

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»**
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета подготовки
кадров высшей квалификации
ФГАОУ ВО РНИМУ
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

_____ М.В. Хорева

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ»**

Научная специальность

1.5.3 Молекулярная биология

Москва, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Молекулярная биология клетки» разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, педагогическими работниками кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

№	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность в Университете, кафедра
1	Прохорчук Егор Борисович	д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН	И.о. заведующего кафедрой молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
2	Фаворова Ольга Олеговна	д.б.н., профессор	Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
3	Кулакова Ольга Георгиевна	к.б.н., доцент	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
4	Матвеева Наталия Алексеевна	к.б.н.	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Молекулярная биология клетки» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

протокол № 9 от «13» мая 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой _____/Прохорчук Е.Б./

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)	7
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	8
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	8
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	13
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	14
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)	15
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	15

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины (модуля)

Формирование теоретических и практических представлений о молекулярной организации клетки, о молекулярных механизмах развития патологических процессов в клетке.

Задачи дисциплины (модуля)

1. Изучение особенностей молекулярного и биологического поведения наиболее важных структурных компонентов клетки, роли макромолекул в регуляции основных биологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности, развития и размножения живых организмов.

2. Формирование представлений об участии макромолекул в организации эукариотической клетки, о молекулярных механизмах развития патологического состояния клеток при различных заболеваниях человека.

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	Всего, час.	Объем по полугодиям								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. раб.):	36	-	-	-	36	-	-	-	-	
Лекционное занятие (Л)	18	-	-	-	18	-	-	-	-	
Семинарское/практическое занятие (СПЗ)	18	-	-	-	18	-	-	-	-	
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	36	-	-	-	36	-	-	-	-	
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	<i>Зачет</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	
Общий объем	в часах	72	-	-	-	72	-	-	-	-
	в зачетных единицах	2	-	-	-	2	-	-	-	-

3. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Молекулярные механизмы передачи сигнала.

Тема 1.1. Основные принципы межклеточного взаимодействия.

Внутриклеточный сигнальный путь, активированный внеклеточными сигнальными молекулами. Формы внеклеточной передачи сигнала (сигналинга). Различия между эндокринной и синаптической передачами сигналов. Передача сигнала через щелевые контакты (gap junctions). Ядерные рецепторы - лиганд-модулируемые белки-регуляторы экспрессии генов. Механизм действия ядерных рецепторов. Рецепторы на поверхности клеток. Внутриклеточные сигнальные молекулы. Два типа внутриклеточных сигнальных белков, которые действуют как молекулярные переключатели. Регуляция активности ГТФаз. Интегрирование сигнала, получаемого клеткой. Формирование внутриклеточных сигнальных комплексов. Пути десенсibilизации клеток-мишеней к действию внеклеточных сигнальных молекул.

Тема 1. 2. Функционирование внутриклеточных систем передачи сигнала.

Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с G-белком. Рецепторы, сопряженные с G-белком. Гетеротримерные G-белки. Сигналинг через G-белки: регуляция продукции цАМФ, активация фосфолипазы C- β (PLC β), регуляция ионных каналов. Механизмы десенсibilизации рецепторов, сопряженных с G-белком. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с ферментами. Основные классы рецепторов, сопряженных с ферментами. Тирозинкиназные рецепторы. Активация рецепторов. Фосфорилированные тирозины связывают белки с фосфотирозин-связывающими доменами. Суперсемейство Ras малых ГТФаз. Ras активирует каскад фосфорилирования серина и треонина, который включает MAP киназный сигнальный модуль. PI3-киназа продуцирует места связывания (докинга) сигнальных молекул. Сигнальный путь PI3-киназа-Akt стимулирует выживание и рост клеток животных. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами. Рецепторные серин/треониновые протеинкиназы: Smad-зависимый сигнальный путь, активированный TGF β . Рецепторы, ассоциированные с гистидиновыми протеинкиназами. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов. Путь, опосредуемый рецептором Notch. Путь, активируемый секретирруемыми белками Wnt. Путь, активируемый секретирруемыми белками Hedgehog. Путь, в котором активируется латентный регуляторный белок NF κ B.

Раздел 2. Цитоскелет эукариотических клеток.

Тема 2.1. Актиновые филаменты.

Три типа филаментов участвующих в организации цитоскелета и строящих сложную двухмерноорганизованную сеть: микрофиламенты (актиновые филаменты), микротрубочки и промежуточные филаменты. Многообразие структурных и функциональных ролей каждого из типов филаментов в поведении клетки. Проблемы изучения взаимодействия элементов цитоскелета друг с другом и с плазматической мембраной; группы специфических белков, участвующих в организации таких связей. Самосборка микрофиламентов и микротрубочек; роль нуклеотидтрифосфатов. Цитоскелет и эпигенетическая информация. Актин и актиновые филаменты (микрофиламенты). Ингибиторы актина. Моторные белки. Миозин. Строение основных миозинов. Сборка миозиновых филаментов. Роль миозина I и II в эукариотической клетке. Миофибриллы скелетной мускулатуры. Актиновая регуляция мышечного сокращения в скелетной мускулатуре. Активация немышечного миозина II и миозина I путем фосфорилирования их легких цепей. Актин-связывающие белки. Основные механизмы нуклеации актиновых филаментов. Белки, связывающие свободные субъединицы актина. Белки, связывающиеся вдоль филаментов. Белки, связывающиеся с концами филаментов (кэпирующие белки). Организация актинового цитоскелета в клетке. Связкообразующие белки. Сетеобразующие белки. Семейство эзрин/радиксин/моезин. Роль актиновых филаментов в индукции формирования и сборки сайтов адгезии. Амебоидное движение и подвижность немышечных клеток. Структуры лидирующего края клетки. Различная организация актиновых филаментов в поляризованной клетке. Роль ГТФаз Ras, Rho и Cdc42 в реорганизации актиновых микрофиламентов.

Тема 2.2. Микротрубочки.

Микротрубочки. Роль микротрубочек в жизни эукариотических клеток. Структура тубулина и его изоформы. Формирование микротрубочек. Особые формы поведения микротрубочек – тредмиллинг и динамическая нестабильность. Запуск сборки микротрубочек (нуклеация). Структура centrosомы. Роль микротрубочек в поддержании симметрии клетки и в определении ее полярности; участие в движении и морфогенезе клеток. Микротрубочко-ассоциированные белки. Гомологи актина и тубулина у бактерий. Моторные белки, ассоциированные с микротрубочками – кинезин и динеин. Их строение и особенности функционирования в клетке. Роль цитоскелетных моторных белков в транспорте различных компонентов в клетке. Связывание моторных белков с мембранными органеллами. Регуляция работы моторных белков в клетке. Реснички и жгутики. Участие микротрубочек в формировании митотического веретена.

Тема 2.3. Промежуточные филаменты.

Промежуточные филаменты Роль промежуточных филаментов в жизни клетки: формирование высокостабильной скелетной сети в составе цитоскелета. Главное отличие промежуточных филаментов от актиновых филаментов и микротрубочек – высочайшая стабильность. Структура субъединиц белков промежуточных филаментов и сборка цитоплазматических филаментов. Шесть классов белков промежуточных филаментов. Тканеспецифический характер экспрессии белков этих классов. Значение паттерна экспрессии промежуточных филаментов для ранней диагностики патологических изменений тканей. Клеточно-специфическая экспрессия белков, входящих в состав промежуточных филаментов: виментина, десмина, трех белков нейрофиламентов – NF-L, NF-M, NF-H, кислого фибриллярного белка, ядерной ламины, кератинов.

Раздел 3. Основные принципы межклеточного взаимодействия.

Тема 3.1. Внеклеточный матрикс.

Экстрацеллюлярный матрикс (ЭЦМ). Роль ЭЦМ в поддержании целостности тканей и органов. Разнообразие типов ЭЦМ у многоклеточных животных и многообразие выполняемых функций: механическая, фильтрационная, адгезионная. Специализированные формы ЭЦМ – базальные мембраны. Основные компоненты ЭЦМ: коллагены, фибронектин, ламинины, протеогликаны и гликозамингликаны. Продукция клетками типоспецифического по составу матрикса. Информационная роль ЭЦМ. Матрикс-ассоциированные информационные молекулы – факторы роста и их функции. Влияние ЭЦМ на поведение клеток: при морфогенезе тканей и органов в ходе развития, при миграции клеток на ранних этапах онтогенеза; при ранозаживлении, при воспалительных процессах; при онкотрансформации. Обновление ЭЦМ, роль различных классов внеклеточных протеиназ. Использование компонентов внеклеточного матрикса в клеточной биологии и медицине.

Тема 3.2. Молекулы адгезии.

Клеточная адгезия и ее типы. Основные семейства молекул адгезии. Суперсемейство иммуноглобулинов: основные представители (NCAMs, VCAMs, ICAMs и др), их строение и функции. Регуляция активности NCAM. Роль NCAM в миграции клеток нервного гребня. Семейство селектинов: основные представители, их строение и функции. Участие селектинов в транзитной адгезии по типу клетка-клетка в кровотоке. Суперсемейство кадгеринов: основные представители, их строение и функции. Классические кадгерины. Кадгерины, осуществляющие десмосомальные

контакты: десмоглеины и десмоколлины. Взаимодействие кадгеринов между собой и с цитоскелетом. партнерство кадгеринов с другими рецепторами на поверхности клеток. Суперсемейство интегринов: основные представители, их строение и функции. Основные лиганды и семейства интегринов. RGD-последовательность – основной сайт распознавания для интегринов. Механизмы активации интегринов. Пути передачи сигнала с участием интегринов. Роль интегринов в адгезии клеток, в регуляции клеточного цикла и апоптоза. Заболевания, связанные с нарушением функции различных молекул адгезии. Терапевтическое использование молекул адгезии.

Раздел 4. Регуляция основных клеточных процессов.

Тема 4.1. Механизмы регуляции клеточного цикла.

Понятие “клеточный цикл”. Метод автордиографии в изучении фаз клеточного цикла, разделение интерфазы на G1-, S- и G2-периоды. М-период. Параметры клеточного цикла. Относительная стабильность и варьирование продолжительности периодов (фаз) клеточного цикла клеток млекопитающих. Выход клеток в покой. Современная модель клеточного цикла эукариот; понятие “точек перехода” (рестрикции, R) в G1- и G2-фазе; теоретические предпосылки и экспериментальные модели поиска молекул-регуляторов, координирующих вступление и прохождение каждой из фаз клеточного цикла; общие теоретические представления о механизме контроля клеточного цикла эукариот. Механизм молекулярного контроля клеточного цикла. Строение и роль фактора промотирующего переход к М-фазе (MPF). Роль циклин-зависимой киназы (cdk) и циклинов в регуляции клеточного цикла. Протеолиз и регуляция клеточного цикла.

Тема 4.2. Апоптоз (программированная клеточная гибель).

Запрограммированная клеточная смерть выгодна для поддержания жизни в биосфере. Сравнение апоптоза и некроза. Каспазы – регуляторы апоптоза. Апоптоз с участием рецепторов клеточной гибели. Белок с-FLIP блокирует апоптоз. Митохондриальный путь апоптоза. Апоптосома. Семейство Bcl-2 белков млекопитающих. Ингибиторы апоптоза IAPs. Регуляция апоптоза через IAPs. Взаимосвязь двух путей апоптоза. Другие механизмы апоптоза. Судьба клеток в организме. Удаление апоптотических клеток. Экстернализация фосфатидилсерина. Апоптоз и опухолевая трансформация. Роль p53.

4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)

Таблица 2

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Контакт т.раб.	Л	СПЗ	СР	
	Полугодие 4	72	36	18	18	36	Зачет
Раздел 1	Молекулярные механизмы передачи сигнала	16	8	4	4	8	Устный опрос
Тема 1.1	Основные принципы межклеточного взаимодействия	8	4	2	2	4	
Тема 1.2	Функционирование внутриклеточных систем передачи сигнала	8	4	2	2	4	
Раздел 2	Цитоскелет эукариотических клеток	22	12	6	6	10	Устный опрос
Тема 2.1	Актиновые филаменты	8	4	2	2	4	

Тема 2.2	Микротрубочки	7	4	2	2	3	
Тема 2.3.	Промежуточные филаменты	7	4	2	2	3	
Раздел 3	Основные принципы межклеточного взаимодействия	18	8	4	4	10	Устный опрос
Тема 3.1	Внеклеточный матрикс	9	4	2	2	5	
Тема 3.2	Молекулы адгезии	9	4	2	2	5	
Раздел 4	Регуляция основных клеточных процессов	16	8	4	4	8	Устный опрос
Тема 4.1	Механизмы регуляции клеточного цикла	8	4	2	2	4	
Тема 4.2	Апоптоз (программированная клеточная гибель)	8	4	2	2	4	
Общий объем		72	36	18	18	36	

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, написание докладов, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

Задания для самостоятельной работы

Таблица 3

Номер раздела	Наименование раздела	Вопросы для самостоятельной работы
Раздел 1	Молекулярные механизмы передачи сигнала	1. Ядерные рецепторы - лиганд-модулируемые белки-регуляторы экспрессии генов. Механизм действия ядерных рецепторов. 2. Путь, активируемый латентным регуляторным белком NFκB.
Раздел 2	Цитоскелет эукариотических клеток	1. Роль ГТФаз Rac, Rho и Cdc42 в реорганизации актиновых микрофиламентов. 2. Строение ресничек и жгутиков, механизм движения. 3. Промежуточные филаменты типа III: виментин, десмин
Раздел 3	Основные принципы межклеточного взаимодействия	1. Особенности структуры и сборки нефибриллярных коллагенов. 2. Ламинин. Структура, изоформы, функции, особенности взаимодействия с другими молекулами. Суперсемейство иммуноглобулинов: VCAMs. Структура и функции.
Раздел 4	Регуляция основных клеточных процессов	1. Сравнение апоптоза и некроза. 2. Ингибиторы апоптоза IAPs (inhibitors of apoptosis proteins). Роль в регуляции апоптоза.

Контроль самостоятельной работы осуществляется на семинарских (практических) занятиях.

6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные варианты оценочных заданий для текущего контроля успеваемости

Таблица 4

Раздел, тема	Наименование разделов, тем	Форма контроля	Оценочное задание
	Полугодие 4		
Раздел 1	Молекулярные механизмы передачи сигнала	Устный опрос	<p>Вопросы опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сигнальные молекулы, рецепторы, формы передачи сигнала. 2. Рецепторы, сопряженные с G-белком. 3. Гетеротримерные G-белки, активация G-белка. 4. Сигналинг через G-белки: регуляция продукции цАМФ. 5. Сигналинг через G-белки: регуляция активация фосфолипазы C-β (PLCβ). 6. Рецепторные тирозинкиназы: активация Ras сигнального пути. 7. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами: цитокиновые рецепторы. 8. Сигнальный путь, опосредуемый рецептором Notch. 9. Smad-зависимый сигнальный путь, активированный TGFβ. 10. Путь, активируемые секретируемым белком Hedgehog.
Тема 1.1	Основные принципы межклеточного взаимодействия		
Тема 1.2	Функционирование внутриклеточных систем передачи сигнала		
Раздел 2	Цитоскелет эукариотических клеток	Устный опрос	<p>Вопросы опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. G-Актин. Структура, изоформы, свойства. Формирование актинового микрофиламента. 2. Особенности роста актиновых филаментов. Роль микрофиламентов. 3. Актин-связывающие белки. 4. Роль миозина I и II в эукариотической клетке 5. Структура тубулина, изоформы. 6. Формирование микротрубочек. 7. Моторные белки, работающие с микротрубочками. 8. Строение промежуточных филаментов, их формирование. 9. Распределение промежуточных филаментов в организме человека. 10. Основные типы промежуточных филаментов у млекопитающих.
Тема 2.1	Актиновые филаменты		
Тема 2.2	Микротрубочки		
Тема 2.3	Промежуточные филаменты		
Раздел 3	Основные принципы межклеточного взаимодействия	Устный опрос	<p>Вопросы опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные компоненты и функции экстрацеллюлярного матрикса. 3. Взаимодействие различных типов коллагенов между собой. 4. Протеогликаны, синтез, роль в межклеточной адгезии. 2. Базальная мембрана: типы организации БМ, основные компоненты. 3. Эластин, особенности сборки и функционирования эластических волокон. 4. Ламинин, структура, функции, особенности взаимодействия с другими молекулами. 5. Фибронектин, структура, функции, особенности взаимодействия с другими молекулами. 6. Типы адгезии. Разнообразие семейств молекул адгезии. Роль в поддержании гомеостаза тканей. 7. Суперсемейство иммуноглобулинов. 8. Семейство кадгеринов. 9. Суперсемейство интегринов. 10. Семейство селектинов.
Тема 3.1	Внеклеточный матрикс		
Тема 3.2	Молекулы адгезии		
Раздел 4	Регуляция основных клеточных процессов	Устный опрос	<p>Вопросы опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Клеточный цикл в клетках млекопитающих.

Тема 4.1	Механизмы регуляции клеточного цикла		2. Понятие о контрольной точке клеточного цикла. 3. Контроль за прохождением через точку START/R. 4. Белки, обеспечивающие контроль клеточного цикла: циклины и циклинзависимые протеинкиназы. 5. Механизмы регуляции активности комплексов циклин-киназа 6. Понятие запрограммированная клеточная гибель. 7. Каспазы. Строение, классификация. Механизм активации. 8. Рецепторы клеточной гибели. 9. Митохондриальный путь апоптоза. 10. Апоптосома.
Тема 4.2	Апоптоз (программированная клеточная гибель)		

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации зачету

1. Внутриклеточный сигнальный путь: сигнальные молекулы, рецепторы, формы передачи сигнала. Ответ клетки на различные клеточные сигналы.
2. Внутриклеточные сигнальные молекулы: общая характеристика, примеры. Формирование внутриклеточных сигнальных комплексов. Роль белковых модулей в передаче сигнала.
3. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с G-белком: рецепторы, гетеротримерные G-белки, активация G-белка. Сигналинг через G-белки: регуляция продукции цАМФ и активация фосфолипазы C- β (PLC β)
4. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с ферментами: основные принципы работы. Основные классы рецепторов, сопряженных с ферментами.
5. Рецепторные тирозинкиназы: активация Ras сигнального пути, активация сигнального пути PI3-киназы
6. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами: цитокиновые рецепторы.
7. Рецепторные серин/треониновые протеинкиназы: Smad-зависимый сигнальный путь, активированный TGF β .
8. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов: путь, опосредуемый рецептором Notch; путь, в котором активируется латентный регуляторный белок NF κ B.
9. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов: пути, активируемые секретлируемыми белками Wnt и Hedgehog.
10. G-Актин. Структура, изоформы, свойства. Формирование актинового микрофиламента. Особенности роста актиновых филаментов. Роль микрофиламентов.
11. Основные механизмы нуклеации актиновых филаментов. Белки, связывающие мономер актина. Белки, связывающиеся вдоль филаментов.
12. Кэпирующие белки. Актин-фрагментирующие белки. Поперечно-сшивающие белки. Сетеобразующие белки.
13. Миозин. Строение основных миозинов. Роль миозина I и II в эукариотической клетке. Регуляция мышечного сокращения в скелетной мускулатуре и сокращения в гладкомышечных и немышечных клетках.
14. Фокальная адгезия/фокальный контакт. Модель амeboидного движения и движения немышечных клеток.
15. Структура тубулина, изоформы. Формирование микротрубочек. Особенности роста микротрубочек. Роль микротрубочек.

16. Запуск сборки микротрубочек (нуклеация). Структура centrosомы
17. Белки, связывающиеся со свободными субъединицами тубулина: статмин. Микротрубочко-ассоциированные белки. Разрезающие белки – катанин. Белки, взаимодействующие с концами микротрубочек.
18. Моторные белки, работающие с микротрубочками: кинезины и динеины, их строение, принцип работы.
19. Строение ресничек и жгутиков, механизм движения. Участие микротрубочек в формировании и работе митотического веретена.
20. Строение промежуточных филаментов, их формирование. Распределение промежуточных филаментов в организме человека. Роль промежуточных филаментов.
21. Основные типы промежуточных филаментов у млекопитающих. Ядерные ламины. Кератины. Промежуточные филаменты типа III: виментин, десмин. Нейрофиламенты
22. Основные компоненты и функции экстрацеллюлярного матрикса.
23. Коллагены как один из главных компонентов внеклеточного матрикса. Особенности структуры и сборки фибриллярных и нефибриллярных коллагенов.
24. Взаимодействие различных типов коллагенов между собой и с другими компонентами экстрацеллюлярного матрикса.
25. Эластин. Особенности сборки и функционирования эластических волокон.
26. Протеогликаны, синтез, особенности структуры, роль в межклеточной адгезии. Гиалуроновая кислота, синтез, структура и функции в организации экстрацеллюлярного матрикса.
27. Базальная мембрана: типы организации БМ, основные компоненты. Роль различных компонентов в сборке базальной мембраны. Взаимодействие клеток с базальной мембраной.
28. Адгезивные молекулы ламинин и фибронектин. Структура, изоформы, функции, особенности взаимодействия с другими молекулами.
29. Типы адгезии. Разнообразие семейств молекул адгезии. Роль в поддержании гомеостаза тканей.
30. Суперсемейство иммуноглобулинов: N-CAM, ICAMs, VCAMs. Структура и функции.
31. Семейство кадгеринов. Структура рецептора, связь с белками цитоскелета, роль в морфогенезе. Десмосомальные кадгерины: десмоглеины и десмоколлины. Роль в регуляции сборки десмосом и гомотипической адгезии клеток.
32. Суперсемейство интегринов. Классификация, строение молекулы, лигандная специфичность. Лиганды интегринов. Роль интегринов в морфогенезе и дифференцировке тканей.
33. Семейство селектинов. Классификация, строение молекулы, лиганды и функции селектинов.
34. Клеточный цикл в клетках млекопитающих. Понятие о контрольной точке клеточного цикла. Контроль за прохождением через точку START/R. Белки, обеспечивающие контроль клеточного цикла: циклины и циклинзависимые протеинкиназы.
35. Механизмы регуляции активности комплексов циклин-киназа
36. Ретинобластомный белок (Rb-белок). Его роль в регуляции клеточного цикла.

37. Понятие запрограммированная клеточная гибель. Формы, примеры. Сравнение апоптоза и некроза.
38. Каспазы как регуляторы апоптоза. Строение, классификация. Механизм активации.
39. Рецепторы клеточной гибели. Апоптоз с участием рецепторов клеточной гибели Fas и Trail-R. Апоптоз с участием TNFR1.
40. Митохондриальный путь апоптоза.
41. Фактор активации протеаз Араф-1. Апоптосома. Взаимосвязь двух путей апоптоза.
42. Семейство Bcl-2 белков млекопитающих. Роль в регуляции апоптоза. Мультидоменные индукторы апоптоза Бах и Bak.
43. Ингибиторы апоптоза IAPs (inhibitors of apoptosis proteins). Роль в регуляции апоптоза.
44. Механизм удаления апоптотических клеток.

Описание критериев и шкал оценивания

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена обучающиеся оцениваются по четырёхбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» – выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «хорошо» – выставляется аспиранту, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы, в том числе при помощи наводящих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно, не владеет комплексной оценкой ситуации, неверно выбирает тактику действий.

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на

учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

Оценка «зачтено» – выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Оценка «не зачтено» – выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Шкала оценивания (четырёхбалльная или двухбалльная), используемая в рамках текущего контроля успеваемости определяется преподавателем, исходя из целесообразности применения той или иной шкалы.

Если текущий контроль успеваемости и (или) промежуточная аттестация, предусматривает тестовые задания, то перевод результатов тестирования в четырёхбалльную шкалу осуществляется по схеме:

Оценка «Отлично» – 90-100% правильных ответов;

Оценка «Хорошо» – 80-89% правильных ответов;

Оценка «Удовлетворительно» – 71-79% правильных ответов;

Оценка «Неудовлетворительно» – 70% и менее правильных ответов.

Перевод результатов тестирования в двухбалльную шкалу:

Оценка «Зачтено» – 71-100% правильных ответов;

Оценка «Не зачтено» – 70% и менее правильных ответов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5

	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Количество экземпляров
1	Молекулярная биология клетки [Текст] [в 3 т.] Б. Альбертс и др. пер с англ. Москва; Ижевск: ИКИ, 2013.	5
2	Молекулярная биология клетки [Текст] рук. для врачей, Д. М. Фаллер, Д. Шилдс пер с англ. Москва: Бином-Пресс, 2014.	20
3	Основы молекулярной биологии клетки [Текст] Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. пер. с англ. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015.	5
4	Клетки [Текст] ред. Б. Льюин и др. пер. с англ. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011.	3
5	Культура животных клеток [Электронный ресурс] практ. рук. / Р. Я. Фрешни. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ
6	Физиология и молекулярная биология мембран клеток [учебное пособие для медицинских вузов] /А. Г. Камкин, И. С. Киселева. - М.: Академия, 2008.	5
7	Цитология и общая гистология [Текст] : функциональная морфология клеток и тканей человека : [учебник для медицинских институтов] / В.Л. Быков. - Санкт-Петербург: СОТИС, 2016.	5

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru.ru/>, на котором содержатся сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные

нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к Автоматизированной системе подготовки кадров высшей квалификации (далее – АСПКВК);

2. ЭБС РНИМУ им. Н.И. Пирогова – Электронная библиотечная система;
3. ЭБС IPRbooks – Электронно-библиотечная система;
4. ЭБС Айбукс – Электронно-библиотечная система;
5. ЭБС Букап – Электронно-библиотечная система;
6. ЭБС Лань – Электронно-библиотечная система;
7. ЭБС Юрайт – Электронно-библиотечная система;
8. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> - Консультант студента, компьютерная справочная правовая система в РФ;
2. <https://www.garant.ru> - Гарант.ру, справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации;
1. <http://molbiol.ru/> – сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии;
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – The National Center for Biotechnology Information (Национальный центр биотехнологической информации);
3. <http://www.embl.org> – EMBL (European Molecular Biology Laboratory) - Европейская молекулярно-биологическая лаборатория;
4. <https://www.uniprot.org> — UniProt, открытая база данных последовательностей белков;
5. <http://www.rcsb.org> — PDB (Protein Data Bank) – банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых кислот;
6. <https://www.cathdb.info> — CATH (Class, Architecture, Topology, Homology) - иерархическая классификация структур белковых доменов;
7. <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop> — SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 6

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет", учебные парты, стулья, мел, мультимедийный экран, интерактивные доски, видеопроекторы. микрофон, кафедра (для преподавателя), оргтехника.
2	Помещения для самостоятельной работы (Библиотека, в том числе читальный зал)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде РНИМУ.

Программное обеспечение

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10;
- OFFICE 2010, 2013;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- Консультант плюс (справочно-правовая система);
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer.

9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

Основными формами получения и закрепления знаний по данной дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

Учебный материал по дисциплине (модулю) разделен на разделы:

Раздел 1. Молекулярные механизмы передачи сигнала.

Раздел 2. Цитоскелет эукариотических клеток.

Раздел 3. Основные принципы межклеточного взаимодействия.

Раздел 4. Регуляция основных клеточных процессов.

Изучение дисциплины (модуля) согласно учебному плану предполагает самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, её конспектирование, подготовку к семинарским (практическим) занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, её периодичность и систему оценок.

Наличие в Университете электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину (модуль) инвалидам и лицам с ОВЗ.

Особенности изучения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины (модуля) рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям) – вопросы для обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).

При проведении занятий лекционного и семинарского типа, в том числе в форме вебинаров и on-line курсов необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины (модуля), приведенного в разделе 4 данного документа. Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения.

Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить литературу, список которой приведен в разделе 7 данной рабочей программы дисциплины (модуля) и иные источники, рекомендованные в подразделах «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и «Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем», необходимых для изучения дисциплины (модуля).

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок, с которыми необходимо ознакомить обучающихся на первом занятии.