

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский  
\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Эпигенетика Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Генетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Чернов В.М.

**Рецензент(ы):** Сабилов Р.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Чернов В. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Чернов В.М. (кафедра генетики, Центр биологии и педагогического образования), VMChernov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-3	готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ПК-1	способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-2	способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия
ПК-6	способность руководить рабочим коллективом, обеспечивать меры производственной безопасности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

демонстрировать знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов, эмбриологии и молекулярных механизмов жизнедеятельности;

способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;

понимать, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных исследований.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Генетика)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 28 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 84 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. История развития эпигенетики и основные термины и понятия.	3	1	0	2	4
2.	Тема 2. Уровни организации хроматина.	3	2	0	4	12
3.	Тема 3. Роль хроматина в регуляции активности генов. Репрессия и сайленсинг.	3	2	0	4	12
4.	Тема 4. Механизмы регуляции экспрессии генов в эухроматине.	3	2	0	4	12
5.	Тема 5. Короткие некодирующие РНК и регуляция экспрессии генов эукариот.	3	3	0	6	14
6.	Тема 6. Эпигенетические модификации ДНК и их роль в регуляции экспрессии генов.	3	2	0	4	18
4.2	Тема 7. РНК-дисциплина и митилирование ДНК. Способы анализа и перспективы практического применения.					12
	Общее представление об эпигенетике. Примеры эпигенетических явлений. Хроматин ? высоко организованная система хранения информации.		14	0	28	84

История открытия эпигенетических механизмов.

Открытие и методы выявления метилирования ДНК.

Новые открытия в области эпигенетики, связанные с разработкой методов тотального секвенирования ДНК, ДНК-чипов, тотального картирования белков,

выяснения белок-белковых взаимодействий, новых методы микроскопических исследований.

Представление о многоуровневой регуляции экспрессии генов эукариот

Модельные объекты эпигенетики

## Тема 2. Уровни организации хроматина.

Структура нуклеосомы

Сборка нуклеосомы, гистоновые шапероны

Структура коровых гистонов

Участки взаимодействия между нуклеосомой и ДНК

Обработка хроматина микрококковой нуклеазой ? метод картирования нуклеосом.

Факторы, влияющие на стабильность взаимодействия между ДНК и нуклеосомой. Роль первичной структуры ДНК.

Структура и функциональная роль гистоновых вариантов.

Пост-трансляционные модификации гистонов: ацетилирование, метилирование, фосфорилирование, убиквитинирование, поли-АДФ-рибозилирование.

Роль пост-трансляционных модификаций гистонов: изменение электростатического взаимодействия между гистонами

Роль пост-трансляционных модификаций гистонов: модификаций гистонов как молекулярные метки.

Модификации гистонов и теория ?гистонового кода?

Наследование паттерна метилирования ДНК.

Механизмы наследования гистонового кода

Сборка новых нуклеосом в репликационной вилке. Гипотеза полуконсервативности.

Взаимодействие между молекулярными метками.

Поздняя репликация в S-фазе ? способ наследования гетерохроматинового состояния.

Неэпигенетические метки на примере транскрипции

АТФ-зависимый ремоделинг (реорганизация) хроматина

Структура комплексов ремоделинга. Классификация АТФаз, входящих в состав комплексов ремоделинга.

Уровни организации хроматина

Ядерный матрикс, MAR

Инсуляторы

### **Тема 3. Роль хроматина в регуляции активности генов. Репрессия и сайленсинг.**

Временные локальные изменения хроматина в окрестностях промотора в регуляции транскрипции на примере генов, участвующих в репликации

Белки E2F и Rb, роль модификаторов гистонов и комплексов ремоделинга.

Эпигенетическая репрессия-активация на примере регуляции генов раннего развития, обеспечиваемой белковыми комплексами Polycomb и Tritorax.

Сайленсинг ? эпигенетическая репрессия протяженных фрагментов хромосом (Формирование гетерохроматина).

Эффект положения гена ? инструмент для выявления и изучения гетерохроматиновых районов.

Экспериментальные модели для исследования МЭП (хромосомные зу-гетерохроматиновые перестройки дрозофилы, встройка репортерных генов в хромосомы дрожжей).

Механизмы инициации сборки гетерохроматина. Роль белков, роль некодирующих РНК.

Распространение по хромосоме (спрединг) гетерохроматинового состояния. Каскадное взаимодействие белков и модификаций гистонов при формировании гетерохроматина у *S. Cerevisiae* и у высших эукариот.

Организация хроматина гетерохроматиновых районов на примере *S. cerevisiae*.

Классификация гетерохроматиновых районов

Факультативный гетерохроматин ? протяженные районы, содержащие гены в состоянии сайленсинга. Примеры районов факультативного гетерохроматина.

Конститутивный гетерохроматин ? генетически инертные, постоянно молчащие районы хромосом.

Свойства конститутивного гетерохроматина. Распределение конститутивного гетерохроматина в хромосомах.

Роль прицентромерного гетерохроматина в поддержании функции центромеры. Теломерный гетерохроматин и защита концов хромосом от слияния. Роль упаковки повторенной ДНК в гетерохроматиновые белки ? защита от рекомбинации. Роль гетерохроматина в организации интерфазного ядра.

Особенности ДНК конститутивного гетерохроматина. Повторенные последовательности, гены гетерохроматина.

Современные поправки в исторически сложившиеся представления о гетерохроматине.

### **Тема 4. Механизмы регуляции экспрессии генов в эухроматине.**

Варианты паттернов экспрессии генов в эухроматине. Неоднородность эухроматина по способности влиять на экспрессию репортерного гена.

Факторы, определяющие свойства хроматинового домена

Механизмы усиления экспрессии, связанные с изменениями структуры хроматина

Петлевая организация ДНК, роль MAR, инсуляторов и энхансеров

Районы ?открытого? и ?закрытого? хроматина на примере локусов генов альфа-глобинов и бета-глобинов человека.

Организация бета-глобинового кластера. Роль LCR в регуляции.

Организация альфа-глобинового кластера. Сравнение регуляции экспрессии генов альфа-и бета-глобинов.

Сложные регуляторные элементы, включающие энхансеры, инсуляторы и сайленсеры на примере регуляторной зоны ВХ-С комплекса дрозофилы.

### **Тема 5. Короткие некодирующие РНК и регуляция экспрессии генов эукариот.**

Типы малых регуляторных РНК у эукариот. Основные активности малых регуляторных РНК. МикроРНК: взаимодействие с мишенями. Роль генов *let-4* и *let-7* у *C.elegans*. Процессинг и экспрессия микроРНК, особенности у растений и животных. Способы выявления малых интерферирующих РНК. Транскрипционный сайленсинг с участием малых РНК у *S.pombe*. Разнообразие эффектов малых регуляторных РНК в регуляции экспрессии генов.

### **Тема 6. Эпигенетические модификации ДНК и их роль в регуляции экспрессии генов.**

Метилирование ДНК: ферментативный аппарат, другие факторы. Метилирование ДНК: специфичность, особенности распределения в геноме. CpG островки и их свойства.

Методы исследования метилирования ДНК. Прямое и опосредованное воздействие метилирования на транскрипцию. Связь метилирования ДНК с канцерогенезом и возможная связь со старением. Наследование паттернов метилирования ДНК.



## Тема 7. РНК-интерференция и метилирование ДНК. Способы анализа и перспективы практического применения.

Способы выявления малых интерферирующих РНК. Способы выявления малых интерферирующих РНК. Транскрипционный сайленсинг с участием малых РНК у *S.pombe*. Разнообразие эффектов малых регуляторных РНК в регуляции экспрессии генов. направления и перспективы практического использования РНК-интерференции. Принципы дизайна малых интерферирующих РНК и способы их наработки. Основные подходы, используемые для анализа метилирования ДНК. Методы качественного анализа метилирования ДНК.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

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

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

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

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

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

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

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	3. Роль хроматина в регуляции активности генов. Репрессия и сайленсинг. 5. Короткие некодирующие РНК и регуляция экспрессии генов эукариот. 6. Эпигенетические модификации ДНК и их роль в регуляции экспрессии генов.
2	Контрольная работа	ПК-2 , ПК-1	2. Уровни организации хроматина. 4. Механизмы регуляции экспрессии генов в эухроматине. 7. РНК-интерференция и метилирование ДНК. Способы анализа и перспективы практического применения.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Реферат	ПК-2 , ПК-1 , ОПК-3	1. Введение. История развития эпигенетики и основные термины и понятия. 2. Уровни организации хроматина. 3. Роль хроматина в регуляции активности генов. Репрессия и сайленсинг. 4. Механизмы регуляции экспрессии генов в эухроматине. 5. Короткие некодирующие РНК и регуляция экспрессии генов эукариот. 6. Эпигенетические модификации ДНК и их роль в регуляции экспрессии генов. 7. РНК-интерференция и метилирование ДНК. Способы анализа и перспективы практического применения.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-6	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используемые источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используемые источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Темы 3, 5, 6

1. Строение хромосом.
2. Типы хромосом.
3. Уровни упаковки ДНК в хромосомах.
4. Гистоновый код.
5. Пост-трансляционные модификации гистонов: ацетилирование, метилирование, фосфорилирование.
6. Пост-трансляционные модификации гистонов: убиквитинирование, поли-АДФ-рибозилирование.
7. Способы выявления малых регуляторных РНК.
8. Роль метилирования ДНК в регуляции экспрессии генов.
9. Сайты связывания MSL-комплекса в геноме.
10. Поведение хроматиновых меток во время митоза.

**2. Контрольная работа**

Темы 2, 4, 7

1. Стабильность эпигенетических меток во времени.
2. Наследование уровней упаковки хроматина и пространственной организации ядра.
3. Основные механизмы эпигенетического регулирования.
4. Структурно-функциональные особенности перичентромерного гетерохроматина.
5. Особенности механизма РНК-интерференции у разных организмов.
6. Дозовая компенсация генов X-хромосомы в онтогенезе млекопитающих.
7. Строение центра инактивации X-хромосомы.
8. Перспективы использования интерферирующих РНК в медицине.
9. Происхождение и эволюция центра инактивации и гена Xist.
10. Плюрипотентные клетки: эпигенетическая регуляция.



### 3. Реферат

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Темы рефератов:

1. Примеры эпигенетических явлений.
2. Модельные объекты эпигенетики.
3. Метилирование ДНК: биологическая специфичность, распределение метилированной ДНК в геномах эукариот.
4. Пост-трансляционные модификации гистонов: ацетилирование, метилирование, фосфорилирование.
5. Пост-трансляционные модификации гистонов: убиквитинирование, поли-АДФ-рибозилирование.
6. Сайленсинг, эпигенетическая репрессия протяженных фрагментов хромосом.
7. РНК-интерференция, принцип, основные свойства и механизмы.
8. Направления и перспективы практического использования РНК-интерференции.
9. Способы выявления малых регуляторных РНК и их мишеней.
10. Эпигенетическое программирование генома половых клеток человека.
11. Уровни упаковки ДНК в хромосомах.
12. Стабильность эпигенетических меток во времени.
13. Сайты связывания MSL-комплекса в геноме.
14. Механизмы регуляции экспрессии генов X-хромосомы млекопитающих.
15. Плюрипотентные клетки: эпигенетическая регуляция
16. Эпигенетика и старение.
17. Эпигенетический проект (Human Epigenome Project)

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

Билет ♦ 1.

1. Модельные объекты эпигенетики.
2. Пост-трансляционные модификации гистонов: ацетилирование, метилирование, фосфорилирование, убиквитинирование, поли-АДФ-рибозилирование.
3. Сайленсинг: эпигенетическая репрессия протяженных фрагментов хромосом.

Билет ♦ 2.

1. РНК-интерференция: принцип, основные свойства и механизмы.
2. Метилирование ДНК: биологическая специфичность, распределение метилированной ДНК в геномах эукариот.
3. Способы выявления малых регуляторных РНК и их мишеней.

Билет ♦ 3.

1. Направления и перспективы практического использования РНК-интерференции.
2. Уровни упаковки ДНК в хромосомах.
3. Стабильность эпигенетических меток во времени.

Билет ♦ 4.

1. Чем определяется локализация органоидов?
2. Перспективы использования интерферирующих РНК в медицине.
3. Организация кластеров генов с импринтированной моноаллельной экспрессией.

Билет ♦ 5.

1. Метилирование ДНК и плюрипотентность.
2. Сайты связывания MSL-комплекса в геноме.
3. Механизмы регуляции экспрессии генов X-хромосомы млекопитающих.

Билет ♦ 6.

1. Строение центра инактивации X-хромосомы.
2. Модель эпигенетического наследования с участием скан РНК.
3. Взаимодействие инфекционных и неинфекционных амилоидов.

Билет ♦ 7.

1. Прионные сети.
2. Способы получения условных мутаций.
3. Происхождение и эволюция центра инактивации и гена Xist.

Билет ♦ 8.

1. Дозовая компенсация генов X-хромосомы в онтогенезе млекопитающих.
2. MSL-независимые функции MSL-белков.
3. Бивалентные домены хроматина плюрипотентных клеток.

Билет ♦ 9.

1. Организация кластеров генов с импринтированной моноаллельной экспрессией.
2. Эпигенетическое программирование генома половых клеток человека.
3. Структурно-функциональные особенности перичентромерного гетерохроматина.

Билет ♦ 10.

1. Особенности механизма РНК-интерференции у разных организмов.
2. Роль гетерохроматина в образовании пространственной структуры ядра.
3. Поведение хроматиновых меток во время митоза.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
		2	15
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

##### 7.1 Основная литература:

Введение в генетику: Учебное пособие/Пухальский В. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с. ISBN 978-5-16-009026-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/510420>

Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие/Нефедова Л. Н. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 104 с. ISBN 978-5-16-009872-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/460545>

Основы генетики : учебник / В.В. Иванищев. ? М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017. ? 207 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557529>

## 7.2. Дополнительная литература:

Тихонов, Г. П. Основы биохимии [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Г. П. Тихонов, Т. А. Юдина. - М.: МГАБТ-Альтаир, 2014. - 184 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/503169>

Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Суслянок. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. . ISBN 978-5-16-005295-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/460475>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Mol.Biol.ru - <http://olig.ru>

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

ПостНаука - <http://postnauka.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студенту рекомендуется вести конспект лекции. В конспекте дословно записываются определения основных биоинформатических понятий, категорий и биологических законов. Остальное должно быть записано своими словами. С целью улучшения усвоения материала требуется просмотреть конспект сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. При подготовке к лекции студенту рекомендуется по конспекту заблаговременно изучить материал, предложенный на предыдущих лекциях, повторить основные термины.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным занятиям студенту рекомендуется: - самостоятельно заблаговременно повторить учебный материал, предлагаемый на лекционных и практических занятиях; - заранее убедиться в наличии и работоспособности на персональном компьютере необходимого для выполнения работы программного обеспечения;
самостоятельная работа	Приступая к самостоятельному изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. При возникновении сложностей студент вправе обратиться за консультацией к преподавателю.
контрольная работа	Подготовка к контрольной работе включает повторение пройденного материала по собственным конспектам лекций, а также самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы. Вопросы составлены таким образом, чтобы проверить текущие знания и оценить способность студента пользоваться полученными знаниями.
реферат	При подготовки рефератов студент должен использовать научные статьи, опубликованные не ранее 2014 года. Критически проанализировать используемые в реферате данные. Реферат должен быть представлен в напечатанном виде. К его защите на практических занятиях должна быть подготовлена презентация. Оценивается качество доклада (полнота раскрытия темы), иллюстративный материал и умение отвечать на вопросы.
экзамен	Завершающим этапом изучения дисциплины является аттестация в виде экзамена. Для подготовки к экзамену студенту рекомендовано: - самостоятельно повторить учебный материал, предлагаемый на лекционных и практических занятиях в течение всего семестра обучения; - при необходимости воспользоваться дополнительной учебной литературой, согласованной с преподавателем.

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

Освоение дисциплины "Эпигенетика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Эпигенетика" 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 тактильный 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.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе Генетика .