5. Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов. Комплементарность оснований. Двухспиральная структура ДНК. Физико-химические свойства двойной спирали ДНК. Плавление двойной спирали ДНК ? термодинамика процесса. Топологические свойства кольцевых замкнутых двойных спиралей: порядок зацепления, кручение, райзинг. Энергия сверхспирализации. Фазовые диаграммы для конформационных состояний полинуклеотидов

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

Построение фазовой диаграммы.

**Тема 6. Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Термодинамика и кинетика взаимодействия. Основные типы взаимодействий.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Основные типы взаимодействий. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Принципы взаимодействия. Специальные структуры в белках, взаимодействующих с нуклеиновыми кислотами. Структурные мотивы типа спираль-поворот-спираль, лейциновые ?застежки-молнии?, ?цинковые пальцы?. Эволюционная роль структурных мотивов.

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

Термодинамика и кинетика взаимодействия.

**Тема 7. Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Физический принцип метода ЯМР.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Химический сдвиг. Связь константы спин-спинового взаимодействия (КССВ) с двугранными углами, определяющими структуру биополимера. Дополнительные сдвиги, возникающие за счет взаимодействий остатков в нативном белке. Одномерный ЯМР как метод оценки нативности структуры. Ядерный эффект Оверхаузера. Двумерная и трехмерная ЯМР-спектроскопия. Исследование структур с межплоскостным взаимодействием методом ЯМР. Другие физические методы, применяемые для изучения структуры биополимеров. Компьютерное моделирование и анализ структуры биополимеров. Методы компьютерного моделирования структуры биополимеров. Программы для визуализации и анализа структуры биополимеров. Формат файлов для записи структуры биополимеров. Банки данных структур биополимеров и работа с ними.

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

Физический принцип метода ЯМР.

**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. Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования.	8	1	подготовка к контрольной работе Основные представители биополимеров.	6	контрольная работа
2.	Тема 2. Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру.	8	2	подготовка к контрольной работе Взаимосвязь потенциальной энергии биополимеров от двугранных углов.	6	контрольная работа
3.	Тема 3. Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры.	8	3	подготовка к контрольной работе Третичная и вторичная структура биополимеров.	7	контрольная работа
4.	Тема 4. Формирование третичной структуры белка.	8	4	подготовка к контрольной работе Третичная структура белков, нуклеиновых кислот.	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов.	8	5	подготовка к контрольной работе Структура ДНК и РНК.	6	контрольная работа



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Термодинамика и кинетика взаимодействия. Основные типы взаимодействий.	8	6	подготовка к контрольной работе Термодинамика и кинетика взаимодействия биополимеров.	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Физический принцип метода ЯМР.	8	7	подготовка к контрольной работе Физические методы в изучении биополимеров.	7	контрольная работа
	Итого				44	

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

Освоение дисциплины "Физика и химия биополимеров" предполагает использование мультимедийной формы подачи материала с использованием слайд-лекций с включением специальных программных средств визуализации структуры биополимеров.

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

#### Тема 1. Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования.

контрольная работа , примерные вопросы:

Биополимеры. Предмет и общие принципы исследования

#### Тема 2. Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру.

контрольная работа , примерные вопросы:

Понятие конформации биополимеров. Двугранные углы. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов биологических макромолекул биополимера от двугранных углов, определяющих его структуру.

#### Тема 3. Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры.

контрольная работа , примерные вопросы:

Третичная структура белков. Связь вторичной и третичной структуры. Роль регулярных вторичных структур в формировании третичной структуры. Роль различных взаимодействий в формировании третичной структуры.

#### Тема 4. Формирование третичной структуры белка.

контрольная работа , примерные вопросы:

Формирование третичной структуры белка.

### **Тема 5. Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Структура нуклеиновых кислот. Упорядоченность структуры гомополинуклеотидов.

### **Тема 6. Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Термодинамика и кинетика взаимодействия. Основные типы взаимодействий.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Физико-химические основы взаимодействия макромолекул друг с другом и с малыми молекулами. Термодинамика и кинетика взаимодействия. Основные типы взаимодействий.

### **Тема 7. Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Физический принцип метода ЯМР.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Метод рентгеноструктурного анализа структуры биополимеров. Возможности и ограничения рентгеноструктурного анализа. Физический принцип метода ЯМР.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

## **ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ "ФИЗИКА И ХИМИЯ БИОПОЛИМЕРОВ"**

Номер занятия Содержание практических и семинарских занятий

Семинарское занятие ♦1 Физико-химические особенности биополимеров.

Семинарское занятие ♦ 2 Двугранные углы. Ограничения, энергетические карты. Молекулярные модели.

Коллоквиум ♦1 Коллоквиум по физико-химическим особенностям биополимеров.

Семинарское занятие ♦ 3. третичная структура белков. Анализ молекулярных моделей третичной структуры белков. Поиск закономерностей, поиск конкретных мотивов.

Коллоквиум ♦2 Коллоквиум по двугранным углам.

Семинарское занятие ♦ 4. Формирование третичной структуры белка. Обзор подходов и теорий. Обсуждение перспектив исследования.

Коллоквиум ♦ 3. третичная структура белка.

Семинарское занятие ♦ 5. Структура нуклеиновых кислот.

Коллоквиум ♦ 4. Формирование белковой структуры. Современные теории и методы исследования.

Семинарское занятие ♦ 6. Межмолекулярные взаимодействия.

Коллоквиум ♦5 Структура нуклеиновых кислот.

Семинарское занятие ♦ 7. Методы анализа структуры биополимеров.

Коллоквиум ♦ 6. Межмолекулярные взаимодействия.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);

### **7.1. Основная литература:**

Полимеры и биополимеры с точки зрения физики, Гросберг, Александр Юльевич;Хохлов, Алексей Ремович, 2010г.

Молекулярная биология, Спирин, Александр Сергеевич, 2011г.

Молекулярная биология клетки, Фаллер, Джеральд М.;Шилдс, Деннис, 2012г.

1. Димитриев, А. Д. Биохимия [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. Д. Димитриев, Е. Д. Амбросьева. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2012. - 168 с. - ISBN 978-5-394-01790-2. <http://znanium.com/bookread.php?book=415230>

2. Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Суслынок. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 400 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005295-3, 500 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=363737>

## 7.2. Дополнительная литература:

Биофизика ДНК-актиномициновых нано-комплексов, Векшин, Николай Лазаревич, 2009г.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do> - <http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>

<http://www.rasmol.org> - <http://www.rasmol.org>

[http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=software/software\\_links/molecular\\_graphics.html](http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=software/software_links/molecular_graphics.html) -  
[http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=software/software\\_links/molecular\\_graphics.html](http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=software/software_links/molecular_graphics.html)

[www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru) - [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)

[www.ximic.com](http://www.ximic.com) - [www.ximic.com](http://www.ximic.com)

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

Освоение дисциплины "Физика и химия биополимеров" 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.

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

Лекционная аудитория с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном на штативе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.62 "Биология" и профилю подготовки Физиология человека и животных, биохимия, генетика, микробиология .

Автор(ы):

Фаттахова А.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Невзорова Т.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.