

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии
Высшая школа биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Рецепторы и клеточная сигнализация

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший научный сотрудник, к.н. Габдулхакова А.Г. (НИЛ OpenLab Генные и клеточные технологии, Научно-клинический центр прецизионной и регенеративной медицины),
AiGGabdulhakova@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Готов использовать полученные биологические знания и знания смежных наук, нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в профессиональной деятельности в соответствии с профилем программы магистратуры

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- методы математической статистики и компьютерной биологии для анализа данных в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- требования нормативных документов по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики

Должен уметь:

- использовать полученные биологические знания и знания смежных наук для организации и проведения научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- использовать методы математической статистики и компьютерной биологии для анализа данных биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- определять перечень нормативных документов по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики

Должен владеть:

- навыками проведения научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- навыками использования методов математической статистики и компьютерной биологии для анализа данных биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики
- навыками организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики согласно требований нормативных документов

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать полученные знания при изучении других дисциплин, при выполнении практических лабораторных задач, курсовых и выпускных квалификационных работ, в научно-исследовательской работе

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Тема 1. Введение. Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист, сродство/аффинность, Kd, десенситизация. Механизм передачи сигнала внутрь клетки. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану. Принцип амплификации сигнала.	2	2	0	2	0	0	0		10
2.	Тема 2. Тема 2. GPCR - рецепторы, сцепленные с ГТФазными белками. Структура, классификация семейств GPCR рецепторов. Олигомеризация, передачи сигнала на G-белок. Гетеротримерный G-белок - структура, цикл работы, семейства субъединиц, эффекторы. Сигнальный путь родопсинового рецептора.	2	2	0	2	0	0	0		10
3.	Тема 3. Тема 3. Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы C, аденилаткиназа и цАМФ. GRK/аррестины, сигналосомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов.	2	2	0	2	0	0	0		10
4.	Тема 4. Тема 4. Рецепторы-киназы. Структура рецепторов RTK и их лигандов. Кросс-фосфорилирование и белок-белковые взаимодействия сигнальных молекул. Сигнальные пути RTK, малые G-белки, семейства, цикл активации-инактивации. Ras/Raf/MAPK путь, PI3K путь, нерецепторные тирозиновые киназы, тирозиновые фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.	2	2	0	2	0	0	0		10

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
5.	Тема 5. Тема 5. Ионотропные рецепторы. Рецепторы цитокинов. Некоторые ростовые факторы (growth hormone and prolactin) Антиген-специфичные рецепторы Т и В лимфоцитов WNT сигнализация NOTCH сигнализация Протеаза-зависимая сигнализация. Hedgehog сигнализация, рецепторы к внеклеточному матриксу, Т клеточные рецепторы TCR, Toll-подобные рецепторы TLR, цитокиновые рецепторы	2	2	0	2	0	0	0	10	
6.	Тема 6. Тема 6. Функции клеток и рецепторы. Апоптоз, некроз, пироптозис, онкозис и аутофагия.	2	0	0	2	0	0	0	0	
	Итого		10	0	12	0	0	0	50	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение. Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист, сродство/аффинность, Kd, десенситизация. Механизм передачи сигнала внутрь клетки. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану. Принцип амплификации сигнала.

Лекционное занятие: Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист, сродство/аффинность, Kd, десенситизация. Механизм передачи сигнала внутрь клетки. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану. Принцип амплификации сигнала.

Практическое занятие: обзор современных методов исследования функций клеток, рецепторов и сигнальных систем; опрос по лекционному материалу - Агонисты и антагонисты. Прямой агонизм. Изомеризация рецептора. Типы антагонизма. Конкурентный антагонизм. Антагонизм неполных агонистов. Необратимый антагонизм. Аллотопический антагонизм.

Тема 2. Тема 2. GPCR - рецепторы, сцепленные с ГТФазными белками. Структура, классификация семейств GPCR рецепторов. Олигомеризация, передачи сигнала на G-белок. Гетеротримерный G-белок - структура, цикл работы, семейства субъединиц, эффекторы. Сигнальный путь родопсинового рецептора.

Лекционное занятие: GPCR - рецепторы, сцепленные с ГТФазными белками. Структура, классификация семейств GPCR рецепторов. Олигомеризация, передачи сигнала на G-белок. Гетеротримерный G-белок - структура, цикл работы, семейства субъединиц, эффекторы. Сигнальный путь родопсинового рецептора.

Практическое занятие: класс А GPCR - рецепторы родопсинового типа, примеры - рецепторы формилированных пептидов, обонятельные рецепторы, сигнализация

Тема 3. Тема 3. Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы С, аденилатциклаза и цАМФ. GRK/аррестины, сигналосомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов.

Лекционное занятие: Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы С, аденилатциклаза и цАМФ. GRK/аррестины, сигналосомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов: GPCR to RTK и наоборот.

Практическое занятие: класс В GPCR - рецепторы секретины и адгезиновые (интегриновые); класс С GPCR - глутаматные рецепторы и Frizzled/TAS рецепторы; временные рамки экспрессии, тканеспецифичность, сигнальные пути и регулируемые функции. Нарушения при патологиях.

Тема 4. Тема 4. Рецепторы-киназы. Структура рецепторов RTK и их лигандов. Кросс-fosфорилирование и белок-белковые взаимодействия сигнальных молекул. Сигнальные пути RTK, малые G-белки, семейства, цикл активации-инактивации. Ras/Raf/MAPK путь, PI3K путь, нерецепторные тирозиновые киназы, тирозиновые фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.

Лекционное занятие: Рецепторы-киназы. Структура рецепторов RTK и их лигандов. Кросс-фосфорилирование и белок-белковые взаимодействия сигнальных молекул. Сигнальные пути RTK, малые G-белки, семейства, цикл активации-инактивации. Ras/Raf/MAPK путь, PI3K путь, нерецепторные тирозиновые киназы, тирозиновые фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.

Практическое занятие: рецептор инсулина, рецепторы ростовых факторов, каскад MAPKinaz, онкогены: роль в tumорогенезе; R7 рецепторы; малые G-белки и их роль в функционировании клетки.

Тема 5. Тема 5. Ионотропные рецепторы. Рецепторы цитокинов. Некоторые ростовые факторы (growth hormone and prolactin) Антиген-специфичные рецепторы Т и В лимфоцитов WNT сигнализация NOTCH сигнализация Протеаза-зависимая сигнализация. Hedgehog сигнализация. рецепторы к внеклеточному матриксу, Т клеточные рецепторы TCR, Toll-подобные рецепторы TLR, цитокиновые рецепторы

Лекционное занятие: Ионотропные рецепторы. Рецепторы цитокинов. Некоторые ростовые факторы (growth hormone and prolactin) Антиген-специфичные рецепторы Т и В лимфоцитов. WNT сигнализация. NOTCH сигнализация. Протеаза-зависимая сигнализация. Hedgehog сигнализация. рецепторы к внеклеточному матриксу, Т клеточные рецепторы TCR, Toll-подобные рецепторы TLR, цитокиновые рецепторы

Практическое занятие: более подробный разбор вышеперечисленных рецепторов, их тканеспецифичность, временные рамки экспрессии, функция и сигнальные пути.

Тема 6. Тема 6. Функции клеток и рецепторы. Апоптоз, некроз, пироптозис, онкозис и аутофагия.

Практическое занятие: например, по теме "Ингибиторы контрольных точек иммунного ответа (immune checkpoint inhibitors) и их сигнальные пути". Решение задач. Пример задачи: Вы тестируете химическое вещество на иммунных клетках. Обнаружено, что оно вызывает формирование ламеллоподий, кальциевые осцилляции, фосфорилирование многих белков по сериновому остатку, респираторный ответ клеток. Вещество не способно проникать внутрь клетки. Ваши предположения по типу рецептора, с которым взаимодействует ваше вещество:

- A. рецепторы тирозиновые киназы
- B. рецепторы GPCRs
- C. рецепторы ионные канала
- D. все вышеперечисленные

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

guide to pharmacology - <http://www.guidetopharmacology.org/>

Pubmed - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

signaling-molecules-and-cellular-receptors -

<https://courses.lumenlearning.com/boundless-biology/chapter/signaling-molecules-and-cellular-receptors/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Некрасова, И.И. Основы цитологии и биологии развития [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Некрасова; Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь: АГРУС, 2008. - 152 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=514534>

Основы клеточной биологии: учебное пособие / Н.Г. Палеев, И.И. Бессчетнов. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=550792>

Патофизиология. В 2 т. Том 1 [Электронный ресурс] : учебник / под ред. В.В. Новицкого, Е.Д. Гольдберга, О.И. Уразовой - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970435199>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывайте свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовьте тезисы для выступлений по всем учебным 3 вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращайтесь за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумайте примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ
самостоятельная работа	Главная задача курса направлена на формирование системных навыков, умений и знаний о приоритетных достижениях биологических наук и их комплексного использования в области медицины и фармакологии. Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после лекции затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материала, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непонятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет.
зачет	При подготовке к зачету полезно повторить материал, данный на лекционных и практических занятиях. В случае возникновения вопросов хорошо обратиться к учебникам и интернет-ресурсам как PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/) и попытаться самостоятельно разобраться в каждой конкретной теме. При необходимости до даты зачета можно организовать консультационное занятие совместно с преподавателем.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.03 Рецепторы и клеточная сигнализация*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Дедов, И. И. Эндокринология : учебник / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко, В. В. Фадеев - Москва : Литтерра, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-4235-0159-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785423501594.html> (дата обращения: 11.02.2025). - Режим доступа : по подписке.
2. Иванищев, В. В. Молекулярная биология : учебник / В. В. Иванищев. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2024. - (Высшее образование). - 233 с. - DOI: <https://doi.org/10.29039/01857-6>. - ISBN 978-5-369-01857-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2122970> (дата обращения: 11.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Клетки по Льюину : учебное пособие / под редакцией Л. Кассимерис [и др.]. - 5-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2022. - 1059 с. - ISBN 978-5-00101-961-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/249926> (дата обращения: 11.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд. , испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-3312-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970433126.html> (дата обращения: 11.02.2025). - Режим доступа : по подписке.
3. Молекулярная биология клетки : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : [в 3 томах] : перевод с английского / Брюс Альбертс, Александр Джонсон, Джюлиан Льюис [и др.] . - Москва ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Институт компьютерных исследований, 2013 . - ; 25 . Т1 - 2экз. , Т2-2экз, Т3 - 2 экз.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.03 Рецепторы и клеточная сигнализация

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.