

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им.  
Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт химии и биологии**

**Кафедра биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ  
живых систем**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель образовательной  
программы** \_\_\_\_\_ **З.И. Боготова**

**Директор ИХиБ** \_\_\_\_\_ **Р.Ч. Бажева**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЭПИГЕНЕТИКА»**

Направление подготовки  
06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки  
«Генетика»

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Рабочая программа дисциплины «Эпигенетика» /сост. А.Ю. Аккизов – Нальчик: КБГУ, 2024. - 26 с.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 920 (ред. от 26.11.2020).

Составитель \_\_\_\_\_ /А.Ю. Аккизов/

## Содержание

1	Цель и задачи освоения дисциплины	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины	4
4	Содержание и структура дисциплины	4
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	13
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	18
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	19
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины	22
9	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	24
10	Приложения	25

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: формирование у студентов знаний в области эпигенетической наследственности и изменчивости, а также ознакомление с принципами регуляции экспрессии генов.

**Задачи** освоения дисциплины:

1. Изучение механизмов эпигенетической наследственности и изменчивости в соответствии с современным развитием и достижениями в области генетики и молекулярной биологии.
2. Формирование научных представлений о связи эпигенетических явлений с процессами биологической эволюции.
3. Выработка навыков экспериментального получения данных о процессах регуляции генетической информации, а также их интерпретации и объяснения.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана Б1.В.ДВ.03.02, преподается в течение 6 семестра на 3 курсе. Для освоения дисциплины необходимы знания как по генетике и молекулярной биологии. В свою очередь, сведения дисциплины «Эпигенетика» составляют теоретическую основу для усвоения материала по психогенетике и геной инженерии.

## 3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

**ПКС – 3.2.** Способен анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, осуществлять выбор способа представления информации в соответствии с поставленной задачей, осуществлять поиск информации в базах данных, компьютерных сетях, работать с научной литературой, проводить исследования согласно специальным методикам, проводить математическую обработку результатов, осуществлять построение математических моделей биологических систем, применять полученные знания по интерпретации результатов полевых и лабораторных исследований в области генетики и селекции.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** закономерности эпигенетической наследственности и изменчивости.

**Уметь** объяснять, опираясь на данные современной биологии, механизмы регуляции экспрессии генетической информации.

**Владеть** широким спектром молекулярно-генетических методов.

**Приобрести опыт деятельности** по планированию, постановке эксперимента в области молекулярно-генетических исследований, с последующим анализом и интерпретацией полученных результатов.

## 4 Содержание и структура дисциплины, перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

Таблица 1

## Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Форма текущего контроля
Раздел 1	Общие понятия эпигенетики	История эпигенетики на симпозиумах Колд Спринг Харбор. 69-й симпозиум (Гипотеза гистонового кода, Динамический «молчащий» хроматин, Ядерная организация, Прионы). «Ключи» от генетики и биологии развития. ДНК в соматических клетках организма. Роль метилирования ДНК. Роль хроматина. Взаимосвязь механизмов. Генетика vs. Эпигенетика. Модельные системы для изучения эпигенетики. Определение эпигенетики. Хроматиновая матрица. Более высокие уровни организации хроматина. Различие между эухроматином и гетерохроматином. Модификации гистонов и гистоновый код. Комплексы, осуществляющие ремоделинг хроматина, и варианты гистонов. Метилирование ДНК. РНКи и сайленсинг генов, направляемый РНК. От одноклеточных систем к многоклеточным. PolусотЬ и ТпШогах. инактивация X-хромосомы и факультативный гетерохроматин. Репрограммирование клеточной судьбы. Рак. Эпигенетический контроль. Основные вопросы в эпигенетических исследованиях.	ПКС – 3.2	ДЗ, К, РК, Т
Раздел 2	Механизмы эпигенетики	Гистоны и ацетилирование играют регуляторную роль в транскрипции. Ацетилирование и деацетилирование. Фосфорилирование. Метилирование (Метилирование	ПКС – 3.2	ДЗ, К, РК, Т

		<p> лизинов, Деметилирование  лизинов, Метилирование  аргининов). Деиминирование.  Убиквитилование/деубиквити-  рование и сумоилирование. Темы в  модификациях (Гистоновый код,  Паттерны модификаций,  Изменения в структуре хроматина,  связанные с активацией  транскрипции и элонгацией).  Упаковка ДНК архитектурными  белками. Эукариотические  коровые гистоны. Откладывание  основной массы гистонов после  репликации ДНК. Откладывание  вариантов гистонов на протяжении  всего клеточного цикла.  Идентификация центромер  специальным вариантом H3.  Замещение гистоновым вариантом  H3.3 в активном хроматине.  Фосфорилирование H2AX в  репарации двунитевых разрывов  ДНК. H2AZ в регулировании  транскрипции. Белковые  комплексы для откладки и  замещения вариантов H2A. Другие  варианты H2A. Эволюция  гистонов для более плотной  упаковки ДНК. Хромосомная  наследственность.  Эпигенетическая регуляция  репликации ДНК, репарации и  теломер (Инициация репликации  ДНК контролируется  эпигенетическими механизмами.  Репарация ДНК включает  эпигенетические изменения в  структуре хроматина.  Эпигенетический контроль  структуры и функции теломер).  Эпигенетическая регуляция  идентичности и функции  центромер (Структура и функция  центромеры у разных эукариот.  Центромерные  последовательности не являются  необходимыми или достаточными  для формирования и  функционирования кинетохора.  Необычный состав центромерного  хроматина. Модели структуры, </p>		
--	--	---	--	--

		<p>функции и воспроизведения центромеры. Эпигенетика и эволюция центромер).</p> <p>Гетерохроматин и мейотическое спаривание / расхождение (Обнаружение сайта гетерохроматинового спаривания у самцов <i>Drosophila</i>. Спаривание гетерохроматина облегчает расхождение у самок <i>Drosophila</i>. Роль центромеры в облегчении ахизматической сегрегации у почкующихся дрожжей. Ассоциированный с гетерохроматином локус Phi у кукурузы и его роль в опосредовании гомологичного versus негомологичного спаривания). Гетерохроматин и мейотический драйв (Нарушитель сегрегации (Segregation Distorter) у самцов <i>Drosophila</i>. Утеря отцовской хромосомы у <i>Sciara</i> и картирование реагирующего элемента. Утеря отцовских хромосом у <i>Nasonia</i>. Вздутие 10 у кукурузы – роль последовательностей, соответствующих гетерохроматиновым «вздутиям», в облегчении расхождения хромосом в мейозе I). Сайленсинг генов неспаренными ДНК в мейозе (Мейотический сайленсинг неспаренной ДНК в мейозе у <i>Neurospora</i>. Сайленсинг асинопсных хромосом у мыши. Дисфункция половой хромосомы у <i>Drosophila</i>)</p>		
Раздел 3	Частная эпигенетика	<p><i>Schizosaccharomyces pombe</i>: организм (Сайленсинг хроматина у <i>S. pombe</i> отличается от такового у <i>S. cerevisiae</i>. Гены, помещенные в центромеры дрожанковых дрожжей, сайленсированы. Центромеры дрожанковых дрожжей состоят из разных гетерохроматиновых и центральных кинетохорных доменов. Центромерные внешние повторы без посторонней помощи делают возможной сборку</p>	ПКС – 3.2	ДЗ, К, РК, Т

		<p>«молчащего» хроматина. РНК-интерференция направляет сборку «молчащего» хроматина.</p> <p>Транскрипция центромерных повторов РНК-полимеразой II связывает RNAi с модификациями хроматина. «Молчащий» хроматин в центромерах необходим для опосредования когезии сестринских центромер и нормальной сегрегации хромосом.</p> <p>Эпигенетическое наследование функционального состояния центромеры. Различные механизмы сайленсинга у грибов).</p> <p><i>Neurospora crassa</i>: история и особенности организма</p> <p>(Метилирование ДНК у <i>Neurospora</i>. RIP – система защиты генома, имеющая как генетические, так и эпигенетические аспекты.</p> <p>Исследования реликтов RIP позволило проникнуть в контроль метилирования ДНК.</p> <p>«Подавление» (quelling).</p> <p>Мейотический сайленсинг, осуществляемый неспаренной ДНК (MSUD). Вероятные функции и практическое использование RIP, «подавления» и MSUD).</p> <p>Преимущества использования растений в эпигенетических исследованиях</p> <p>(Сходство растений и животных по организации (эпи)генома. Растения предоставляют дополнительные направления эпигенетических исследований. Растения лучше выносят некоторые методологические манипуляции, которые очень трудно применимы к млекопитающим.</p> <p>Исследование растений внесло самый значимый вклад в эпигенетику).</p> <p>Молекулярные компоненты хроматина у растений (Регуляторы метилирования ДНК у растений. Ферменты модификации гистонов. Другие белки хроматина).</p>		
--	--	---	--	--



		<p>Молекулярные компоненты путей опосредованного РНКi сайленсинга (Выработка РНКi-зависимого сайленсинга у растений. Путь 1: связанное с трансгенами посттранскрипционное и индуцированное вирусами замалчивание генов (PTGS/VICS). Путь 2: регуляция развития растений miРНК и транс-действующими siРНК. Путь 3: связанный с трансгенами транскрипционный сайленсинг, направляемое РНК метилирование ДНК и образование гетерохроматина).</p> <p>Эпигенетическая регуляция без участия РНК. Механизм клеточной памяти (Гипотеза. Данные о наследуемых паттернах метилирования. Поддерживающая ДНК-метилтрансфераза млекопитающих). Происхождение паттернов метилирования ДНК (De novo метилирование ДНК у ранних эмбрионов. Открытие de novo метилтрансфераз. Острова CpG и паттерны метилирования ДНК. Динамические изменения в паттернах метилирования ДНК в ходе развития. Активное деметилирование зиготического отцовского генома. Что защищает острова CpG от метилирования ДНК. Переключается ли метилирование ДНК структурой хроматина? Роль SWI/SNF-подобных белков ремоделинга хроматина). Регуляция экспрессии генов метилированием ДНК (Ранние данные. Интерференция со связыванием транскрипционного фактора. Притяжение белков, связывающихся с метил-CpG. MeCP2 и синдром Ретта. MBD2 опосредует зависящую от метилирования репрессию транскрипции). Метилирование ДНК, мутации и стабильность хромосом (Метилирование ДНК и</p>		
--	--	---	--	--

		мутации. Метилирование ДНК и нестабильность хромосом). Будущие направления исследований (Факторы внешней среды, индуцирующие эпигенетические изменения. Эпигенетическая нестабильность и комплексные заболевания. Модуляция обратимых эпигенетических состояний)		
--	--	---	--	--

Таблица 2

### Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	6 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Самостоятельное изучение разделов	30	30
Самоподготовка	18	18
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет	зачет

#### 4.1 Лекции

Таблица 3

#### Тематический план лекций

№	Тема	Литература
1	Эпигенетика: от явления к области науки. История эпигенетики.	1. Смирнова А.В. Физиология человека [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы / А.В. Смирнова. – Электрон. Текстовые данные. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2014. – 98 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <a href="http://www.iprbooksshop.ru/49942.html">http://www.iprbooksshop.ru/49942.html</a> 2. Нормальная физиология. Практикум. Под ред. К.В. Судакова. – М. Мед. информ.
2	Основные понятия эпигенетики.	
3	Модификации хроматина и механизм их действия.	
4	Варианты гистонов.	
5	Эпигенетическая регуляция хромосомного наследования.	
6	Грибы как модельные объекты эпигенетики.	

7	Эпигенетическая регуляция у растений.	агентство, 2015.
8	Метилирование ДНК у млекопитающих.	

**4.2 Практические занятия (семинары)** по данной дисциплине не предусмотрены.

#### **4.3 Лабораторные работы**

Таблица 4

**Тематический план лабораторных работ**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Знакомство с приборами полногеномного секвенирования и идентификации белков.	5
2	1	Методы анализа экспрессии генов.	6
3	2	Методы анализа транскриптомов.	6
4	2	Экспериментальное освоение анализа модификации генов.	6
5	3	Выявление участков геномов подверженных метилированию, ацетилированию и гликозилированию.	6
6	3	Практическое освоение методов анализа РНК.	5
<i>Итого:</i>			34

#### **4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

Таблица 5

**Тематический план самостоятельной работы**

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	Ядерная организация. Прионы.	3

1	Роль хроматина. Взаимосвязь механизмов.	3
1	РНК и сайленсинг генов, направляемый РНК. От одноклеточных систем к многоклеточным. Polycomb и Trithorax. Инактивация X-хромосомы и факультативный гетерохроматин. Репрограммирование клеточной судьбы. Рак. Эпигенетический контроль. Основные вопросы в эпигенетических исследованиях.	3
2	Темы в модификациях (Гистоновый код, Паттерны модификаций, Изменения в структуре хроматина, связанные с активацией транскрипции и элонгацией).	3
2	Фосфорилирование H2AX в репарации двунитевых разрывов ДНК. H2LZ в регулировании транскрипции. Белковые комплексы для откладки и замещения вариантов H2A. Другие варианты H2A. Эволюция гистонов для более плотной упаковки ДНК.	3
2	Гетерохроматин и мейотический драйв (Нарушитель сегрегации (Segregation Distorter) у самцов Drosophila. Утеря отцовской хромосомы у Sciara и картирование реагирующего элемента. Утеря отцовских хромосом у Nasonia. Вздутие 10 у кукурузы - роль последовательностей, соответствующих гетерохроматиновым «вздутиям», в облегчении расхождения хромосом в мейозе I). Сайленсинг генов неспаренными ДНК в мейозе (Мейотический сайленсинг неспаренной ДНК в мейозе у Neurospora. Сайленсинг асинопсных хромосом у мыши. Дисфункция половой хромосомы у Drosophila).	3
3	«Молчаливый» хроматин в центромерах необходим для опосредования когезии сестринских центромер и нормальной сегрегации хромосом. Эпигенетическое наследование функционального состояния центромеры. Различные механизмы сайленсинга у грибов). Neurospora crassa: история и особенности организма (Метилирование ДНК у Neurospora. RIP - система защиты генома, имеющая как генетические, так и эпигенетические аспекты. Исследования реликтов RIP позволило проникнуть в контроль метилирования ДНК. «Подавление» (quelling). Мейотический сайленсинг, осуществляемый неспаренной ДНК (MSUD). Вероятные функции и практическое использование RIP, «подавления» и MSUD).	4
3	Молекулярные компоненты путей опосредованного РНКi сайленсинга (Выработка РНКi-зависимого сайленсинга у растений. Путь 1: связанное с трансгенами посттранскрипционное и индуцированное вирусами замалчивание генов (PTGS/VICS). Путь 2: регуляция развития растений miРНК и транс-действующими siРНК. Путь 3: связанный с трансгенами транскрипционный сайленсинг, направляемое РНК метилирование ДНК и образование гетерохроматина). Эпигенетическая регуляция без участия РНК.	4
3	Притяжение белков, связывающихся с метил-CpG. MeCP2 и синдром Ретта. MBD2 опосредует зависящую от метилирования репрессию транскрипции). Метилирование ДНК, мутации и стабильность хромосом (Метилирование ДНК и мутации. Метилирование ДНК и нестабильность хромосом). Будущие направления исследований (Факторы внешней среды, индуцирующие эпигенетические изменения. Эпигенетическая нестабильность и комплексные заболевания. Модуляция обратимых эпигенетических состояний).	4
Итого:		30

**4.5 Курсовой проект (курсовая работа) по данной дисциплине не предусмотрен.**

## **5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

### **5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.**

**Текущий контроль** успеваемости осуществляется по результатам устного опроса и выполненных рефератов.

**5.1.1. Оценочные материалы для устного опроса (контролируемые компетенции ПКС – 3.2):**

Типовые вопросы для устного опроса:

#### **Тема 1. Эпигенетика: от явления к области науки. История эпигенетики.**

1. ДНК в соматических клетках организма.
2. Роль метилирования ДНК.
3. Роль хроматина.

#### **Тема 2. Основные понятия эпигенетики.**

1. Генетика vs. Эпигенетика.
2. Модельные системы для изучения эпигенетики.
3. Определение эпигенетики.

#### **Тема 3. Модификации хроматина и механизм их действия.**

1. Регуляторная роль гистонов и ацетилирования в транскрипции.
2. Ацетилирование и деацетилирование.
3. Фосфорилирование.

#### **Тема 4. Варианты гистонов.**

1. Упаковка ДНК архитектурными белками.
2. Эукариотические коровые гистоны.
3. Откладывание основной массы гистонов после репликации ДНК.

#### **Тема 5. Эпигенетическая регуляция хромосомного наследования.**

1. Хромосомная наследственность.
2. Эпигенетическая регуляция репликации ДНК, репарации и теломер
3. Эпигенетическая регуляция идентичности и функции центромер

#### **Тема 6. Грибы как модельные объекты эпигенетики.**

1. *Schizosaccharomyces pombe*: модельный организм.
2. *Neurospora crassa*: история и особенности организма.

#### **Тема 7. Эпигенетическая регуляция у растений.**

1. Преимущества использования растений в эпигенетических исследованиях.
2. Молекулярные компоненты хроматина у растений.
3. Молекулярные компоненты путей опосредованного РНКi сайленсинга.

#### **Тема 8. Метилирование ДНК у млекопитающих.**

1. Механизм клеточной памяти.

2. Происхождение паттернов метилирования ДНК.
3. Регуляция экспрессии генов метилированием ДНК.

#### Критерии формирования оценок устного опроса

В результате устного опроса, знания обучающегося оцениваются по следующей шкале:

**4 балла**, ставится, если обучающийся: 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное биологических понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**3 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «4», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**2 балла**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**менее 2 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

#### **5.1.2. Оценочные материалы для выполнения рефератов (контролируемые компетенции ПКС – 3.2):**

##### Примерные темы рефератов:

1. Модельные объекты эпигенетики.
2. Сайленсинг – эпигенетическая репрессия протяженных фрагментов хромосом.
3. Способы выявления малых регуляторных РНК и их мишеней.
4. Факторы определения локализации органоидов.
5. Метилирование ДНК и плюрипотентность.
6. Прионные сети.
7. Способы получения условных мутаций.
8. Эпигенетическое программирование генома половых клеток человека.
9. Поведение хроматиновых меток во время митоза.
10. Бивалентные домены хроматина плюрипотентных клеток.

##### Требования к реферату

Общий объём реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы. В тексте

ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 60%

#### Критерии оценки реферата:

«Отлично» (4 балла) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности.

«Хорошо» (3 балла) – выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.

«Удовлетворительно» (2 балла) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления.

«Неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения.

### **5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.**

**Рубежный контроль** успеваемости осуществляется на коллоквиумах и компьютерных тестированиях. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

#### **5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиума (контролируемые компетенции ПКС – 3.2):**

##### Типовые варианты вопросов на коллоквиум:

1. Хромосомы: строение и типы.
2. Уровни упаковки ДНК в хромосомах.
3. Гистоновые белки.
4. Гистоновый код.
5. Варианты гистонов.
6. Структура нуклеосомы.
7. Модификация гистонов.
8. Роль гетерохроматина в образовании пространственной структуры ядра.
9. Особые типы хроматина.
10. Метилирование и деметилирование ДНК.

##### Критерии оценки результатов коллоквиума:

«Отлично» (7 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме коллоквиума.

«Хорошо» (5-6 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме коллоквиума, допуская незначительные неточности.

«Удовлетворительно» (3-4 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся дает неполный ответ.

«Неудовлетворительно» (менее 3 баллов) – ставится за работу, если правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

### **5.2.2.Оценочные материалы для компьютерного тестирования (контролируемые компетенции ПКС – 3.2):**

Типовое тестовое задание (Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=3263>):

1. Мысленное расчленение предмета на части – это:

- а) синтез;
- б) редукционизм;
- в) аналогия;
- г) анализ.

2. Сила, которая обуславливает движение растворителя через полупроницаемую мембрану, называется:

- а) диффузионное давление;
- б) осмотическое давление;
- в) парциальное давление;
- г) гидростатическое давление.

3. Мысленное соединение частей в целое – это:

- а) синтез;
- б) гомология;
- в) редукционизм;
- г) анализ.

4. Общее количество крови в организме человека в норме составляет:

- а) 2-3 % веса тела;
- б) 3,5-4 % веса тела;
- в) 4,5-6 % веса тела;
- г) 6-8 % веса тела.

5. Онкотическое давление плазмы крови примерно составляет:

- а) 5-10 мм рт. ст.;
- б) 15-18 мм рт. ст.;
- в) 25-30 мм рт. ст.;
- г) 50-77 мм рт. ст.

6. Буферные свойства крови обуславливают относительное постоянство:



- а) напряжения растворенных в крови газов ( $pO_2$ ,  $pCO_2$ );
- б) осмотического давления;
- в) онкотического давления;
- г) реакции крови (рН).

7. *Вязкость крови увеличивается:*

- а) при обезвоживании;
- б) при возрастании количества эритроцитов;
- в) при избыточном потреблении жидкости;
- г) при увеличении содержания газов;

8. *Генетика как экспериментальная наука ведет свое начало с работ:*

- а) Аристотеля;
- б) Рене Декарта;
- в) Грегора Менделя;
- г) И.П.Павлова.

9. *Общее количество крови в организме человека в норме составляет:*

- а) 2-3 л;
- б) 3,5-4 л;
- в) 4,5-6 л;
- г) 7-8 л.

10. *Адреналин и вазопрессин являются:*

- а) факторами свертывания;
- б) факторами противосвертывания;
- в) антикоагулянтами прямого действия;
- г) антикоагулянтами непрямого действия.

*Критерии оценки компьютерного тестирования:*

«Отлично» (5 баллов) – выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – выполнено 80-99 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (2-3 балла) – выполнено 60-79% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – выполнено менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

**5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.**

**Промежуточная аттестация** осуществляется по результатам устного зачета.

*Вопросы к зачету (контролируемые компетенции ПКС – 3.2):*

1. История эпигенетики.
2. ДНК в соматических клетках организма.
3. Роль метилирования ДНК.
4. Роль хроматина.
5. Модельные системы для изучения эпигенетики.
6. Хроматиновая матрица.
7. Модификации гистонов и гистоновый код.

8. Комплексы, осуществляющие ремоделинг хроматина, и варианты
9. гистонов.
10. Метилирование ДНК.
11. РНК и сайленсинг генов, направляемый РНК.
12. Инактивация X-хромосомы и факультативный гетерохроматин.
13. Эпигенетический контроль.
14. Модификации хроматина и механизм их действия.
15. Упаковка ДНК архитектурными белками.
16. Эукариотические коровые гистоны.
17. H2AZ в регулировании транскрипции.
18. Белковые комплексы для откладки и замещения вариантов H2A.
19. Хромосомная наследственность.
20. Эпигенетическая регуляция репликации ДНК, репарации и теломер.
21. Эпигенетическая регуляция идентичности и функции центромер.
22. *Schizosaccharomyces pombe*: модельный организм.
23. *Neurospora crassa*: история и особенности организма.
24. Преимущества использования растений в эпигенетических
25. исследованиях.
26. Молекулярные компоненты хроматина у растений.
27. Молекулярные компоненты путей опосредованного РНКi сайленсинга.
28. Эпигенетическая регуляция без участия РНК.
29. Механизм клеточной памяти.
30. Происхождение паттернов метилирования ДНК.
31. Регуляция экспрессии генов метилированием ДНК.
32. Метилирование ДНК, мутации и стабильность хромосом.

Критерии оценки промежуточной аттестации:

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию. При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

**6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая обучающимся по дисциплине включает две составляющие (см. Приложение 1):

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения обучающимся учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний обучающегося по результатам

промежуточной аттестации (не более 25 баллов).

Критерии оценки качества освоения дисциплины (см. Приложение 2):

**Оценка «зачтено» (без процедуры сдачи зачета) – от 56 до 70 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

**Оценка «зачтено» (с процедурой сдачи зачета – от 36 до 55 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки.

**Оценка «не зачтено» – менее 36 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

Таблица 6

**Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов	Вид оценочного материала, обеспечивающего формирование компетенций
<b>ПКС – 3.2.</b> Способен анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, осуществлять выбор способа представления информации в соответствии с поставленной задачей, осуществлять поиск информации в базах данных, компьютерных сетях, работать с научной литературой, проводить исследования согласно специальным методикам, проводить математическую обработку результатов, осуществлять построение математических моделей биологических систем, применять полученные знания по интерпретации результатов полевых и лабораторных исследований в области генетики и селекции.	<b>Владеть:</b> широким спектром молекулярно-генетических методов. <b>Уметь:</b> объяснять, опираясь на данные современной биологии, механизмы регуляции экспрессии генетической информации. <b>Знать:</b> закономерности эпигенетической наследственности и изменчивости.	Текущий контроль успеваемости. Рубежный контроль успеваемости. Промежуточная аттестация.

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, осуществлять выбор способа представления информации в соответствии с поставленной задачей, осуществлять поиск информации в базах данных, компьютерных сетях, работать с научной литературой, проводить исследования согласно специальным методикам, проводить математическую обработку результатов, осуществлять построение математических моделей биологических систем, применять полученные знания по интерпретации результатов полевых и лабораторных исследований в области генетики и селекции (ПКС – 3.2.).

## 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие. / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чердниченко. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.
2. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник; / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова и др. / ред. В. С. Шевелуха. - М.: Высш. школа, 2018. - 710 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Боголюбов Д. С. Регуляторные механизмы экспрессии генома: учебнометодическое пособие / Д. С. Боголюбов, В. М. Седова, И. М. Спивак. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. - 241 с.
2. Браун Т.А. Геномы / Т.А. Браун. Пер. с англ. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. - 944 с.
3. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1: Генная и белковая инженерия / Л.И. Патрушев; Ин-т биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Отв. ред. А.И. Мирошников. - М.: Наука, 2004. 526 с.
4. Смирнов А.В. Система CRISPR/Cas9 - универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 4. С. 493 -510.

### 7.3. Периодические издания

Журнал «Биотехносфера» (ЭБС "Консультант студента").

### 7.4. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Эпигенетика» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru">http://www.diss.rsl.ru</a>	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ

		библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около <b>12,5 тыс.</b> журналов		
<b>3.</b>	<b>Sciverse Scopus</b> издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ
<b>4.</b>	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Полный доступ
<b>5.</b>	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
<b>6.</b>	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

Кроме того обучающиеся могут воспользоваться профессиональными сетевыми ресурсами:

Сайт «Элементы науки» - <http://elementy.ru>

## 7.5 Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

### 7.5.1 Методические указания к работе над конспектом лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### *7.5.2 Методические указания к лабораторным занятиям*

1. Практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Н.П. Карсункина, М.Р. Халилуев. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 148 с.
2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, С.М. Зайцева. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 140 с.

#### *7.5.3 Методические указания к работе над рефератом*

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов. Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

#### *7.5.4 Методические указания к самостоятельной работе*

Хашхожева Д.А., Суншева Б.М., Аккизов А.Ю., Паритов А.Ю. Биология человека. Учебное пособие. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2018. – 119 с.

### **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

#### *8.1 Требования к материально-техническому обеспечению*

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Биология размножения и

развития» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий используются:

*1. Лицензионное программное обеспечение:*

- продукты Microsoft (Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES; Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsrSTUUseBnft Student EES);
- антивирусное программное обеспечение (Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 yearEducationalRenewalLicense).

*2. Свободно распространяемые программы:*

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

## *8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих.

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые):

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся.

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- экзамен проводится в письменной форме.

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.



**Лист изменений (дополнений)**  
в рабочей программе дисциплины «Эпигенетика»  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология на 2024-2025 учебный год

<b>№ п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений (дополнений)</b>	<b>Примечание</b>

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры физиологии, генетики и молекулярной биологии*

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

*Заведующий кафедрой* \_\_\_\_\_ **А.Ю. Паритов**

## Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2.	Текущий контроль:	до 24 баллов	до 8 б.	до 8 б.	до 8 б.
	Ответ на 3 вопроса	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
	Полный правильный ответ	до 12 баллов	4 б.	4 б.	4 б.
	Неполный правильный ответ	от 6 до 9 б.	от 2 до 3 б.	от 2 до 3 б.	от 2 до 3 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	от 0 до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Выполнение самостоятельных заданий	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
3.	Рубежный контроль	до 36 баллов	до 12 б.	до 12 б.	до 12 б.
	тестирование	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5б.	от 0 до 5 б.
	коллоквиум	от 0 до 21б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.
4.	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70 баллов	до 23 б.	до 23 б	до 24 б
	Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24 б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24 б

**Критерии оценки качества освоения дисциплины**

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
56-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций: - способность владеть навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценивать достоверность и значимость полученных результатов, представить их широкой аудитории и вести дискуссию (ОПК-8.3)
36-55	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ОПК-8.3, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы.