

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ
А.С. Воронцов



_____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Биомедицина и внутриклеточная сигнализация

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

33.05.01 Фармация

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Фармацевтические исследования и разработка

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 33.01.05 Фармация, утвержденным приказом МГУ от 30.08.2019 № 1034.

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

сотрудники кафедры биохимии и регенеративной биомедицины ФФМ МГУ

- к.б.н. Тюрин-Кузьмин П.А.,
- к.б.н. Кулебякин К.Ю., к.б.н. Сысоева В.Ю.,
- к.м.н. Карагяур М.Н.,
- к.м.н. Макаревич П.И.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель: профессиональная подготовленность специалиста в области современных вопросов биомедицины, регенеративной медицины и внутриклеточной сигнализации, формирование способности использовать полученные знания для решения мультидисциплинарных задач, возникающих в профессиональной деятельности провизора.

Задачи:

- изучить принципы рецепции и проведения сигналов в клетке;
- ознакомиться с принципами регуляции клеточных функций и основными механизмами данной регуляции;
- ознакомиться с методологией современных исследований в регенеративной медицине;
- ознакомиться с основными вопросами трансляции исследований в области биомедицины в разработку новых лекарственных препаратов;
- сформировать навыки использования знаний в области биомедицины, регенеративной медицины и внутриклеточной сигнализации для установления причинно-следственных связей в развитии патологии и решения задач разработки и создания новых лекарственных препаратов.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Биомедицина и внутриклеточная сигнализация реализуется в вариативной части учебного плана подготовки специалиста.

Дисциплина изучается на 6 курсе в 11 семестре.

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, в том числе 38 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 34 академических часа – на самостоятельную работу обучающихся.

Форма промежуточной аттестации

Зачет в 11 семестре.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина (модуль) «Биомедицина и внутриклеточная сигнализация» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) и является обязательной для студентов.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): изучение дисциплины «Биомедицина и внутриклеточная сигнализация» базируется на результатах обучения по учебным предметам ступени среднего общего образования:

- биология (углубленный уровень),
- химия (углубленный уровень),
- математика (углубленный уровень),
- физика (базовый уровень).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1. Способен применять математические, физико-химические, химические и биологические методы для решения профессиональных задач в области разработки, исследования, экспертизы и изготовления лекарственных средств.	Индикатор ОПК-1.1. Применяет основные биологические анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Знает основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Умеет применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Регуляция метаболических путей	1	1	2	4	Опрос
Ключевые участники внутриклеточной сигнализации	1	1	2	4	Опрос
Фосфоинозитидный обмен и кальциевая сигнализация	1	1	2	4	Опрос
цАМФ-зависимая сигнализация	1	1	2	4	Опрос
Тирозинкиназные рецепторы	1	1	2	4	Опрос
Эндоцитоз рецепторов в сигнализации	1	1	2	4	Опрос
GPI-заякоренные рецепторы	1	1	2	4	Опрос
Внеклеточные везикулы	1	1	2	4	Опрос
Внутриклеточные рецепторы	1	1	2	4	Опрос
Нуклеиновые кислоты	1	1	2	4	Опрос
Матричные биосинтезы	2	2	2	6	Опрос
Молекулярные механизмы генетической изменчивости	2	2	2	6	Опрос
Клеточные технологии и тканевая инженерия для регенеративной медицины	2	2	4	8	Опрос
Основы регенеративной медицины	3	3	4	10	Опрос
Промежуточная аттестация: Зачеты			2	2	

Итого	19	19	34	72
--------------	----	----	----	-----------

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Регуляция метаболических путей	Обзор метаболических путей (биохимия). Необходимость регуляции метаболических путей и других функций клеток. Общие принципы регуляции. Точки приложения регуляторных воздействий. Понятие эндокринной регуляции. Лиганд сигнальных рецепторов, гормон – введение понятия. Взаимодействие гормона с рецептором – молекулярный интерфейс.
2.	Ключевые участники внутриклеточной сигнализации	Краткий обзор всех ключевых участников проведения сигнальных каскадов с определениями и основными характеристиками. Рецепторы гормонов и нейромедиаторов. Классификация по времени проведения сигнала, по молекулярной структуре. Принципы проведения сигнала через мембрану для мембранных рецепторов. G-белки, тримерные и мономерные. Молекулярные таймеры. Сигнальные ферменты: киназы, фосфатазы. Вторичные посредники, определение, представители. Адаптерные и каркасные белки. Принципы проведения сигнала без химических реакций, примеры участия и роли в направлении сигналинга. Пространственно-временной паттерн внутриклеточной сигнализации.
3.	Фосфоинозитидный обмен и кальциевая сигнализация	Временные аспекты пространственно-временного паттерна внутриклеточной сигнализации на примере фосфоинозитидного обмена и кальциевой сигнализации. Обзор основных путей и механизмов фосфоинозитидного обмена и кальциевой сигнализации. Кальций-индуцируемый выброс кальция как необходимый механизм для кальциевых осцилляций и волн. Механизмы декодирования кальциевых осцилляций на примере протеинкиназы C и кальмодулин-зависимой киназы.
4.	цАМФ-зависимая сигнализация	Пространственные аспекты пространственно-временного паттерна внутриклеточной сигнализации на примере цАМФ-зависимой внутриклеточной сигнализации. Общий обзор механизмов цАМФ-зависимой внутриклеточной сигнализации. Каркасные белки АКАР как ключевой механизм внутриклеточной локализации цАМФ (разбор на примере мышечного АКАР). Важность локализованной продукции цАМФ на

		примере сигнализации от рецептора паратиреоидного гормона при его стимуляции паратиреоидным гормоном и PTHrP. Рассказ о нашей работе, где цАМФ регулирует чувствительность клеток по кальций-зависимым механизмам.
5.	Тирозинкиназные рецепторы	Пространственные и временные аспекты пространственно-временного паттерна внутриклеточной сигнализации, а также сигнальные сети на примере тирозинкиназных рецепторов. Возможность передачи сигнала без участия химических реакций, вторичных посредников и сигнальных ферментов – при помощи адаптерных белков. Тирозинкиназный рецептор как каркасный белок. Конкуренция адаптерных белков за сайты связывания на каркасных белках как фактор, повышающий разнообразие передаваемых внутрь клетки сигналов и повышающий специфичность передаваемого сигнала.
6.	Эндоцитоз рецепторов в сигнализации	Эндоцитоз активированного рецептора как фактор выключения передачи рецепторного сигнала, как фактор активации передачи рецепторного сигнала, как фактор переключения рецепторного сигнала с одних сигнальных каскадов на другие. Механизмы эндоцитоза. Десенситизация и даун-регуляция. Принципы сортировки содержимого эндосом. Рециклизация рецептора. Эндоцитоз как необходимый этап активации внутриклеточной сигнализации тирозинкиназных рецепторов и некоторых семидоменных рецепторов. Каркасные белки, ассоциированные с эндосомами. Аррестин2 как сигнальный каркасный белок, переключающий сигнализацию от семидоменных рецепторов на MAP-киназный сигнальный путь.
7.	GPI-заякоренные рецепторы	GPI-заякоренные рецепторы как особый тип проведения сигнала от гормона без пронизывания рецептором плазматической мембраны. Принципы передачи сигнала при помощи GPI-заякоренных рецепторов, роль холестерин-обогащенных липидных рафтов, их динамическая сборка-разборка. Роль в сборке липидных рафтов насыщенных жирных кислот. Актин-ассоциированные компартменты плазматической мембраны. Передача сигнала от GPI-заякоренных рецепторов через Gi-тримерный белок, протеинкиназы семейства Src и фосфоинозитидный обмен. Т-кадгерин как рецептор липопротеидов низкой плотности и адипонектина. Роль олигомеризации рецептора в специфическом проведении сигнала.
8.	Внеклеточные везикулы	Способ передачи информации между клетками при помощи внеклеточных

		везикул. Экзосомы и микровезикулы, принципы и механизмы образования. Содержимое внеклеточных везикул как разные аспекты переносимой информации и способы воздействия на клетку-мишень. Потенциальная возможность адресной доставки содержимого внеклеточных везикул. Примеры перепрограммирования клеток <i>in vivo</i> при участии внеклеточных везикул.
9.	Внутриклеточные рецепторы	Внутриклеточные рецепторы стероидных и тиреоидных гормонов. Принцип работы, устройство и функции. Рецептор как транскрипционный фактор. Примеры сигнальных каскадов и регулируемых клеточных функций. Наличие и функции мембранных рецепторов лигандов внутриклеточных рецепторов как способ повышения разнообразия регулируемых клеточных функций.
10.	Нуклеиновые кислоты	Нуклеотиды - структурные мономеры полинуклеотидов, их строение. Строение и уровни организации нуклеиновых кислот. Первичная структура ДНК и РНК. Типы межнуклеотидных связей в полинуклеотидах, их характеристика. Вторичная и третичная структуры нуклеиновых кислот. Вторичная структура ДНК, ее характеристика. Типы связей, стабилизирующих двойную спираль ДНК, комплементарность оснований. Денатурация и ренатурация ДНК. Гибридизация ДНК-ДНК и ДНК-РНК; межвидовые различия первичной структуры нуклеиновых кислот. Третичная структура ДНК. Структурная организация ДНК в хроматине. Вторичная и третичная структуры РНК, ее функциональные виды (м-РНК, т-РНК, р-РНК, микро-РНК). Физико-химические свойства нуклеиновых кислот.
11.	Матричные биосинтезы	Репликация ДНК и перенос генетической информации. Особенности хранения, воспроизведения и передачи генетической информации. Функции ДНК в этих процессах. Идентичность ДНК разных клеток многоклеточного организма. Репликация ДНК, ее механизм и биологическое значение. Сопряжение синтеза ДНК с фазами клеточного деления. Точность синтеза ДНК при репликации. Теломеры, теломераза, механизм поддержания концевых участков хромосом. Повреждения и репарация ДНК. Мутации в ДНК – причина аминокислотных замен в белках и различных патологий. Характеристика ферментов ДНК – репарирующего комплекса. Эпигенетическая регуляция активности хроматина, роль метилирования ДНК эукариот и модификаций гистонов. Биосинтез РНК (транскрипция). Механизм, биологическая роль,

		<p>особенности процесса транскрипции в клетках прокариот и эукариот. Посттранскрипционная модификация пре-м-РНК. Сплайсинг, созревание и транспорт мРНК. Сплайсосома и альтернативный сплайсинг как способ повышения разнообразия белков. Рибозимы - новый тип биокатализаторов. Биосинтез белка (трансляция). Общая последовательность стадий белкового синтеза. Необходимые компоненты трансляции. Биологический код и его свойства. Универсальность генетического кода. Роль т-РНК в синтезе белков. Образование аминоксил-т-РНК. Кодон-антикодонное взаимодействие. Роль м-РНК в биосинтезе белков. Строение и функциональный цикл рибосом.</p> <p>Регуляция биосинтеза белков. Адаптивная регуляция экспрессии генов у эукариот. Роль энхансеров и сайленсеров, амплификации (увеличения копий) и перестройки генов, процессинга, транспорта из ядра в цитоплазму и изменение стабильности мРНК в регуляции синтеза белков у эукариот - основа онтогенеза и специализации органов и тканей многоклеточного организма. Лекарственные вещества как активаторы и ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белка.</p>
12.	Молекулярные механизмы генетической изменчивости	<p>Мутации, их виды, частота, зависимость от условий среды. Рекомбинации как источник генетической изменчивости. Мобильные генетические элементы. Механизмы увеличения числа и разнообразия генов в гено типе в ходе биологической эволюции. Генотипическая гетерогенность - причина полиморфизма белков в популяции человека. Лекарственные вещества как мутагены.</p>
13.	Клеточные технологии и тканевая инженерия для регенеративной медицины	<p>Принципы культивирования клеток. Первичные и линейные клеточные культуры. Получение первичных клеточных препаратов: выделение из тканей, обогащение и очистка клеточных препаратов, манипуляции in vitro. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки. Механизмы терапевтических эффектов клеточных препаратов. Основные задачи и принципы тканевой инженерии. Требования, предъявляемые к клеточным препаратам. Клеточный паспорт. Проблемы получения клеточных препаратов на основе стволовых клеток.</p>
14.	Основы регенеративной медицины	<p>Восстановление многоклеточных организмов после повреждения Целостность организма и механизмы ее поддержания. Фиброз и регенерация после повреждения. Роль стромальных клеток в восстановлении структуры ткани. Фибробласты и миофибробласты -</p>

		<p>участие в ранозаживлении. Клеточные механизмы восстановления тканей после повреждения. Понятие о пластичности и роль стволовых/прогениторных клеток в регенерации. Ниша стволовой клетки. Типы ниши стволовой клетки и их особенности.</p> <p>Генная терапия</p> <p>Вектор – основа генной терапии. Классификация векторов и методология генной терапии. Основные вмешательства, возможные с помощью методов генной терапии. Вирусные методы в генной терапии – основные типы вирусных векторов. Особенности использования вирусных векторов и риски, связанные с их использованием. Плазмидные векторы в генной терапии. Механизм трансфекции клетки плазмидным вектором. Показания и особенности применения генной терапии с помощью плазмид. Клинические исследования в генной терапии. Технологии редактирования генома – основы метода и риски их применения. Система CRISPR/Cas9 – принцип функционирования и возможности для применения в медицине.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Критерии и шкалы оценивания:

«отлично» ≥85% правильных ответов

«хорошо» ≥70% и < 85% правильных ответов

«удовлетворительно» ≥50% и <70% правильных ответов

«неудовлетворительно» <50% правильных ответов

ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Внутриклеточная сигнализация

1. Особенности структуры рецепторов нейромедиаторов.
2. Мембранные рецепторы. Структура и трансмембранная сигнализация. Особенности рецепторов: понятие агонистов и антагонистов.
3. Внутриклеточные рецепторы и регуляция транскрипции. Опишите механизм действия внутриклеточных рецепторов стероидных и тиреоидных гормонов. Основные домены внутриклеточных рецепторов и их функции.

4. Что такое вторичные посредники? Перечислите вторичные посредники, приведите примеры рецепторов, передающих внутриклеточный сигнал с их помощью. Сигнальные каскады.
5. Классификация мембранных рецепторов.
6. Способы регуляции активности ферментов: изменение количества молекул белка или его посттрансляционные модификации. Типы посттрансляционных модификаций, используемых рецепторами для передачи сигнала. Примеры.
7. Факторы роста как основные регуляторы деления клеток. Кратко опишите механизм их действия.
8. Каким образом связано сродство рецептора к гормону с временем развития и гашения этого сигнала? Регуляция чувствительности клеток к гормону путем изменения количества рецепторов и их сопряжения с эффекторными системами.
9. Опишите основные этапы процессов десенситизации и даун-регуляции рецепторов.
10. Опишите функции и механизм действия G-белков. Приведите примеры тримерных и малых G-белков. Какие факторы регулируют G-белки и как? Приведите примеры.
11. Адаптерные белки и в чем их отличие от каркасных белков. Механизм передачи сигнала. Каскадный принцип передачи рецепторного сигнала.
12. Приведите примеры модульных доменов, служащих для адаптерных взаимодействий. Какие функции они выполняют? На каких белках встречаются?
13. Каковы функции сигнальных протеинкиназ? Их классификация по механизмам активации и по мишеням.
14. Как сигнальные протеинкиназы регулируются? Их модульные домены и адаптерные взаимодействия.
15. Каковы функции сигнальных фосфатаз, их классификация по субстратам.
16. Опишите аденилатциклазную сигнальную систему клетки.
17. Какова роль фосфодиэстераз в регуляции гормонального сигнала? Как они регулируются?
18. Опишите сигнальные каскады, приводящие к синтезу цГМФ. Роль гормонов и NO в регуляции гуанилатциклазы.
19. Кальций-зависимый сигнальный каскад передачи внутриклеточного сигнала. Что такое кальций-индуцированный выход кальция, как он осуществляется и чем регулируется?
20. Кальций-зависимый сигнальный каскад передачи внутриклеточного сигнала. Роль кальций-связывающих белков в реализации эффектов рецепторов, сопряженных с фосфоинозитидным обменом.
21. Опишите фосфоинозитид-зависимую сигнальную систему.
22. Через какие каналы кальций входит в цитоплазму из внеклеточной среды? Опишите группы каналов и их регуляцию.
23. Опишите сигнальные каскады, активируемые факторами роста и регулирующие пролиферацию клеток.
24. R13-киназная сигнальная система, механизмы включения и выключения этого сигнального каскада.

Биомедицина

1. Нуклеотиды, структура ДНК, комплементарные взаимодействия, правило Чаргаффа, основные формы ДНК. Минорные азотистые основания. Формы ДНК, отличные от двойной спирали.
2. Организация хроматина, структура нукleosомы, гистоны и негистоновые белки. Теломеры и центромеры.
3. Гистоновый код и его функции. Ремоделирование хроматина.

4. Центральная догма молекулярной биологии. Генетический код и его вариации.
5. Ген, структура гена, функциональные элементы гена (промоторы, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы).
6. Организация мРНК, структурные элементы мРНК, открытая рамка считывания, кодоны.
7. Белковые и небелковые гены (рРНК, мРНК, тРНК, микроРНК). РНК-белковые комплексы (примеры, функции).
8. Транскрипция, регуляция транскрипции, транскрипционные факторы, РНК-полимеразы.
9. Сплайсинг, сплайсосома, транспорт РНК в цитоплазму.
10. Рибосома, рРНК, инициация трансляции, регуляция синтеза белка на уровне трансляции.
11. тРНК: строение и функции, кодон и антикодон. Аминоацил-тРНК-синтазы.
12. Строение активного центра рибосомы, этап элонгации при трансляции. Факторы элонгации.
13. Терминация трансляции, контроль терминации трансляции. Супрессия стоп-кодонов.
14. Псевдогены и мигрирующие элементы генома (транспозоны). Механизмы возникновения и роль.
15. Репликация ДНК, ДНК-полимеразы, созревание фрагментов Оказаки.
16. Рекомбинация ДНК, неаллельная рекомбинация, генетическая конверсия.
17. Виды повреждения ДНК и системы репарации ДНК. Принцип эксцизионной репарации.
18. Теломераза и обратная транскрипция. Репликация теломерных участков хромосом.
19. Методы исследования ДНК: ПЦР, клонирование, эндонуклеазы рестрикции.
20. Регуляция активности генов на уровне транскрипции и трансляции: общие принципы.
21. Принципы разработки сред для культивирования клеток. Бессывороточные среды и среды определенного химического состава.
22. Получение первичных культур. Примеры суспензионных и прикрепленных культур, которые могут быть использованы в терапии.
23. Получение клеточных препаратов: выделение из тканей и манипуляции *in vitro*.
24. Обогащение и очистка клеточных препаратов. Иммуноселекция, селективное культивирование.
25. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки.
26. Клеточная терапия неврологических заболеваний.
27. Механизмы терапевтических эффектов клеточных препаратов.
28. Цели и подходы к применению клеточных технологий в кардиологии.
29. Основные задачи и принципы тканевой инженерии.
30. Требования, предъявляемые к клеточным препаратам. Клеточный паспорт.
31. Проблемы получения клеточных препаратов на основе стволовых клеток.
32. Способы введения клеточных препаратов в ткани и органы.
33. Механизмы терапевтического эффекта клеточных препаратов.
34. Молекулярная генетика и генная терапия (здесь не хватает лекций Паши).
35. Типы повреждения ДНК. Молекулярная основа возникновения мутаций и однонуклеотидных замен.
36. Механизмы репарации ДНК. Заболевания, ассоциированные с нарушениями системы репарации ДНК.
37. Технологии редактирования генома: принцип, разновидности. Биологический смысл технологий редактирования генома.

38. Потенциал и ограничения технологий редактирования генома.
39. Плаزمид: принципиальное устройство, функциональное значение ее элементов.
40. Инструментарий и методы молекулярной биологии.
41. Потенциал и ограничения генной инженерии и молекулярной биологии.
42. Некодирующие РНК: разновидности и биологическое значение.
43. Некодирующие РНК, как лекарственный препарат и инструмент исследователя.
44. Общие принципы восстановления ткани или органа после повреждения.
45. Фиброз и регенерация – исходы повреждения ткани человека.
46. Роль стромальных клеток в ранозаживлении.
47. Понятие о пластичности клеток и ее роль в восстановлении ткани.
48. Стволовая/прогениторная клетка – определение и участие в регенерации.
49. Методология генной терапии – определение метода и основные вмешательства, возможные с помощью метода.
50. Векторы для генной терапии – классификация и виды.
51. Вирусные векторы для генной терапии – риск использования и показания для применения.
52. Плазмидные векторы и их отличия от вирусных с точки зрения эффективности и безопасности.
53. Показания для применения невирусных векторов в регенеративной медицине.
54. Технологии редактирования генома – основные принципы функционирования системы CRISPR/Cas9.
55. Риски применения технологий редактирования генома и возможности их клинического использования.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1 Перечень основной и дополнительной литературы

1. В.А. Ткачук, А.В. Воротников, П.А. Тюрин-Кузьмин «Основы молекулярной эндокринологии. Рецепция и внутриклеточная сигнализация». М., Издательская группа ГЭОТАР-Медиа, 2017.
2. Krauss G., Biochemistry of Signal Transduction and Regulation, 2001.
3. Gomperts B., et al., Signal Transduction, 2009.
4. «Молекулярная биология клетки» Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж..
5. В. Элиот, Д. Элиот «Биохимия и молекулярная биология». М., 1999, издательство НИИ Биомедицинской химии РАМН.
6. В.А. Ткачук, Л.М. Самоходская, Н.И. Калинина, В.Н. Бочков, А.В. Воротников «Практикум по общей биохимии и молекулярной биологии». М., 2007, «Макспресс».
7. Ткачук В.А., Макаревич П.И., Ефименко А.Ю., Калинина Н.И. Методические рекомендации по проведению доклинических исследований биомедицинских клеточных продуктов. Москва, ISBN 978-5-8493-0352-9, 303 с. 2017.
8. ФЗ№180 2016 <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40894>.
9. Фрешни Р. Культура животных клеток. Бином. Лаборатория знаний, 2014.

10. Сборник статей «Методы редактирования генов и геномов» под ред. С.М. Закияна, С.П. Медведева, Е.В. Дементьевой, В.В. Власова, издательство Изд-во СО РАН (Новосибирск), 2020.

7.2. Интернет-ресурсы.

1. MedLine.
2. PubMed.
3. Google Scholar

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

А. Помещения: аудитории, оснащённые компьютерами и мультимедийными проекторами.

Б. Оборудование: не требуется.

В. Иные материалы: не требуются.