

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 04.05.2026 11:55:35 Уникальный программный ключ (специальности) 30.05.02	Рабочая программа дисциплины "Молекулярная физиология и эндокринология" по направлению подготовки (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Молекулярная физиология и эндокринология

Направление подготовки (специальность)

30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль)

Медицинская биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины "Молекулярная физиология и эндокринология" является сформировать у студентов целостную систему знаний в области биохимии гормонов, их роли в реализации механизмов биохимических, физиологических, генетических и иммунологических процессов, что необходимо для овладения методологией молекулярной и трансляционной медицины, квалифицированной и всесторонней оценки функционирования организма на клеточном и молекулярном уровнях и осуществления исследований, основанных на молекулярной диагностики и направленных на доклиническое выявление различных социально значимых заболеваний.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование знаний о механизмах молекулярно-физиологических процессов, происходящих в живом организме в норме и патологии; о биохимии гормонов, механизмах их транспорта, рецепции, факторов роста;

- формирование умений организовывать и планировать исследования физиологических и биохимических процессов, происходящих в клетке человека, действия гормонов и веществ, ингибирующих их действие, в практических целях;

- формирование навыков организации и проведения физиологических экспериментов с использованием методов физиологии при исследовании функционирования клетки, применения терминологии молекулярной физиологии и эндокринологии.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-4.3. Имеет навыки академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном(ых) языке (ах).

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для постановки и решения клинико-лабораторных и научно-исследовательских задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.04.03

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Биология

Органическая химия

Анатомия человека

Общая и неорганическая химия

Гистология, эмбриология, цитология

Физиология

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Организация научных и медико-биологических исследований

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

Знать:

Для достижения УК-4.3 знать: методы поиска и источники информации в области фундаментальной медицины, в том числе на иностранных языках.

Уметь:

Для достижения УК-4.3 уметь: использовать научную информацию из области молекулярной физиологии и эндокринологии, в том числе на иностранных языках, для разработки мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения.

Владеть:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Молекулярная физиология и эндокринология" по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 "Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

Для достижения УК-4.3 владеть: навыками академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранных языках.

ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

Знать:

Для достижения ОПК-1.1 знать: механизмы биохимических, физиологических, генетических и иммунологических процессов, происходящих в клетке человека.

Для достижения ОПК-1.2 знать: основные понятия и методы биологии и физиологии для постановки и решения клинико-лабораторных и научно-исследовательских задач.

Уметь:

Для достижения ОПК-1.1 уметь: применять различные физиологические, биохимические понятия и методы, необходимые при исследовании состояния систем организма.

Для достижения ОПК-1.2 уметь: организовывать и осуществлять фундаментальные и прикладные проекты по изучению физиологических и биохимических процессов, происходящих в клетке человека, для выявления взаимосвязи биохимических, физиологических, генетических и иммунологических процессов, происходящих в клетке человека.

Владеть:

Для достижения ОПК-1.1 владеть: навыками использования методов физиологии, биологии при исследовании функционирования клетки, ткани или целостного организма.

Для достижения ОПК-1.2 владеть: навыками применения и использования фундаментальных и прикладных знаний механизмов молекулярно-физиологических процессов, происходящих в живом организме, для возможности ранней диагностики заболеваний и профилактики заболеваний.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия и методы физиологии, молекулярно-физиологические механизмы процессов, происходящих в живом организме в норме и патологии, а также возможные причины нарушений, молекулярные механизмы транспорта, рецепции и трансдукции сигналов гормонов в клетке, факторов роста, а также их значения в индивидуальном развитии организма.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять различные физиологические понятия и методы, необходимые при исследовании состояния различных систем организма; организовывать и осуществлять прикладные и практические проекты по изучению физиологических и биохимических процессов, происходящих в клетке человека; использовать полученные знания для разработки мероприятий направленных на сохранение и укрепление здоровья населения, планировать исследование действия гормонов, факторов роста, а также вещества, ингибирующие их действие, в практических целях.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками организации и проведения физиологических экспериментов с использованием методов физиологии при исследовании функционирования клетки, ткани или целостного организма для выявления взаимосвязи физиологических процессов, а также для возможности ранней диагностики заболеваний и профилактики заболеваний, терминологией молекулярной эндокринологии и способностью анализировать, а также использовать научную информацию этой областей науки.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 180	Виды контроля в семестрах: экзамены 6 зачеты 5 курсовые работы 6
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 118	
самостоятельная работа	: 44,5	
часов на контроль	: 9	
контактная работа:	126,5	
ИКР:	8,5	



5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Молекулярная организация клеточных структур и межклеточного взаимодействия.			
1.1	1. Введение в молекулярную физиологию. Молекулярная организация биологических мембран. /Лек/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	2. Молекулярная организация надмембранных структур. Молекулярная организация цитоскелета. /Лек/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.3	3. Межклеточные контакты. /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.4	1. Мембранные, цитоплазматические и ядерные рецепторы. Основные классы рецепторов по числу трансмембранных доменов. Классификация белковых рецепторов по механизму передачи внеклеточного сигнала. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.5	2. Возбудимость. Сравнение возбудимости нерва и мышцы. Пороги раздражения. Механизмы работы ионных каналов и ионных насосов. Эффекты блокаторов ионных каналов и насосов. /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.6	Молекулярная организация биологических мембран. Рецепторный аппарат клетки. Межклеточные контакты. /Ср/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.7	Молекулярные механизмы возбудимости нервных и мышечных клеток. /Ср/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
	Раздел 2. Молекулярные механизмы внутри- и межклеточного транспорта. Синаптическая передача.			
2.1	1. Транспорт веществ через мембрану: общее представление, принципы и типы. Принципы и типы классификации. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	1. Внутриклеточная передача сигнала. G-белки и внутриклеточная передача сигнала. MAP-киназный и Janus-киназный каскады передачи сигнала. Фосфатидилинозитольный путь передачи сигнала. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.3	2. Типы циклинов. Циклинзависимые киназы. Циклины и регуляция движения по клеточному циклу. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.4	3. Механизмы регуляции силы мышечного сокращения. Молекулярные механизмы адаптации к физической нагрузке, эффект тренировок. Особенности возбудимости и сократимости гладкой мышцы. Зависимость силы мышечного сокращения от амплитуды раздражения. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.5	Транспорт веществ через мембрану. Трансмембранный механизм передачи гормонального сигнала. Внутриклеточный механизм передачи гормонального сигнала. G-белки. Вторичные мессенджеры. /Ср/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.6	Активный и пассивный типы. Два основных класса мембранных транспортных белков: Транспортеры Каналы. Молекулярные механизмы мембранного транспорта. Везикулярный транспорт веществ через мембрану. Экзоцитоз лизосом. Эндоцитоз. Фагоцитоз. Фагоцитирующие клетки. Пиноцитоз. Рецепторопосредованный эндоцитоз. Регулируемый экзоцитоз. /Ср/	5	4	
	Раздел 3. Молекулярные механизмы патологических процессов, старения и адаптации.			
3.1	1. Молекулярные механизмы апоптоза и некроза. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	2. Система крови. Молекулярные механизмы свёртывания и воспаления. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3



3.3	1. Молекулярные основы клеточной патологии. Повреждение мембран. Повреждение митохондрий, лизосом. Апоптоз и некроз. Фагоцитоз апоптотных клеток. Причины и регуляция апоптоза. Роль системы Fas/Fas-L, каспаз и белков семейства Bcl-2 в регуляции апоптоза. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
3.4	2. Молекулярные механизмы стресса и стресспротекторных систем. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
3.5	3. Молекулярные механизмы старения. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
3.6	3.Молекулярные механизмы ангиогенеза. Молекулярные механизмы инвазивного роста клеток. /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
3.7	Апоптоз и некроз: механизмы, регуляция. /Ср/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
3.8	Молекулярные механизмы стресса. Молекулярные механизмы старения. /Ср/	5	3,8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
Раздел 4. Рецепция.				
4.1	1. Функции системы рецепции и внутриклеточной сигнализации. Общий обзор межклеточной и внутриклеточной систем передачи сигнала. Классификация сигнальных молекул по скорости клеточного ответа, вызываемого ими. Способы межклеточной сигнализации. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	2. Общая характеристика, разнообразие и классификация гормонов и нейромедиаторов по типу рецепторов, механизмам передачи сигнала в клетку, конечной мишени внутри клетки и временной шкале развития биологических эффектов. Общие механизмы и этапы передачи внешних сигналов внутрь клетки. Принципы классификации рецепторов. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	3. Определение понятий рецептор, лиганд. Понятие молекулярного интерфейса рецептора и лиганда. Понятие агонистов и антагонистов. Использование антагонистов в качестве лекарственных препаратов. Протеолитический процессинг гормонов на примере проопиомеланокортина. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.4	4. Факторы, стабилизирующие молекулу гормона. Зависимость биологических эффектов гормона от степени оккупации рецептора. Наличие "избытка" рецепторов по сравнению с физиологическими концентрациями гормонов. Усиление гормонального сигнала на стадии внутриклеточной передачи сигнала. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.5	5. Механизм регуляции чувствительности к гормону путем образования рецепторных кластеров в цитоплазматической мембране. Поэтапная передача гормонального сигнала. Мембранные рецепторы. Трансмембранная передача сигнала. Латеральные взаимодействия. Трансигнализация. Выключение рецепторов. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.6	1. Классификация сигнальных молекул по скорости клеточного ответа, вызываемого ими: нейромедиаторы; гормоны, активирующие метаболитные мембранные рецепторы; гормоны, активирующие внутриклеточные рецепторы. Способы межклеточной сигнализации: эндокринная, паракринная, аутокринная, юкстакринная, интракринная, трансигнализация, криптокринная. Определение понятий рецептор, лиганд, внутриклеточная сигнализация, агонисты, антагонисты, вторичные посредники. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4



4.7	2. Классификация рецепторов по локализации в клетке. Краткая характеристика трех основных групп лиганд-управляемых ионных каналов. Рецепторы, содержащие Cys-петлю: GABA-рецепторы, глициновые, серотониновые, ацетилхолиновые и ZAC-рецепторы. Глутаматные ионотропные рецепторы: каинатные, АМРА- и NMDA-рецепторы. АТФ-управляемые (пуринэргические) ионотропные рецепторы P2X1-7. Внутриклеточные рецепторы как лиганд-управляемые транскрипционные факторы. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.8	3. Обратимость связывания рецептор-лиганд. Изменение конформации рецептора в ответ на связывание лиганда. Сродство и специфичность гормон-рецепторных взаимодействий. Участки гормонов, отвечающие за связывание с рецепторами. Связывание гормона с рецептором. Перекрестные взаимодействия лигандов и "чужих" рецепторов на примере вазопрессина и окситоцина. Понятие агонистов и антагонистов. Использование антагонистов в качестве лекарственных препаратов. Протеолитический процессинг гормонов на примере проопиомеланокортина. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.9	4. Факторы, стабилизирующие молекулу гормона: посттрансляционная модификация и вспомогательные участки. Вспомогательные участки гормонов и их функции. Дисульфидные связи в пептидных гормонах. Ковалентно связанные сахара, необходимые для биологической активности некоторых пептидных гормонов. Зависимость биологических эффектов гормона от степени оккупации рецептора. Наличие "избытка" рецепторов по сравнению с физиологическими концентрациями гормонов. Усиление гормонального сигнала на стадии внутриклеточной передачи сигнала. Изменение сродства рецепторов к гормонам в результате модификаций рецепторной молекулы. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.10	5. Способы изменения концентрации рецепторов в клетке, связанные с необратимой инактивацией рецепторных молекул. Регуляция сродства мембранных рецепторов к гормону внутриклеточными белками на примере G-белков. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.11	6. Мембранные рецепторы. Трансмембранная передача сигнала. Латеральные взаимодействия. Транссигнализация. 4 основных стадии выключения рецепторов: пост-трансляционная модификация цитоплазматического домена рецепторов – десенситизация; уход рецептора с мембраны – даунрегуляция, разрушение рецепторов в протеасомах или лизосомах или их рециклизация. Разновидности пост-трансляционных модификаций, которым подвергаются рецепторы в процессе десенситизации. Каркасные белки, опосредующие даунрегуляцию рецепторов. Обратимость процессов десенситизации и даунрегуляции. Пролактин как исключение из правила снижения чувствительности клеток к лиганду при продолжительном действии лиганда. Связь явлений "избытка" рецепторов на поверхности клеток и процесса десенситизации. Интернализация рецепторов и ее типы: клатрин-зависимый, кавеолин-зависимый и клатрин/кавеолин-независимый эндоцитоз. Сигнальные эндосомы; каркасные белки сигнальные каскады, активируемые на эндосомах. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.12	1. Явление "избытка" рецепторов на тканях, его биологический смысл. Зависимость скорости прохождения гормонального сигнала от константы диссоциации лиганда и рецептора. Гормон-чувствительные элементы, лиганд-связывающие домены внутриклеточных рецепторов. Различия отдельных участков гормона по функциям. Эффекторный участок гормона актон, адресный участок гаптон. /Ср/	6	10	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3



4.13	2. Зависимость биологических эффектов гормона от сродства гормона к рецептору и от концентрации рецепторов. Процессы рециклизации и деградации рецепторов в процессе даунрегуляции; сортировка эндосом между этими процессами. Процессы сортировки и адресного перемещения везикул и эндосом в цитоплазме с участием малых ГТФ-аз семейства Rab. /Ср/	6	10,7	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 5. Общие принципы внутриклеточной передачи сигнала.				
5.1	1. Общая схема рецепции и внутриклеточной сигнализации мембранных метаболитных рецепторов. Мишени рецепторов локализованы на мембране. ГТФ-связывающие белки - таймеры и распределители сигнала. Поверхностные рецепторы, сопряженные с G-белками. Понятие о вторичных посредниках. Участие вторичных посредников в передаче и амплификации рецепторного сигнала. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.2	2. Понятие об адаптерных взаимодействиях и модульных белках, их обеспечивающих. Разнообразие адаптерных белков и их модульных доменов. Принцип каркасных взаимодействий. Фосфатазы нейтрализуют действие киназ. Общее представление об основных стратегиях, используемых для регуляции активности ферментов. Понятие о пространственно-временном паттерне внутриклеточных сигнальных молекул при передаче гормонального сигнала. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1
5.3	1. Общее понятие о ключевых компонентах этого процесса: рецепторы, непосредственные мишени рецепторов, локализованные на плазматической мембране, G-белки, вторичные посредники, адаптерные белки, каркасные белки, киназы, фосфатазы. Каскадная организация сигнала и формирование сигнальных сетей. Обратная регуляция передачи сигнала и процессы выключения рецепторов – десенситизация и даунрегуляция. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.4	2. Специальные белковые последовательности, локализуемые на плазматической мембране. Модульные домены адаптерных белков, связывающие мембранные фосфолипиды. Гликозилфосфатидилинозитольный якорь (ГФИ), необходимый для закрепления рецепторов на поверхности клеток. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.5	3. Принцип действия и динамика лиганд-зависимого взаимодействия рецепторов с G-белками. Комплекс мембранных G-белков. Субъединичный состав и описание функций субъединиц G-белков. Разнообразие альфа-субъединиц, их деление на основные группы (Gs, Gi, Gq, G12/13). Классификация рецепторов по преимущественному сопряжению с одной из этих групп. Многообразие сигнальных сетей, формируемых мембранными G-белками. Примеры взаимодействий сигнальных путей, активируемых различными G-белками. Представители основных семейств малых ГТФ-связывающих белков суперсемейства Ras (Ras, Rab, Rho, Arf, Ran, Miro), отличия их структуры и функций в клетке. ГТФ-азный цикл и регуляция факторами обмена нуклеотидов (GEF, GAP, GDI). /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.6	4. Участие вторичных посредников в передаче и амплификации рецепторного сигнала. Три уровня усиления сигнала: на уровне рецептора, на уровне G-белка и на уровне вторичных посредников. Классификация вторичных посредников: гидрофильные, гидрофобные и газы. Сигнал поступает в клетку каскадным или эстафетным способами. Каскадный принцип передачи регуляторного сигнала. Усиление сигнала. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4



5.7	5. Разнообразие адаптерных белков и их модульных доменов: домены узнавания модифицирующих групп, консенсусных белковых последовательностей, фосфолипидов, междоменные взаимодействия. Множественное тирозиновое фосфорилирование как обязательный элемент в передаче сигнала от тирозинкиназных рецепторов. Белковые (модульные) домены, отвечающие за связывание непосредственных мишеней с активированными рецепторами. Адаптерные белки, содержащие домены гомологии с c-Src (SH2), взаимодействия с пролин-богатыми последовательностями (SH3), фосфотирозинсвязывающие (РТВ) и РН домены плекстриновой гомологии. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.8	6. Каркасные (скаффолдовые) белки и их роль в увеличении эффективности взаимодействий компонентов сигнальных модулей, их локализации внутри клетки, переадресации сигнала и формировании регуляторных петель обратной связи. Примеры представителей каркасных белков. Киназы служат основными исполнителями. Фосфорилирование как основной механизм внутриклеточной передачи сигнала. Протеинкиназы и протеинфосфатазы, липидные киназы и фосфатазы, ферменты с двойной специфичностью. Классификация протеинкиназ и протеинфосфатаз по аминокислотным остаткам модификации. Механизм действия сигнальных протеинкиназ на примере прототипной цАМФ-зависимой протеинкиназы (РКА). Доменная организация РКА. Участки модификации в активационной петле киназ, регулируемых фосфорилированием. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.9	7. Основные группы протеинфосфатаз (PP1, PP2A, PP2B, P2C, PTP), их краткая характеристика. Регуляция активности фосфатаз регуляторными субъединицами. Внутриклеточные белковые ингибиторы фосфатаз, активируемые фосфорилированием, на примере белков СР17 и РН1-1, регулирующих активность миозиновой фосфатазы. Пероксид водорода как новый вторичный посредник и регулятор активности ряда сигнальных протеинкиназ и фосфатаз. Фосфотирозинфосфатазы как основные мишени внутриклеточного пероксида водорода. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.10	8. Стратегии, направленные на быстрое изменение удельной активности ферментов (ковалентная модификация, белок-белковые взаимодействия, аллостерическая регуляция и ограниченный протеолиз) и на косвенное изменение их активности (изменение уровня экспрессии и изоформного состава белков). Действие гормонов направлено на необратимые реакции метаболических путей. Основные ковалентные посттрансляционные модификации ферментов, вызываемые действием гормонов. Аллостерическая регуляция на примере фруктозо-2,6-бисфосфата и 2,3-бисфосфоглицерата. Ограниченный протеолиз на примере пищеварительных ферментов и факторов роста. Изменение уровня экспрессии или изоформного состава ферментов на примере стероидных гормонов и убиквитин-зависимой системы деградации белков. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.11	9. Понятие о пространственно-временном паттерне внутриклеточных сигнальных молекул при передаче гормонального сигнала. Примеры механизмов регистрации клеткой амплитудных характеристик изменения сигнальных молекул. Преобразование частоты кальциевых осцилляций и длительности отдельных пульсов кальция в различные клеточные ответы. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4



5.12	Общее понятие о ключевых компонентах этого процесса: рецепторы, непосредственные мишени рецепторов, локализованные на плазматической мембране, G-белки, вторичные посредники, адаптерные белки, каркасные белки, киназы, фосфатазы. Каскадная организация сигнала и формирование сигнальных сетей. Обратная регуляция передачи сигнала и процессы выключения рецепторов – десенситизация и даунрегуляция. /Ср/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 6. Сигнальные системы клетки.				
6.1	1. Циклазные системы передачи сигнала. Сигнальные механизмы, опосредуемые ионами Ca ²⁺ . Кальций-связывающие домены. MAP-киназные каскады. MAP-киназные сигнальные каскады. /Лек/	6	6	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
6.2	1. Циклазные системы передачи сигнала. Регуляция аденилатциклазы под действием G _s и G _i белков. цАМФ-зависимая протеинкиназа как классическая мишень этого каскада. Белки ERAC как альтернативная мишень цАМФ. Разные функции PKA и ERAC в регуляции направленной миграции лейкоцитов через эндотелиальный барьер кровеносных сосудов. Сигнальные механизмы, опосредуемые ионами Ca ²⁺ . Многообразие клеточных ответов, регулируемых кальциевой сигнализацией. Регуляция фосфолипазы C под действием белков семейства Gq/11. Участие βγ-субъединиц тримерных G-белков и адаптерных белков в активации различных изоформ фосфолипазы C. Роль фосфатидилинозитол-1,4,5-трисфосфата (IP ₃) в проведении кальциевого сигнала. Участие IP ₃ и диацилглицерола (ДАГ) в активации протеинкиназы C. IP ₃ рецепторы и рианодиновые рецепторы, опосредующие кальций-индуцированный выброс кальция и сигнальные молекулы, регулирующие его: Никотиновая кислота аденин-динуклеотид-фосфат (NAADP) и циклическая АДФ-рибоза (сADPR). кальциевые каналы плазматической мембраны и механизмы их регуляции: мембранный потенциал, рецепторная активация, вторичные посредники. Кальций-связывающие домены: C2 домен и EF-рука. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
6.3	2. Структура и организация MAP-киназных сигнальных модулей (Erk1/2, p38, JNK, Erk3 и Erk5/7 каскады). Три киназных уровня с высокой селективностью передачи и умножением сигнала, обеспечиваемых двойной специфичностью киназ второго уровня. Эволюционный консерватизм MAP-киназных каскадов. Механизм активации Raf под действием Ras как пример сходимости сигнальных путей. Роль белок-белкового и ферментативного механизма в снятии автоингибирования Raf-киназы. PI3-киназный каскад. PI3-киназный сигнальный каскад как основной регулятор клеточного цикла, выживания и роста, пролиферации и миграции клеток. Механизм активации PI3-киназы с участием тирозинкиназного рецептора и Ras. Множественность изоформ PI3-киназ, их субъединичная организация и роль как регуляторных, так и каталитических субъединиц в рецептор-зависимой активации. PI3-киназа как пример сходимости сигнальных каскадов от тирозинкиназных и G-белковых мембранных рецепторов. Ступенчатый механизм активации протеинкиназы B/Akt – основной мишени PI3-киназного каскада. Фосфолипид-зависимые киназы 1 и 2 (PDK1 и PDK2). Переадресация сигнала к комплексу TorC2. Роль сигнальных комплексов TorC1 и TorC2 в регуляции метаболизма, миграции и пролиферации клеток. Цитокиновый каскад с участием JAK/STAT белков. Рецепторы, ассоциируемые с протеинкиназами, и не обладающие своей ферментативной активностью. Эритропоэтиновый рецептор как типичный представитель этой группы, активирующий транскрипцию генов с участием сигнального каскада JAK-STAT. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4



6.4	3. Белки, выкачивающие кальций из цитоплазмы: Ca ²⁺ АТФаза плазматической мембраны, кальциевая АТФаза сарко(эндо)плазматического ретикулума, натрий-кальциевый обменник и митохондриальный унипортер. Патогенное действие холерного и коклюшного токсинов, вызывающих неконтролируемое повышение внутриклеточного цАМФ. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
6.5	4. Роль каркасных белков (KSR, MP1) в пространственной организации MAP-киназных каскадов. Пример участия каркасных белков Ste5p и Pbs2p/Sho1 в переадресации сигнала внутри MAP-киназных каскадов у дрожжей. Доменная организация и механизм действия Янус-киназ (JAK) и сигнальных активаторов транскрипции (STAT-белков). Роль димерных взаимодействий в этой ветви передачи сигнала. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 7. Иная контактная работа				
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	0,2	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4
7.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	8,3	Л1.1Л2.1 Э1 Э2

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Текущая аттестация: устный опрос, письменный опрос.

Промежуточная аттестация: зачет в виде тестирования, экзамен в виде устного опроса.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры вопросов для устного или письменного опроса:

1. Принципы и типы классификации трансмембранного транспорта. Основные классы мембранных транспортных белков.
2. Внутриклеточный везикулярный транспорт. Экзоцитоз лизосом. Транспорт в клетку из плазматической мембраны.
3. Эндоцитоз. Рецепторопосредованный эндоцитоз. Регулируемый экзоцитоз.
4. Фагоцитоз. Фагоцитирующие клетки. Пиноцитоз. Пиноцитозные пузырьки из окаймленных ямок плазматической мембраны.
5. Общая характеристика ионных каналов. Ион-селективность. Открытое и закрытое состояния. Принципы молекулярной организации различных ионных каналов (Na, Ca⁺⁺, семейство Kv-каналов, Kca). Ионные каналы и электрические свойства мембран.
6. Организация внутриклеточных сигнальных систем. Проведение сигнала внутри клетки на основе ферментативных реакций и белок-белковых взаимодействий. Вторичные посредники и их представители. Адаптерные взаимодействия и белки. Сигнальные цепи и "сходимость" сигнальных каскадов.
7. Функции ГТФ-связывающих белков и их классификация. Регуляция ГТФ-азного цикла G-белков и факторы регуляции обмена гуаниловых нуклеотидов. Тримерные G-белки. Разнообразие α , β и γ субъединиц, их классификация по типам сигнальных механизмов, эффекторов и клеточных ответов. Мономерные G-белки и суперсемейство Ras-белков. Перекрестная сигнализация между малыми G-белками.
8. Последовательное фосфорилирование как основной способ каскадной передачи сигнала. Ключевые элементы белковой структуры протеинкиназ на примере цАМФ-зависимой протеинкиназы. Механизм активации и узнавания субстрата. Конформационные изменения, происходящие при связывании субстратов и в процессе катализа. Структурное сходство различных протеинкиназ.
9. Каркасная организация сигнальных каскадов. Каркасные (скаффолдовые) белки, принцип их действия и представители. Роль в компартиментализации сигнальных молекул, регуляции проведения сигнала и переключении клеточных ответов.
10. Медиатор-зависимые ионные каналы - мишени психотропных лекарств. Роль K⁺-каналов в обработке информации нейроном. Долговременная потенция в гиппокампе млекопитающих, роль Ca²⁺ и NMDA рецепторов.
11. Организация внутриклеточных сигнальных систем. Проведение сигнала внутри клетки на основе ферментативных реакций и белок-белковых взаимодействий. Вторичные посредники и их представители. Адаптерные взаимодействия и белки. Сигнальные цепи и "сходимость" сигнальных каскадов.
12. Функции ГТФ-связывающих белков и их классификация. Регуляция ГТФ-азного цикла G-белков и факторы регуляции обмена гуаниловых нуклеотидов. Тримерные G-белки. Разнообразие α , β и γ субъединиц, их классификация по типам сигнальных механизмов, эффекторов и клеточных ответов. Мономерные G-белки и



суперсемейство Ras-белков. Перекрестная сигнализация между малыми G-белками.

13. Последовательное фосфорилирование как основной способ каскадной передачи сигнала. Ключевые элементы белковой структуры протеинкиназ на примере цАМФ-зависимой протеинкиназы. Механизм активации и узнавания субстрата. Конформационные изменения, происходящие при связывании субстратов и в процессе катализа. Структурное сходство различных протеинкиназ.

14. Каркасная организация сигнальных каскадов. Каркасные (скаффолдовые) белки, принцип их действия и представители. Роль в компартиментализации сигнальных молекул, регуляции проведения сигнала и переключении клеточных ответов.

15. Лиганды и рецепторы, агонисты и антагонисты. Сродство агониста к рецептору. Специфичность взаимодействий рецептор-лиганд и перекрестное узнавание. Структура, свойства и классификация клеточных рецепторов. Поверхностные и внутриклеточные, ионотропные и метаботропные рецепторы. Основные типы и подтипы мембранных рецепторов, особенности их структуры.

16. Характеристика внутриклеточных ядерных и цитоплазматических рецепторов. Доменная организация и принципы функционирования ядерных рецепторов. Коактиваторы и корепрессоры, механизм активации транскрипции. Орфановые рецепторы.

17. Основные сигнальные модули (каскады) и сигнальные сети, формируемые с участием различных рецепторов и Gs, Gi, Gq и G12/13-белков. Регулируемые клеточные реакции. Организация внутриклеточных каскадов с участием аденилатциклазы и фосфолипазы C.

18. Регуляция длительности активации сигнальных каскадов и переадресации сигнала. Сигнальные сети и обратные связи. Внутриклеточные каскады с участием PI3-киназы, фосфоинозитидов и малых G-белков (Ras, Rho). Роль PI3-киназы и фосфатаз PTEN и SHIP в регуляции обмена фосфатидилинозитолфосфатов, хемотаксиса и пролиферации клеток.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Пример теста для зачета:

1. При активном транспорте энергия необходима для:
 - а. Связывания переносимых веществ
 - б. Олигомеризации ферментов
 - в. Освобождения переносимых веществ
 - г. Изменения аффинности центра связывания
 2. АТФ-азы ABC-типа отвечают за:
 - а. Поддержанием мембранной асимметрии
 - б. Синтез АТФ
 - в. Перенос ионов
 - г. Участие во вторично-активном транспорте
 3. Что такое рециркуляция рецепторов в результате эндоцитоза?
 - а. Это деградация рецепторов
 - б. Это инактивация рецепторов
 - в. Это возвращение рецепторов в исходную область мембраны
 - г. Это транспорт рецепторов в другую мембранную область клетки
 4. Процесс замыкания фагосомы осуществляется с участием:
 - а. Протеин киназы C
 - б. Протеин киназы A
 - в. Фосфолипазы
 - г. Фосфоинозитолкиназы
 5. Метаболический и энергетический межклеточные обмены реализуются в:
 - а. Полудемосомах
 - б. Адгезионных контактах
 - в. Фокальных контактах
 - г. Щелевых контактах
- Правильный ответ: 1. б; 2. в; 3. в; 4. а; 5. г.

Примеры вопросов для экзамена:

1. Трансмембранные рецепторы: классификация, характеристика, функциональные особенности.
 - а) принципы классификации поверхностных рецепторов.
 - б) функциональное разделение на ионотропные и метаботропные рецепторы.
 - в) структурно-функциональное разделение на основные типы: ионные каналы; семидоменные рецепторы, сопряженные с тримерными G-белками; однодоменные рецепторные тирозинкиназы и схожие с ними



рецепторы; рецепторы с внутренней ферментативной активностью.
г) наличие метаболитных и ионотропных рецепторов внутри одного типа на примере никотиновых и мускариновых рецепторов к ацетилхолину и пуриnergических рецепторов.
2. ГТФ-связывающие белки: строение, функции, виды. Взаимодействие рецепторов с тримерными G-белками.
а) поверхностные рецепторы, сопряженные с тримерными G-белками.
б) принцип действия и динамика лиганд-зависимого взаимодействия рецепторов с тримерными G-белками
в) субъединичный состав и описание функций субъединиц тримерных G-белков
г) разнообразие альфа-субъединиц, их деление на основные группы (Gs, Gi, Gq, G12/13).

6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения лекционных и семинарских занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине (в том числе материала самостоятельной работы), которые оцениваются устным опросом по вопросам дисциплины и по качеству решения тестов. Качество усвоения знаний по дисциплине оценивается на экзамене.
Оценка устного ответа обучающегося на занятии:
Оценка «отлично» ставится, если обучающийся показал глубокое знание вопроса; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.
Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся показал знание вопроса, но допускает ряд неточностей; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.
Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал знание вопроса, но допускает множество неточностей; имеет проблемы с полнотой, аргументацией, последовательностью изложения учебного материала.
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не знает материал вопроса или имеет поверхностные знания и не может полно, аргументировано, последовательно ответить по учебному материалу.
Промежуточная аттестация проводится по окончании 5 семестра в форме зачета, по окончании 6 семестра - в форме экзамена. На зачете обучающийся решает 85 тестовых вопросов закрытого типа. На каждый вопрос предлагается несколько вариантов ответа, правильный только один вариант. Продолжительность – 60 минут.
Критерии оценки теста:
- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено на 91-100% (высокий уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено на 81-90% (средний уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций).
Высокий уровень, средний уровень, базовый уровень – «зачтено»; недостаточный уровень – «незачтено».
Экзамен проводится в виде устного собеседования по вопросам дисциплины.
Оценка устного ответа студента на экзамене:
Оценка «отлично» выставляется студенту, если он владеет понятийным аппаратом, демонстрирует глубину и полное овладение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется; дал полный ответ и показал глубокие знания по каждому из вопросов.
Оценка «хорошо» выставляется студенту, за умение грамотно излагать материал, но при этом содержание и форма ответа могут иметь отдельные неточности;
Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновывать свои суждения;
Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Кузьменко Д. И., Климентьева Т. К.	Интегративная биохимия. Регуляция метаболизма: курс лекций (https://e.lanbook.com/book/105905)	Томск : СибГМУ, 2017	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Семенович А. А., Переверзев В. А., Кубарко А. И., Кузнецов В. И., ред. А. А.	Нормальная физиология: учебник (https://e.lanbook.com/book/149290)	Минск : Новое знание, 2020	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел «Журналы открытого доступа» (https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов http://www.elibrary.ru http://www.elibrary.ru
Э2	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий РАЕ https://www.monographies.ru/ https://www.monographies.ru/
Э3	Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) - официальный сайт http://www.rfbr.ru/rffi/ru http://www.rfbr.ru/rffi/ru
Э4	Книги по медицине на английском языке в свободном доступе «Free Books for Doctors» http://www.freebooks4doctors.com/ http://www.freebooks4doctors.com/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования (ноутбук, проектор, экран, колонки) и учебно-наглядных пособий (презентации по всем разделам дисциплины).

Для проведения занятий семинарского типа в университете аудитория оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций и видеоматериалов.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, куда каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студента на всех занятиях аудиторной формы (лекции, практические занятия), выполнение контрольных мероприятий, планомерную самостоятельную работу. Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является необходимым, но недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с рекомендованной литературой, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме.

Для качественного усвоения данной дисциплины необходимо посещать семинарские занятия, изучать вопросы тем самостоятельной подготовки. Практические занятия требуют предварительной теоретической подготовки по соответствующей теме: изучения учебной и дополнительной литературы.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Молекулярная физиология и эндокринология" по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 "Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 15

В ходе изучения дисциплины применяется такой вид теоретического занятия как самостоятельная работа студентов. Роль преподавателя при этом заключается в организации самостоятельной работы студентов, в обучении их методам самостоятельного изучения вопросов теории. Эта организация заключается в определении задания, сроков исполнения, осуществлении контроля и оценке результатов изучения учебного материала. Основными видами самостоятельной работы являются: работа с печатными источниками информации (конспектом, книгой, документами), работа с интернет-ресурсами.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

**Направление подготовки (специальность) 30.05.02 Медицинская биофизика,
"Молекулярная физиология и эндокринология", Год(ы) набора 2026, очно**

РПД одобрена и рекомендована:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 2 от 02.02.2026

Председатель Ученого совета
факультета фундаментальной
медицины

согласовано

О.Б. Цейликман

Заседанием кафедры Общей и клинической патологии

Протокол заседания № 2 от 02.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

О.Н. Егоров

Автор (составитель)

В.Э. Цейликман

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**