

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Института медицинского образования  
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»  
Минздрава России  
Е.В. Пармон  
«30» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина

**ЯДРО, ХРОМАТИН, РЕГУЛЯЦИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ,  
ТРАНСКРИПЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ, КЛАССЫ РНК.  
СИГНАЛЬНЫЕ ПУТИ**

(наименование дисциплины)

**магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология**

(код специальности и наименование)

Профиль

**Клеточная и молекулярная биология**

Факультет

**лечебный**

(наименование факультета)

Кафедра

**клеточной биологии и гистологии**

(наименование кафедр)

Форма обучения	очная
Курс	2
Семестр	3
<b>Занятия лекционного типа</b>	<b>10 час.</b>
<b>Занятия семинарского типа</b>	<b>36 час.</b>
В том числе:	
Семинары	4 час.
Лабораторные занятия	16 час.
Научно-практическое занятие	16 час.
<b>Всего аудиторной работы</b>	<b>46 час.</b>
<b>Самостоятельная работа (внеаудиторная)</b>	<b>62 час.</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен/ 36 часов</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4 (час./зач. ед.)</b>

Санкт-Петербург  
2024

Рабочая программа дисциплины «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «11» августа 2020 г. № 934 и учебным планом.

### СОСТАВИТЕЛИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1.	Злотина Анна Михайловна	к.б.н.	Научный сотрудник Института молекулярной биологии и генетики	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России
2.	Костарева Анна Александровна	к.м.н.	Директор Института молекулярной биологии и генетики	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» обсуждена на заседании кафедры клеточной биологии и гистологии.

Рабочая программа дисциплины «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «25» января 2022 г., протокол № 1/2022.

Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «27» августа 2024г., протокол № 05/01/2024.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель дисциплины:** ознакомить обучающихся со структурно-функциональной организацией ядра, регуляцией экспрессии генов на разных уровнях, транскрипционными факторами, классами РНК, а также внутриклеточными сигнальными путями и типами межклеточной сигнализации.

**Задачи дисциплины:** овладение знаниями о строении и функциях ядерного аппарата, эпигенетических модификациях, регуляции экспрессии генов и ее влиянии на процессы, протекающие в эукариотической клетке, а также знаниями о сигнальных путях и связанных с ними регуляторных взаимодействиях.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» относится к Блоку 1 учебного плана.

### **Междисциплинарные и внутродисциплинарные связи:**

Для изучения данной дисциплины обучающимся необходимо владение знаниями из ранее освоенных дисциплин:

- «Биология Клетки»;
- «Клеточная и молекулярная иммунология. Иммунопатогенез вирусных инфекций».

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию на основе системного подхода, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: современную научную и учебную литературу по проблемам структурно-функциональной организации ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальных путей	Для текущего контроля: - КВ Для промежуточной аттестации: - КВ
		Умеет: -извлекать и анализировать информацию из учебной и научной литературы; -пользоваться интернет ресурсами; -применять современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Для текущего контроля: - КВ, Д Для промежуточной аттестации: - КВ
ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программ магистратуры	ОПК-2.2 Использует современные методы молекулярной биологии в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	Знает: теоретические основы, актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Для текущего контроля: - КВ Для промежуточной аттестации: - КВ
		Умеет: применять различные методы и инструменты при постановке и решении новых задач в определенных областях науки	Для текущего контроля: - КВ, АУ Для промежуточной аттестации: - КВ
ПК-2 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области биологии	ПК-2.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе выполнения исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знает: -принципы структурно-функциональной организации ядра; -классы РНК; -эпигенетические модификации; -процессы транскрипции, сплайсинга, трансляции; - основные сигнальные пути в клетке	Для текущего контроля: - КВ, Д Для промежуточной аттестации: - КВ
		Умеет: применять на практике теоретические знания по структуре и организации клеточного ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальным путям	Для текущего контроля: - КВ, Д Для промежуточной аттестации: - КВ

	ПК-2.3 Выбирает методы для решения научно-исследовательских задач в выбранной области биологии	Знает: теоретические основы молекулярно-биологических методов исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: - КВ
		Умеет: применять на практике базовые молекулярно-биологические методы исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Для текущего контроля: - КВ, АУ Для промежуточной аттестации: - КВ

*КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов, АУ – алгоритмы умений*

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

##### 4.1 Объем дисциплины в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную внеаудиторную работу обучающихся

Вид учебной работы	Трудоемкость	Семестры
	объем в академических часах (АЧ)	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
В том числе:		
Занятия лекционного типа	10	10
Занятия семинарского типа	36	36
Из них:		
Семинары (С)	4	4
Лабораторные занятия(ЛЗ)	16	16
Научно-практическое занятие (НПЗ)	16	16
<b>Самостоятельная внеаудиторная работа (всего)</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
В том числе:		
Работа с вопросами для текущего контроля	14	14
Подготовка докладов, подбор и изучение литературных источников, интернет-ресурсов	28	28
Подготовка к сдаче промежуточной аттестации	20	20
Из них на практическую подготовку*	59	59
<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>часы</b>		<b>4</b>
<b>зач.ед.</b>		

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

##### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

Наименование темы (раздела)	Контактная работа, академ. ч				СР	Всего	Из них на практическую подготовку*
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа					
		НПЗ	ЛЗ	С			
Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов	7	8	16	4	40	75	43
Раздел 2. Сигнальные пути	3	8	-	-	22	33	16
<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>62</b>	<b>108</b>	<b>59</b>

НПЗ – научно-практическое занятие, ЛЗ - лабораторное занятие, С – семинар, СР- самостоятельная внеаудиторная работа.

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

Образовательная деятельность в форме практической подготовки, предусматривающая участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, организована в соответствии с разработанным учебным планом и достигает 80% от общей трудоёмкости дисциплины для занятий семинарского типа и 50% от занятий самостоятельной работы.

#### 4.3 Тематический план занятий лекционного типа дисциплины - 10 часов

№ темы	Наименование темы лекционного занятия	Часы	Содержание темы	Индикаторы формируемых компетенций	Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия
<b>Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов</b>					
1	Клеточное ядро. Строение и функции ядерного аппарата	2	История открытия. Строение ядра. Ядерная оболочка и поры. Экспорт и импорт биомолекул. Нуклеоплазма, хромосомы. Безъядерные и многоядерные клетки. Ядро в ходе клеточного цикла. Репликация, рекомбинация	УК-1.1, ПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
2	Хроматин. Строение, трехмерная организация. Эпигенетические модификации	2	Строение хромосом. Уровни компактизации. Гистоны и другие белки хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Метилирование ДНК и модификации гистонов	УК-1.1, ПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
3	Регуляция экспрессии генов. Транскрипция. Сплайсинг и транспорт. Трансляция. Пост-трансляционные модификации	2	Регуляторные районы, промоторы, энхансеры и сайленсеры. Транскрипционные факторы. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Стадии транскрипции. Экзоны и интроны. Регуляция сплайсинга. Транспорт РНК. Рибосомы. Трансляция белка. Посттрансляционные модификации белков	УК-1.1, ОПК-2.2	Мультимедийная аппаратура, презентация
4	Классы РНК. Белок-кодирующие РНК, тРНК, рРНК. Регуляторные некодирующие РНК	1	Белок-кодирующие РНК (мРНК). Некодирующие РНК домашнего хозяйства (тРНК, рРНК, мяРНК, мякРНК). Строение и функции. Короткие и длинные регуляторные некодирующие РНК. Строение и функции	УК-1.1, ПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
<b>Раздел 2. Сигнальные пути</b>					
5	Межклеточная сигнализация	1	Типы межклеточной сигнализации. Лиганды и рецепторы	УК-1.1, ПК-2.1,	Мультимедийная аппаратура, презентация
6	Внутриклеточная сигнализация	2	Внутриклеточные сигнальные пути. Основные компоненты внутриклеточного сигналинга. Этапы передачи внешнего сигнала. Примеры ключевых сигнальных путей в клетке	УК-1.1, ПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация



#### 4.4 Тематический план занятий семинарского типа – 36 часов

№ темы	Форма проведения практического занятия	Наименование темы практического занятия	Часы, в том числе на ПП*	Содержание темы практического занятия	Индикаторы формируемых компетенций	Формы и методы текущего контроля
<b>Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов.</b>						
1	Научно-практическое занятие	Организация хромосом. Тандемные повторы	4 из них на ПП 80%	Хромосомы в метафазе и интерфазе. Хромосомные территории. Организация центромерных и теломерных районов	УК-1.1 ПК-2.1	КВ
2	Научно-практическое занятие	Регуляция экспрессии генов	4 из них на ПП 80%	Уровни регуляции экспрессии генов	УК-1.1 ПК-2.1	КВ
3	Семинар	Генетический аппарат митохондрий	2 из них на ПП 80%	Строение и функции генетического аппарата митохондрий	УК-1.1 ПК-2.1	КВ
4	Семинар	Ядерные тельца	2 из них на ПП 80%	Ядрышко и тельца Кахала. Строение и функции	УК-1.1 ПК-2.1	КВ, Д
5	Лабораторные занятия	Методы изучения ДНК	8 из них на ПП 80%	Выделение ДНК. Измерение концентрации. Электрофорез в агарозном геле. Амплификация фрагмента ДНК с помощью полимеразной цепной реакции	УК-1.1 ОПК-2.2 ПК-2.1 ПК-2.3	КВ, АУ
6	Лабораторные занятия	Методы изучения РНК	8 из них на ПП 80%	Выделение РНК. Измерение концентрации и проверка целостности. Электрофорез в агарозном геле. Количественный анализ с помощью полимеразной цепной реакции в реальном времени	УК-1.1 ОПК-2.2 ПК-2.1 ПК-2.3	КВ, АУ
<b>Раздел 2. Сигнальные пути.</b>						
7	Научно-практическое занятие	Кальциевый сигналинг	4 из них на ПП 80%	Роль ионов кальция в регуляции внутриклеточной передачи сигналов	УК-1.1 ПК-2.3	КВ
8	Научно-практическое занятие	Сигнальные рецепторы опознавания паттерна	4 из них на ПП 80%	Мембранные, цитоплазматические и секретируемые рецепторы опознавания паттерна	УК-1.1 ПК-2.3	КВ, Д
Итого			36 часов из них на ПП- 28 часов			

КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов, АУ – алгоритмы умений

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

#### 4.5 Внеаудиторная самостоятельная работа

Вид самостоятельной работы	Часы, в том числе на ПП*	Индикаторы формируемых компетенций
Работа с вопросами для текущего контроля	14 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
Подготовка докладов, подбор и изучение литературных источников, интернет-ресурсов	28 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
Подготовка к сдаче промежуточной аттестации	20 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
Итого	62 часа из них на ПП- 31 час	

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

#### 4.5.1 Самостоятельная проработка некоторых тем - не предусмотрена

### 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Виды оценочных средств, используемых при текущем контроле и промежуточной аттестации

Формы контроля	Название раздела дисциплины	Общее количество оценочных средств		
		КВ	АУ	Д
Текущий контроль	Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов	10	10	7
	Раздел 2. Сигнальные пути	10	-	5
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)		20	-	-

КВ – контрольные вопросы, АУ – алгоритмы умений, Д – темы для докладов

#### 5.2 Организация текущего контроля знаний

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3	КВ, АУ, Д
2	Раздел 2. Сигнальные пути	УК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.3	КВ, Д

КВ – контрольные вопросы, АУ – алгоритмы умений, Д – темы для докладов

#### 5.3 Организация контроля самостоятельной работы

№ п/п	Вид работы	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Работа с вопросами для текущего контроля	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3	КВ
2	Подготовка докладов, подбор и изучение литературных источников, интернетресурсов	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3	Д
3	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3	КВ

КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов

## 5.4 Организация промежуточной аттестации

### Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен

#### Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Индикаторы проверяемых компетенций
1	собеседование	КВ	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3

*КВ – контрольные вопросы*

Собеседование проводится по билетам, каждый билет содержит 3 контрольных вопроса. Время на подготовку 30 мин.

#### Типовые оценочные средства:

Примеры *типовых контрольных вопросов* для проверки формирования индикаторов компетенций УК-1.1:

- Типы хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Молекулярный состав, свойства и функции.
- Вторичные мессенджеры и их роль в передаче сигналов в клетке.

ОПК-2.2:

- Эпигенетические модификации хроматина. Метилирование ДНК. Гипотеза гистонового кода.
- Аденилатциклазный путь передачи сигнала в клетке. Механизмы активации и блокировки пути.

ПК-2.1:

- Хромосомные болезни. Числовые аномалии аутосом и половых хромосом. Структурные хромосомные перестройки.
- Кальциевый сигналинг. Запасание и рециркуляция ионов кальция в клетке. Роль ионов кальция в регуляции внутриклеточной передачи сигналов.

ПК-2.3:

- Сигнальный путь TGF $\beta$ . Разнообразие лигандов (TGF $\beta$ , BMP, активины, анти-мюллеров гормон, GDF, Nodal). Структура рецепторов. Роль белков Smad в передаче сигнала и экспрессии генов-мишеней. Основные функции сигнального пути.
- Регуляция клеточного цикла. Фазы клеточного цикла. Контрольные точки. Роль циклинов и циклин-зависимых киназ.

Примеры *алгоритма умений* для проверки формирования индикаторов компетенций

ОПК-2.2, ПК-2.3:

- Магистрант демонстрирует навыки выделения ДНК из клеток.
- Магистрант демонстрирует навык определения количественных характеристик препарата (выделенной ДНК и РНК) с помощью методов спектрофотометрии и флуориметрии.
- Магистрант демонстрирует умение создания алгоритма новой программы на амплификаторе для проведения ПЦР.

Примеры *типовых тем докладов* для проверки формирования индикаторов компетенций УК-1.1, ПК-2.1:

- Малые интерферирующие РНК (siRNA) и микроРНК (miRNA): структура, функции в клетке и возможности применения в диагностике и терапии заболеваний.

- Структура и функции ядерной ламины. Мутации гена LMNA. Ламинопатии. ПК-2.3.
- Свойства и методы исследования митохондриальной ДНК.
- Молекулярно-биологические и цитологические методы исследования пространственной организации интерфазного ядра.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине** (приложение 1 к рабочей программе).

## **6. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

В ИМО создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (далее - ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся, в том числе при использовании дистанционных образовательных технологий. Электронные библиотеки обеспечивают доступ к профессиональным базам данных, справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам.

### **6.1 Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Операционная система семейства Windows

Пакет OpenOffice

Пакет LibreOffice

Microsoft Office Standard 2016

NETOP Vision Classroom Management Software

Образовательный портал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

<http://moodle.almazovcentre.ru/>

САБ «Ирбис 64» - система автоматизации библиотек. Электронный каталог АРМ «Читатель» и Web-Ирбис

### **6.2. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU» ([www.medlib.ru](http://www.medlib.ru))

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» ([www.rosmedlib.ru](http://www.rosmedlib.ru))

ЭБС «Букап» (<https://www.books-up.ru/>)

ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Электронная библиотека Профи-Либ «Медицинская литература издательства "Спецлит"» (<https://speclit.profy-lib.ru/>)

Всемирная база данных статей в медицинских журналах PubMed

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:**

Поисковые системы Yandex (<http://www.yandex.ru/>)

Мультимедийный словарь перевода слов онлайн Мультитран (<http://www.multitran.ru/>)

Университетская информационная система РОССИЯ (<https://uisrussia.msu.ru/>)

Публикации ВОЗ на русском языке (<https://www.who.int/ru/publications/i>)

Международные руководства по медицине (<https://www.guidelines.gov/>)

Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (<http://www.femb.ru>)

Боль и ее лечение ([www.painstudy.ru](http://www.painstudy.ru))  
US National Library of Medicine National Institutes of Health ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com))  
Русский медицинский журнал ([www.rmj.ru](http://www.rmj.ru))  
Министерство здравоохранения Российской Федерации ([www.rosminzdrav.ru](http://www.rosminzdrav.ru))  
КиберЛенинка — это научная электронная библиотека (<https://cyberleninka.ru>)  
Российская государственная библиотека ([www.rsl.ru](http://www.rsl.ru))

#### **6.4 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

##### **Основная литература:**

1. Цитология и общая гистология: атлас / В. В. Банин, А. В. Павлов, А. Н. Яцковский. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/06-COS-2411.html>
2. Гистология, эмбриология, цитология : учебник / под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970471012.html>
3. Медицинская генетика : национальное руководство / под ред. Е. К. Гинтера, В. П. Пузырева, С. И. Куцева. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970463079.html>
4. Медицинская генетика: учебное пособие для вузов / Т. Н. Борисова, Г. И. Чуваков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - Текст : электронный // URL: <https://urait.ru/bcode/512854>
5. Клетки по Льюину / ред.: Л. Кассимерис, В. Р. Лингаппа, Д. Плоппер; пер. И. В. Филиппович. - 5-е изд. - пер. 2-го англ. изд. - М.: Лаборатория знаний, 2023. - 1056 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Клетки по Льюину / Л. Кассимерис [и др.] - Москва: Лаборатория знаний, 2018. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001015871.html>
2. Гены по Льюину / Дж. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - Текст: электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001015826.html>
3. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас / Банин В. В. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - Текст: электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970438916.html>
4. Молекулярная биология: учебник для вузов / А. С. Конищев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. - 5-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - Текст : электронный // URL: <https://urait.ru/bcode/517095>
5. Основы биохимии Ленинджера. В 3 т. Т. 3. Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001018667.html>
6. Медицинская биология и общая генетика: учебник / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов, И. В. Рачковская - Минск : Выш. шк. , 2017. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850628862.html>

#### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» программы высшего образования - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология Центр Алмазова располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех

видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебной дисциплиной.

Для проведения занятий по дисциплине «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» специальные помещения имеют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия и все формы его проведения) - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **8. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Состав и квалификация научно-педагогических работников, обеспечивающих осуществление образовательного процесса по дисциплине «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» соответствует требованиям ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

## **9. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется кафедрой на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины «Ядро, хроматин, регуляция экспрессии генов, транскрипционные факторы, классы РНК. Сигнальные пути» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья кафедра обеспечивает:

1. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - размещение в местах доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
- возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

При освоении программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЯДРО, ХРОМАТИН, РЕГУЛЯЦИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ,  
ТРАНСКРИПЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ, КЛАССЫ РНК. СИГНАЛЬНЫЕ ПУТИ»**  
(наименование дисциплины)

**Магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология**

**Профиль:** Клеточная и молекулярная биология

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

**Срок освоения ОПОП ВО:** 2 года  
(нормативный срок обучения)



**ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
 по дисциплине «**ЯДРО, ХРОМАТИН, РЕГУЛЯЦИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ, ТРАНСКРИПЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ, КЛАССЫ РНК. СИГНАЛЬНЫЕ ПУТИ**»

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями: УК-1, ОПК-2, ПК-2.**

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций в процессе изучения дисциплины**

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания результатов обучения			Оценочные средства
		Начальный «Удовлетворительно»	Базовый «Хорошо»	Продвинутый «Отлично»	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию на основе системного подхода, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: некоторую современную научную и учебную литературу по проблемам структурно-функциональной организации ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальных путей	Знает хорошо современную научную и учебную литературу по проблемам структурно-функциональной организации ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальных путей	Знает отлично современную научную и учебную литературу по различным проблемам структурно-функциональной организации ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальных путей	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ
		Умеет: -извлекать и анализировать информацию из учебной и научной литературы; -пользоваться некоторыми интернет ресурсами; -применять некоторые современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Умеет: -извлекать и анализировать информацию из учебной и научной литературы; -пользоваться различными интернет ресурсами; -применять различные современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Умеет прекрасно: -анализировать информацию из учебной и научной литературы; -использовать различные интернет ресурсы; -применять различные современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ

ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программ Обучающийся	ОПК-2.2 Использует современные методы молекулярной биологии в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	Знает: теоретические основы, некоторые актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Знает: теоретические основы, основные актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Знает: теоретические основы, широкий спектр актуальных проблем и тенденций развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ
		Умеет: применять некоторые методы и инструменты при постановке и решении новых задач в определенных областях науки	Умеет: применять основные методы и инструменты при постановке и решении новых задач в определенных областях науки	Умеет: активно применять различные методы и инструменты при постановке и решении новых задач в определенных областях науки	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ
ПК-2 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области биологии	ПК-2.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе выполнения НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знает: -некоторые принципы структурно-функциональной организации ядра; -некоторые классы РНК; -некоторые эпигенетические модификации; -процессы транскрипции, сплайсинга, трансляции; - некоторые сигнальные пути в клетке	Знает хорошо: -базовые принципы структурно-функциональной организации ядра; -основные классы РНК; -различные эпигенетические модификации; -процессы транскрипции, сплайсинга, трансляции; - основные сигнальные пути в клетке	Знает отлично: - принципы структурно-функциональной организации ядра; -различные классы РНК; -широкий спектр эпигенетических модификаций; -процессы транскрипции, сплайсинга, трансляции; - основные сигнальные пути в клетке	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ
		Умеет: применять на практике базовые теоретические знания по структуре и организации клеточного ядра, регуляции экспрессии генов и сигнальным путям	Умеет: хорошо применять на практике базовые теоретические знания по структуре и организации клеточного ядра, регуляции экспрессии генов	Умеет: отлично применять на практике различные теоретические знания по структуре и организации клеточного ядра, регуляции	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ

			и сигнальным путям	экспрессии генов и сигнальным путям	
ПК-2.3 Выбирает методы для решения научно-исследовательских задач в выбранной области биологии	Знает: теоретические основы некоторых молекулярно-биологических методов исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Знает: теоретические основы различных молекулярно-биологических методов исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Знает: теоретические основы широкого спектра молекулярно-биологических методов исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Знает: теоретические основы широкого спектра молекулярно-биологических методов исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ
	Умеет: применять на практике некоторые молекулярно-биологические методы исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Умеет: хорошо применять на практике основные молекулярно-биологические методы исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Умеет: свободно применять на практике базовые молекулярно-биологические методы исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Умеет: свободно применять на практике базовые молекулярно-биологические методы исследования нуклеиновых кислот (выделение, оценка качества и количества, амплификация генов интереса)	Для текущего контроля: КВ, АУ  Для промежуточной аттестации: КВ

### Организация текущего контроля

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3.	КВ, АУ, Д
2	Раздел 2. Сигнальные пути.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3.	КВ, Д

*КВ – контрольные вопросы, АУ- алгоритмы умений, Д – темы для докладов*

## Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен

### Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Индикаторы проверяемых компетенций
1	собеседование	КВ	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3

*КВ – контрольные вопросы*

### Критерии оценивания заданий промежуточной аттестации:

Вид задания	«Неудовл.»	«Удовл.»	«Хорошо»	«Отлично»
Собеседование по контрольным вопросам	Демонстрация отсутствия знаний. Пространное изложение содержания сути заданного вопроса. Путаница в научных понятиях. Отсутствие ответов на ряд дополнительных, наводящих вопросов	Ответ не логичен, запутанность ответа. Путаница в научных понятиях. Требуются дополнительные вопросы	Демонстрация знаний по заданному вопросу и умение четко отвечать на вопросы. Излишне краткий ответ	Демонстрация глубоких знаний и умение отвечать на вопросы. Ясное, четкое изложение содержания. Отсутствие противоречивой информации. Владение терминологией

Собеседование проводится по билетам, каждый билет содержит 3 контрольных вопроса. Время на подготовку 30 мин.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### Темы докладов

#### Раздел 1. Строение и функции ядерного аппарата. Регуляция экспрессии генов

1. Классические и современные подходы к изучению хромосом. Применение в фундаментальных исследованиях и клинической практике.
2. Эпигенетические заболевания человека. Феномен геномного импринтинга. Болезни импринтинга.
3. Малые интерферирующие РНК (siRNA) и микроРНК (miRNA): структура, функции в клетке и возможности применения в диагностике и терапии заболеваний.
4. Молекулярно-биологические и цитологические методы исследования пространственной организации интерфазного ядра.
5. Структура и функции ядерной ламины. Мутации гена LMNA. Ламинопатии.
6. Заболевания человека, ассоциированные с ядерными тельцами.
7. Свойства и методы исследования митохондриальной ДНК.

#### Раздел 2. Сигнальные пути

1. Разнообразие мембранных рецепторов и их роль в клеточной сигнализации.
2. Цитокиновые рецепторы. Передача сигнала от цитокиновых рецепторов. JAK-киназы и транскрипционные факторы STAT.
3. Роль ключевых сигнальных путей в развитии сердца и формировании врожденных пороков сердца.

4. Роль кальциевого сигналинга в регуляции мышечного сокращения.  
 5. Роль первичных цилий (ресничек) в сигнальной трансдукции в норме и при патологии.

### Контрольные вопросы

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
1	<p>Опишите строение ядерной оболочки и структурной организации ядерного порового комплекса.</p> <p>Эталон ответа:            Ядерная оболочка окружает пространство ядра, изолируя его от цитоплазмы. В основе ядерной оболочки лежат двухмембранные цистерны, по составу схожие с гладким ЭПР. Структурной основой ядерной оболочки служит тонкий слой промежуточных филаментов, подстилающих ядерную оболочку со стороны нуклеоплазмы. Селективный транспорт в ядро обеспечивается ядерным поровым комплексом.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
2	<p>Охарактеризуйте структурную организацию ядерного порового комплекса.</p> <p>Эталон ответа:            Ядерный поровый комплекс - белковая структура, лежащая на границе ядра и цитоплазмы клетки. ЯПК обеспечивает селективный транспорт белков, РНК и белковых комплексов, при этом беспрепятственно пропуская воду и соли. В составе ядерного порового комплекса выделяют следующие компоненты: кольцо, корзина, цитоплазматические филаменты.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
3	<p>Опишите механизмы транспорта биомолекул между ядром и цитоплазмой.</p> <p>Эталон ответа:            В ядро импортируются белки, необходимые для организации ядерных процессов, например, транскрипции и репликации, а также белки рибосом. Из ядра экспортируются матричные РНК, транспортная РНК, субъединицы рибосом и др. Экспорт и импорт белков в/из ядра регулируется системой белков экспортинов и импортинов. Эти белки связываются с последовательностями ядерного экспорта/импорта в составе полипептидной цепочки белков.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
4	<p>Охарактеризуйте нуклеосомный уровень организации хроматина.</p> <p>Эталон ответа:            ДНК в эукариотической клетке связана с белками-гистонами. Гистоны образуют комплекс из 8 белков следующего состава: по 2 молекулы гистонов H2a, H2b, H3, H4, который называется нуклеосомой. Гистон H1 не входит в состав нуклеосомы и называется линкерным гистоном. Вся ДНК в клетке связана с гистонами, за исключением момента, когда происходят процессы транскрипции и репликации.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
5	<p>Опишите модификацию гистонов. Эпигенетическая регуляция экспрессии гена.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3

	<p>Эталон ответа:</p> <p>Модификации гистонов: ацетилирование, метилирование, убиквитинирование служат для изменения интенсивности компактизации ДНК и, следовательно, доступа факторов транскрипции к гену. За счёт изменения этих меток может регулироваться интенсивность считывания гена и соответственно меняться уровень белка. Характер меток на гистонах может наследоваться при делении клетки, таким образом уровень экспрессии будет сохраняться у всех потомков данной клетки.</p>	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
6	Опишите хроматин, уровни компактизации хроматина.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Хроматин представляет из себя комплекс из ДНК и связанных с ней белков. Базовый уровень компактизации ДНК осуществляется за счёт белков гистонов и называется нуклеосомным. ДНК, связанная с гистонами, далее претерпевает еще несколько уровней компактизации, формируя митотическую хромосому. В образовании и поддержании структуры митотической хромосомы важную роль играет белок конденсин.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
7	Опишите эухроматин и гетерохроматин.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Эухроматин представляет из себя пронизаемую для электронов часть хроматина, за счёт чего на снимках с просвечивающего электронного микроскопа он имеет светлую окраску. В эухроматиновых районах находятся большинство кодирующих белок генов. Гетерохроматин содержит высокую плотность белков, за счёт этого на микрофотографиях ядра он имеет темную окраску. Конститутивный гетерохроматин — это области, поддерживающие структуру хромосомы, в этих областях гены отсутствуют. Факультативный гетерохроматин содержит последовательности генов, которые могут быть активированы.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
8	Поясните особенности организации центральных и теломерных районов хромосом.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Центральные районы хромосом состоят из конститутивного гетерохроматина, с которым связано большое количество белков, формирующих первичную перетяжку. На центромере в процессе деления собирается белковый комплекс, необходимый для распределения хромосом между дочерними клетками- кинетохор. Теломерные участки состоят из многократно повторённых коротких последовательностей. Эти повторы служат для защиты концов хромосом в процессе многократного деления клетки.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
9	Опишите пространственную организацию ядра. Хромосомные территории.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Хромосомные территории- преимущественное расположение хромосом в пределах отдельных участков ядра. То есть в интерфазном ядре хромосомы не перемешиваются, преимущественно взаимодействуют участки ДНК внутри одной хромосомы. Представление об организованной</p>	

	трехмерной структуре хроматина в ядре позволяет объяснять процессы регуляции экспрессии генов.	
<b>№ КВ</b>	<b>Контрольный вопрос</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенции</b>
10	Расскажите о кариотипе человека. Денверская и Парижская классификации хромосом.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Кариотип человека- совокупность хромосом в ядре митотической клетки: 46 хромосом, 22 пары аутомосом и половые хромосомы. Денверская классификация основана на распределении хромосом по размеру и расположению центромера. Парижская классификация позволяет оценить наличие внутри и межхромосомных перестроек, за счёт дифференциального окрашивания.	
<b>№ КВ</b>	<b>Контрольный вопрос</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенции</b>
11	Опишите ядерные тельца.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Ядерные тельца- структуры, выделяющиеся в составе ядра. Наиболее заметным среди них является ядрышко. Тельца Кахаля связаны с функционированием малых регуляторных РНК, спеклы- с процессами сплайсинга. Ядерные тельца могут менять свою структуру и расположение в зависимости от метаболизма клетки.	
<b>№ КВ</b>	<b>Контрольный вопрос</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенции</b>
12	Опишите ядерную ламину	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Ядерная ламина- слой промежуточных филаментов, состоящих из белков семейства ламин, поддерживающих структуру ядерной оболочки. Ядерная ламина также связана с хромосомами, что позволяет поддерживать их пространственное расположение в интерфазном ядре. Фосфорилирование ламина в митозе приводит к разборке ядерной оболочки, что необходимо для формирования веретена деления.	
<b>№ КВ</b>	<b>Контрольный вопрос</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенции</b>
13	Охарактеризуйте структуру ядрышкового организатора.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Ядрышковый организатор- это участки хромосом, на которых расположены кодирующие рРНК гены. У человека гены рРНК находятся на 13, 14, 15, 21, 22 хромосомах. В геноме человека эти гены повторены около 150 раз. Считывание рРНК инициирует сближение этих областей, в результате происходит образование ядрышка.	
<b>№ КВ</b>	<b>Контрольный вопрос</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенции</b>
14	Расскажите о ядрышке. Структура и молекулярный состав.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Сборка субъединиц хромосом происходит в ядрышке. В фибриллярном центре происходит считывание рРНК; плотный фибриллярный компонент- место, где происходит процессинг рРНК; гранулярный компоненты- место сборки субъединиц рибосом из рРНК и белков, импортированных в ядро.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
15	Опишите виды повторяющихся последовательностей ДНК в геноме.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: В геноме широко представлены короткие повторяющиеся последовательности, расположенные один за другим- тандемные повторы. Они не кодируют каких-либо белков или РНК. Другой тип повторов- диспергированные повторы- SINE и LINE. LINE повторы имеют высокую гомологию с вирусами.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
16	Опишите ядро в ходе деления клетки.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: В интерфазе хроматин десперализован, идет считывание РНК. Репликация ДНК происходит в синтетической фазе, но нити хроматина остаются соединенными вместе. С наступлением митоза начинается плотная упаковка хроматина, в результате становятся видны отдельные нити, образуется метафазная хромосома. Ядерная оболочка разбирается и к кинетохорам прикрепляются микротрубочки веретена деления. В анафазе происходит растаскивание хромосом к полюсам, а в телофазе собирается ядерная оболочка и хроматин десперализуется.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
17	Молекулярно-биологические и цитологические методы изучения пространственной организации ядра.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Изучение структуры ядра возможно либо путем наблюдения за белками или же ДНК. Используя меченые антитела, узнающие специфический белок, можно изучить перераспределение белка в ядре, ассоциацию с ядерными структурами. Изучение ДНК возможно либо за счёт гибридизации (например метод FISH), или же за счёт секвенирования- прочтения первичной последовательности ДНК.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
18	Поясните организацию метафазной хромосомы.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: В метафазе хроматин плотно упакован (конденсирован) с участием белка конденсина. Но сестринские хроматиды остаются связанным белком когезином. Установление устойчивого прикрепления микротрубочек к кинетохору активирует комплекс APC/C, что приводит к удалению когезина и растаскиванию сестринских хроматид к полюсам.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
19	Опишите ядерный белковый матрикс.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Белковая фракция ядра, полученная после экстракции хроматина. Включает в себя белки ядерной ламины, белки наружной части ядрышка и диспергированный ядерный матрикс. Роль ЯМ в поддержании структуры и обеспечении взаимодействия отдельных структурных элементов ядра, например хромосом, друг с другом.	



№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
20	Опишите топологически ассоциированные домены хромосом(ТАД).	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.3
	Эталон ответа: Хроматин в интерфазном ядре организован в протяженные участки, для которых характерно большое количество внутридоменных контактов. Эти домены ограничены специфическими белками, среди которых когезин, и могут менять свои границы и расположение. По современным представлениям основные белковые взаимодействия, в том числе связанные с регуляцией экспрессии генов сосредоточены в границах ТАД.	

### Алгоритмы умений

1. Обучающийся демонстрирует навыки работы в ламинарном боксе.
2. Обучающийся демонстрирует навыки выделения ДНК из клеток.
3. Обучающийся демонстрирует навыки выделения РНК из клеток.
4. Обучающийся демонстрирует навык определения количественных характеристик препарата (выделенной ДНК и РНК) с помощью методов спектрофотометрии и флуорометрии.
5. Обучающийся демонстрирует навык определения качественных характеристик препарата (выделенной ДНК и РНК) с помощью методов электрофореза.
6. Обучающийся демонстрирует навык подбора праймеров для постановки ПЦР.
7. Обучающийся демонстрирует навык подбора праймеров для постановки ПЦР в реальном времени.
8. Обучающийся демонстрирует умение создания алгоритма новой программы на амплификаторе для проведения ПЦР.
9. Обучающийся демонстрирует навык приготовления реакционной смеси для постановки ПЦР.
10. Обучающийся демонстрирует навык приготовления реакционной смеси для постановки ПЦР в реальном времени.

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Контрольные вопросы

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
1	Строение ядерной оболочки. Структурная организация ядерного порового комплекса.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Ядерная оболочка окружает пространство ядра, изолируя его от цитоплазмы. В основе ядерной оболочки лежат двухмембранные цистерны, по составу схожие с гладким ЭПР. Структурной основой ядерной оболочки служит тонкий слой промежуточных филаментов, подстилающих ядерную оболочку со стороны нуклеоплазмы. Селективный транспорт в ядро обеспечивается ядерным поровым комплексом.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
2	Структурная организация ядерного порового комплекса.	УК-1.1, ОПК-2.2,

	<p>Эталон ответа:  Ядерный поровый комплекс- белковая структура, лежащая на границе ядра и цитоплазмы клетки. ЯПК обеспечивает селективный транспорт белков, РНК и белковых комплексов, при этом беспрепятственно пропускает воду и соли.</p>	ПК-2.1
--	---	--------

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
3	<p>Механизмы транспорта биомолекул между ядром и цитоплазмой.</p> <p>Эталон ответа:  В ядро импортируются белки, необходимые для организации ядерных процессов, например, транскрипции и репликации, а также белки рибосом. Из ядра экспортируются матричные РНК, транспортная РНК, субъединицы рибосом и др. Экспорт и импорт белков в/из ядра регулируется системой белков экспортинов и импортинов. Эти белки связываются с последовательностями ядерного экспорта/импорта в составе полипептидной цепочки белков.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
4	<p>Нуклеосомный уровень организации хроматина.</p> <p>Эталон ответа:  ДНК в эукариотической клетке связана с белками-гистонами. Гистоны образуют комплекс из 8 белков, который называется нуклеосомой. Вся ДНК в клетке связана с гистонами, за исключением момента, когда происходят процессы транскрипции и репликации.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
5	<p>Модификация гистонов. Эпигенетическая регуляция экспрессии гена.</p> <p>Эталон ответа:  Модификации гистонов: ацетилирование, метилирование служат для изменения интенсивности компактизации ДНК и доступа факторов транскрипции к гену. За счёт изменения этих меток может регулироваться интенсивность считывания гена и соответственно меняться уровень белка</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.3.

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
6	<p>Хроматин, уровни компактизации хроматина.</p> <p>Эталон ответа:  Хроматин представляет из себя комплекс из ДНК и связанных с ней белков. Базовый уровень компактизации ДНК осуществляется за счёт белков гистонов и называется нуклеосомным. ДНК, связанная с гистонами, далее претерпевает еще несколько уровней компактизации, формируя митотическую хромосому.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.3.

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
7	Эухроматин и гетерохроматин.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.3.
	Эталон ответа: Эухроматин представляет из себя пронизаемую для электронов часть хроматина, за счёт чего на снимках с просвечивающего электронного микроскопа он имеет светлую окраску. В эухроматиновых районах находятся большинство кодирующих белок генов. Гетерохроматин содержит высокую плотность белков, за счёт этого на микрофотографиях ядра он имеет темную окраску.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
8	Особенности организации центромерных и теломерных районов хромосом.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Центромерные районы хромосом состоят из конститутивного гетерохроматина, с которым связано большое количество белков, формирующих первичную перетяжку. На центромере в процессе деления собирается белковый комплекс, необходимый для микротрубочек веретена деления- кинетохор. Теломерные участки состоят из многократно повторённых коротких последовательностей. Эти повторы служат для защиты концов хромосом в процессе многократного деления клетки.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
9	Пространственная организация ядра. Хромосомные территории.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Хромосомные территории- преимущественное расположение хромосом в пределах отдельных участков ядра. Таким образом в интерфазном ядре хромосомы не перемешиваются, преимущественно взаимодействуют участки ДНК внутри одной хромосомы. Представление об организованной трехмерной структуре хроматина в ядре позволяет объяснять процессы регуляции экспрессии генов.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
10	Кариотип человека. Денверская и Парижская классификации хромосом.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Кариотип человека- совокупность хромосом в ядре митотической клетки: 46 хромосом, 22 пары аутосом и половые хромосомы. Денверская классификация основана на распределении хромосом по размеру и расположению центромера. Парижская классификация позволяет оценить наличие внутри и межхромосомных перестроек, за счёт дифференциального окрашивания.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
11	Ядерные тельца.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Ядерные тельца- структуры, выделяющиеся в составе ядра. Наиболее заметным среди них является ядрышко. Тельца Кахаля связаны с функционированием малых регуляторных РНК, спеклы- с процессами сплайсинга. Ядерные тельца могут менять свою структуру и расположение в зависимости от метаболизма клетки.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
12	Ядерная ламина.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Ядерная ламина - слой промежуточных филаментов, состоящих из белков семейства ламинов, поддерживающих структуру ядерной оболочки. Ядерная ламина также связана с хромосомами, что позволяет поддерживать их пространственное расположение в интерфазном ядре. Фосфорилирование ламина в митозе приводит к разборке ядерной оболочки, что необходимо для формирования веретена деления.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
13	Структура ядрышкового организатора.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Ядрышковый организатор- это участки хромосом, на которых расположены кодирующие рРНК гены. У человека гены рРНК находятся на пяти разных хромосомах. В геноме человека эти гены повторены более ста раз. Считывание рРНК инициирует сближение этих областей, в результате происходит образование ядрышка.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
14	Ядрышко. Структура и молекулярный состав.	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1
	Эталон ответа: Сборка субъединиц хромосом происходит в ядрышке. В фибриллярном центре происходит считывание рРНК; плотный фибриллярный компонент- место, где происходит процессинг рРНК; гранулярный компоненты- место сборки субъединиц рибосом из рРНК и белков, импортированных в ядро.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
15	Виды повторяющихся последовательностей ДНК в геноме.	УК-1.1, ОПК-2.2,

	<p>Эталон ответа:  В геноме широко представлены короткие повторяющиеся последовательности, расположенные один за другим- тандемные повторы. Они не кодируют каких-либо белков или РНК. Другой тип повторов- деспергированные повторы- SINE и LINE. LINE повторы имеют высокую гомологию с вирусами.</p>	ПК-2.1, ПК-2.3.
--	---	-----------------

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
16	<p>Ядро в ходе деления клетки.</p> <p>Эталон ответа:  В интерфазе хроматин деспирализован, идет считывание РНК. Репликация ДНК происходит в синтетической фазе, но нити хроматина остаются соединенными вместе. С наступлением митоза начинается плотная упаковка хроматина, в результате становится видны отдельные нити, образуется метафазная хромосома. Ядерная оболочка разбирается и к кинетохорам прикрепляются микротрубочки веретена деления. В анафазе происходит растаскивание хромосом к полюсам, а в телофазе собирается ядерная оболочка и хроматин деспирализуется.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1


№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
17	<p>Молекулярно-биологические и цитологические методы изучения пространственной организации ядра.</p> <p>Эталон ответа:  Изучение структуры ядра возможно либо путем наблюдения за белками или же ДНК. Используя меченые антитела, узнающие специфический белок, можно изучить перераспределение белка в ядре, ассоциацию с ядерными структурами. Изучение ДНК возможно либо за счёт гибридизации, или же за счёт секвенирования- прочтения первичной последовательности ДНК.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.3.

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
18	<p>Организация метафазной хромосомы.</p> <p>Эталон ответа:  В метафазе хроматин плотно упакован -конденсирован. Но сестринские хроматиды остаются связанными друг с другом. Установление устойчивого прикрепления микротрубочек к кинетохору активирует комплекс активации анафазы, что приводит к удалению связующего белка и растаскиванию сестринских хроматид к полюсам.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.3.

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
19	Ядерный белковый матрикс.	УК-1.1, ОПК-2.2,

	<p>Эталон ответа: Белковая фракция ядра, полученная после экстракции хроматина. Включает в себя белки ядерной ламины, белки наружной части ядрышка и диспергированный ядерный матрикс. Роль ЯМ заключается в поддержании структуры и обеспечении взаимодействия отдельных структурных элементов ядра, например хромосом, друг с другом.</p>	ПК-2.1
--	---	--------

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые индикаторы компетенции
20	<p>Топологически ассоциированные домены хромосом(ТАД). Эталон ответа: Хроматин в интерфазном ядре организован в протяженные участки, для которых характерно большое количество внутридоменных контактов. Эти домены ограничены специфическими белками, и могут менять свои границы и расположение. По современным представлениям основные белковые взаимодействия, в том числе связанные с регуляцией экспрессии генов сосредоточены в границах ТАД.</p>	УК-1.1, ОПК-2.2, ПК-2.1

<b>ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России</b>		
Сертификат	00FD35568D6E44A682C5AE0E82D9AC2C35	
Владелец	Пармон Елена Валерьевна	
Действителен	с 26.06.2024 по 19.09.2025	