

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Рецепторы и клеточная сигнализация Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Медико-биологические науки

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Автор(ы):** Габдулхакова А.Г.

**Рецензент(ы):** Киямова Р.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Киямова Р. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) Габдулхакова А.Г.

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-2	способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия, закономерности и терминологию
- основные классы рецепторов, их строение, функционирование и сигнальные системы, сопряженные с ними.
- локализацию рецепторов, временные рамки экспрессии и регулируемые ими клеточные процессы.

Должен уметь:

применять полученные знания на практике, ориентироваться в научных информационных источниках для поиска новых знаний и подходов для решения экспериментальных задач

Должен владеть:

знаниями о строении и функционировании рецепторов, их роли в регуляции клеточных функций

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 в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Медико-биологические науки)" и относится к дисциплинам по выбору.

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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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	2	0	9
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	2	0	9
3.	Тема 3. Тема 3. Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы C, аденилатциклаза и цАМФ. GRK/аррестины, сигналосомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов.	2	2	2	0	9
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, нерепторные тирозиновые киназы, тирозиновые фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.	2	2	2	0	9
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	2	0	9
6.	Тема 6. Тема 6. Функции клеток и рецепторы. Апоптоз, некроз, пироптозис, онкозис и аутофагия.	2	0	2	0	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого		10	12	0	50

#### 4.2 Содержание дисциплины

**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. Аллостический 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, сигнасомы. 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, сигнасомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов: GPCR to RTK и наоборот.

Практическое занятие: класс В GPCR - рецепторы секретин и адгезинные (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-фосфорилирование и белок-белковые взаимодействия сигнальных молекул. Сигнальные пути RTK, малые G-белки, семейства, цикл активации-инактивации. Ras/Raf/MAPK путь, PI3K путь, нереперторные тирозинные киназы, тирозинные 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, нереперторные тирозинные киназы, тирозинные фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.

Практическое занятие: рецептор инсулина, рецепторы ростовых факторов, каскад MAPKиназ, онкогены: роль в туморогенезе; 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: 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:

- А. рецепторы тирозинкиназы
- В. рецепторы GPCRs
- С. рецепторы ионного канала
- Д. 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

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/>

Основы клеточной биологии: учебное пособие / Н.Г. Палеев, И.И. Бессчетнов. -

<http://znanium.com/bookread2.php?book=550792>

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

#### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Коллоквиум	ПК-1	1. Тема 1. Введение. Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист, сродство/аффиность, Kd, десенситизация. Механизм передачи сигнала внутрь клетки. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану. Принцип амплификации сигнала.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Презентация	ПК-1	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.
3	Презентация	ПК-1	3. Тема 3. Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы C, аденилатциклаза и цАМФ. GRK/аррестины, сигнасомы. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул. Механизмы трансактивации рецепторов.
4	Презентация	ПК-1	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, нереперторные тирозинкиназы, тирозинкиназы фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки.
5	Презентация	ПК-1	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
6	Дискуссия	ПК-1	6. Тема 6. Функции клеток и рецепторы. Апоптоз, некроз, пироптозис, онкозис и аутофагия.
<b>Зачет</b>		ПК-1, ПК-2	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Коллоквиум	Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала.	Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.	Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала.	Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап			
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.				
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствующим поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствующим поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом.	2			
				Неудовлетворительный уровень		3		
				доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации.			4	
				Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам.				5
Дискуссия	Высокий уровень владения материалом по теме дискуссии. Превосходное умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Высокий уровень этики ведения дискуссии.	Средний уровень владения материалом по теме дискуссии. Хорошее умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Средний уровень этики ведения дискуссии.	Низкий уровень владения материалом по теме дискуссии. Слабое умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Низкий уровень этики ведения дискуссии.	Недостаточный уровень владения материалом по теме дискуссии. Неумение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Отсутствие этики ведения дискуссии.	6			
	<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>						
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.					

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 2**

**Текущий контроль**

**1. Коллоквиум**

Тема 1

1. Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист
2. что такое сродство/аффинность рецептора, Kd.
3. Типы лигандов
4. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану.
5. Принцип амплификации сигнала.
6. Принцип работы гетеротримерной ГТФазы
7. Механизм передачи сигнала внутрь клетки.
8. Десенситизация, рециклинг эндосом, аррестины
9. Обратная положительная и отрицательная регуляция
10. Сигналы

**2. Презентация**



## Тема 2

Семейство родопсиновых рецепторов:

презентация структуры, функции и сигнальной системы рецептора по выбору, необходимо раскрыть особенности структуры (внеклеточные и внутриклеточные петли, сайты узнавания лиганда), экспрессия на типах клеток, временные рамки экспрессии, основной сигнальный путь к эффекторным молекулам для реализации функции клетки. Возможные нарушения в функционировании рецептора или его сигнального пути, приводящие к патологическим состояниям.

### 3. Презентация

#### Тема 3

рецепторы секретины и адгезины; глутаматные рецепторы и Frizzled/TAS рецепторы:

презентация структуры, функции и сигнальной системы рецептора по выбору, необходимо раскрыть особенности структуры (внеклеточные и внутриклеточные петли, сайты узнавания лиганда), экспрессия на типах клеток, временные рамки экспрессии, основной сигнальный путь к эффекторным молекулам для реализации функции клетки. Возможные нарушения в функционировании рецептора или его сигнального пути, приводящие к патологическим состояниям.

### 4. Презентация

#### Тема 4

RTK:

презентация структуры, функции и сигнальной системы рецептора по выбору, необходимо раскрыть особенности структуры (сайты узнавания лиганда, регуляторный и каталитический домены), экспрессия на типах клеток, временные рамки экспрессии, основной сигнальный путь к эффекторным молекулам для реализации функции клетки. Докинг - работа функциональных доменов белковых молекул. Возможные нарушения в функционировании рецептора или его сигнального пути, приводящие к патологическим состояниям.

### 5. Презентация

#### Тема 5

Ионотропные рецепторы, неканонические рецепторы:

презентация структуры, функции и сигнальной системы рецептора по выбору, необходимо раскрыть особенности структуры (сайты узнавания лиганда, регуляторные домены), экспрессия на типах клеток, временные рамки экспрессии, основной сигнальный путь к эффекторным молекулам для реализации функции клетки. Возможные нарушения в функционировании рецептора или его сигнального пути, приводящие к патологическим состояниям.

### 6. Дискуссия

#### Тема 6

Обсуждение всех типов рецепторов и их роли в функционировании клеток

#### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие рецептор, лиганд/агонист, антагонист, сродство/аффинность,  $K_d$ , десенситизация.
2. Механизм передачи сигнала внутрь клетки. Принцип амплификации сигнала.
3. Типы классификаций рецепторов - по структуре, по локализации, по принципу передачи сигнала через мембрану.
4. GPCR - рецепторы, сцепленные с ГТФазными белками. Структура, классификация семейств GPCR рецепторов.
5. Олигомеризация, передача сигнала на G-белок.
6. Гетеротримерный G-белок - структура, цикл работы, семейства субъединиц, эффекторы.
7. Сигнальные пути GPCR - гидролиз фосфолипидов, кальциевая сигнализация, цитоплазматические рецепторы кальция, мишени протеинкиназы C, аденилатциклаза и цАМФ.
8. GRK/аррестины, сигналосомы.
9. Функциональные домены в структуре сигнальных молекул.
10. Механизмы трансактивации рецепторов.
11. Рецепторы-киназы. Структура рецепторов RTK и их лигандов.
12. Кросс-фосфорилирование и белок-белковые взаимодействия сигнальных молекул.
13. Сигнальные пути RTK, малые G-белки, семейства, цикл активации-инактивации.
14. Ras/Raf/MAPK путь, PI3K путь, нереперторные тирозинные киназы, тирозинные фосфатазы
15. Ионотропные рецепторы.
16. Рецепторы цитокинов.
17. Ростовые факторы (growth hormone) и их рецепторы
18. Антиген-специфичные рецепторы Т и В лимфоцитов
19. WNT сигнализация
20. NOTCH сигнализация
21. Протеаза-зависимая сигнализация.
22. Hedgehog сигнализация.
23. Рецепторы к внеклеточному матриксу
24. Toll-подобные рецепторы TLR
25. Апоптоз, рецептор смерти (death receptor DR), Fas лиганд и его рецептор
26. Аутофагия и ее сигнальные пути.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Коллоквиум	На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	8
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	2	8
		3	8
		4	8
		5	8
Дискуссия	На занятии преподаватель формулирует проблему, не имеющую однозначного решения. Обучающиеся предлагают решения, формулируют свою позицию, задают друг другу вопросы, выдвигают аргументы и контраргументы в режиме дискуссии. Оцениваются владение материалом, способность генерировать свои идеи и давать обоснованную оценку чужим идеям, задавать вопросы и отвечать на вопросы, работать в группе, придерживаться этики ведения дискуссии.	6	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:

- Ткачук В. А. и др. Основы молекулярной эндокринологии. Рецепция и внутриклеточная сигнализация: учебное пособие: для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы высшего образования по направлениям подготовки 31.05.01 'Лечебное дело', 32.05.01 'Медико-профилактическое дело', 31.05.03 'Стоматология' (уровень специалитета) - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017 - 240с.
- Молекулярная биология клетки: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта: [в 3 томах]: перевод с английского

##### 7.2. Дополнительная литература:

Alberts B. и др. Molecular biology of the cell - New York, 1994

#### 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.
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.
коллоквиум	Для подготовки к коллоквиуму необходимо повторить лекционный материал и дополнительную литературу по тематике. Ответы на вопросы должны показать освоение лекционного материала, понимание основных терминов, закономерностей, процессов. Умение самостоятельно работать с дополнительной литературой, интернет ресурсами как PUBMED.
презентация	В ходе подготовки к презентации изучить основную литературу, провести целенаправленный поиск литературы по заданной проблеме. Составить план-конспект своего выступления, представить основные структурные особенности рецепторов, их сигнальных путей и роль в функционировании клетки. Обучающийся может в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ

Вид работ	Методические рекомендации
дискуссия	Дискуссия направлена на то, чтобы проверить если обучающийся свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные внутриклеточные процессы, возможности их регуляции, демонстрирует знания, основанные на дополнительной литературе. Кроме демонстрации знаний в виде ответов на вопросы преподавателя, наиболее приветствуется умение задавать вопросы по тематике предмета, обсуждаемой проблемы.
зачет	Зачет с высокими значениями баллов выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы, возможности их регуляции и совершенствования, демонстрирует знания, основанные на дополнительной литературе. Зачет со средней балльно-рейтинговой оценкой выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы пищевого производства, возможности их регуляции и совершенствования, однако его ответе содержится ряд неточностей. Зачет не ставится, если студент плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, или его ответ требует существенных поправок в ответах.

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

Освоение дисциплины "Рецепторы и клеточная сигнализация" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

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

Освоение дисциплины "Рецепторы и клеточная сигнализация" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **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 Медико-биологические науки .