

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное автономное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский**  
**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от «16» января 2024г. №1

**Рабочая программа дисциплины**  
**Сигнальные пути клеток иммунной системы**

Уровень высшего образования  
**Подготовка научных и научно-педагогических кадров**

Программа аспирантуры  
**Иммунология**

Научная специальность  
**3.2.7 Иммунология**

Форма обучения  
**Очная**

Нижний Новгород  
2024 год

## 1. Место и цель дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сигнальные пути клеток иммунной системы» относится к числу *элективных* дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 2 году обучения в 2 семестре.

**Цель дисциплины** – *принципы и основные молекулярные механизмы передачи сигнала в клетке и между клетками, знать сигнальные пути передачи сигнала от клеточных рецепторов в ядро, знать наиболее важные для формирования иммунного ответа пути сигналинга.*

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

**Знать:** принципы и основные молекулярные механизмы передачи сигнала в клетке и между клетками, знать сигнальные пути передачи сигнала от клеточных рецепторов в ядро, знать наиболее важные для формирования иммунного ответа пути сигналинга.

**Уметь:** использовать полученные знания для анализа возможных путей трансляции иммунологических знаний; выбирать соответствующий метод исследования для решения практических задач.

**Владеть:** информацией о последних достижениях в области внутриклеточного сигналинга и его значение для работы иммунной системы.

## 3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., всего - 108 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия семинарского типа – 36 часов), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

| Наименование раздела дисциплины   | Всего, часов | В том числе              |                           |                            |              |       |  |
|---|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|-------|--|
|   |              | Контактная работа, часов |                           |                            |              |       | Самостоятельная работа обучающегося, часов |
|   |              | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Консультации | Всего |  |
| 1. Общие принципы передачи сигнала в клетках и между клетками   | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 2. Передача сигнала в ядро от Т-клеточного рецептора. Значение в иммунном ответе                      | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 3. Передача сигнала в ядро от В-клеточного рецептора. Роль в формировании иммунного ответа            | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 4. Сигналинг через Толл-лайк рецепторы. Роль в реализации врожденного иммунитета                      | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 5. Сигнальные пути апоптоза, инициированные через мембранные рецепторы. Роль Fas, TNFR, DR-рецепторов | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 6. Митохондриальный контроль апоптоза. Роль в выживании клеток  | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |
| 7. NF-каппаВ сигналинг<br>Характеристика путей. Значимость для модуляции иммунного ответа.            | 12           |                          | 4                         |                            |              | 4     | 8  |

|   |            |  |           |  |  |           |           |
|---|------------|--|-----------|--|--|-----------|-----------|
| 8. Молекулярные основы клеточного цикла. Сигнальные пути, реализующие контроль клеточного цикла               | 12         |  | 4         |  |  | 4         | 8         |
| 9. Сигнальные пути от рецепторов, сопряженных с G- белком. Роль в транскрипции, туморогенезе, клеточном цикле | 12         |  | 4         |  |  | 4         | 8         |
| <b>Промежуточная аттестация: –</b>  | Зачет      |  |           |  |  |           |           |
| <b>Итого</b>  | <b>108</b> |  | <b>36</b> |  |  | <b>36</b> | <b>72</b> |

**Таблица 3**

**Содержание дисциплины**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Содержание раздела   | Форма проведения занятия | Форма текущего контроля* |
|-------|--|--|--------------------------|--------------------------|
| 1.    | Общие принципы передачи сигнала в клетках и между клетками   | Представления о молекулярных механизмах передачи сигнала от рецептора в цитоплазму и ядро  | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 2.    | Передача сигнала в ядро от Т-клеточного рецептора. Значение в иммунном ответе                      | Строение Т-клеточного рецепторного комплекса, подмембранные тирозинкиназы, пути сигнального в ядро, транскрипционные факторы                                     | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 3.    | Передача сигнала в ядро от В-клеточного рецептора. Роль в формировании иммунного ответа            | Строение В-клеточного рецептора и рецепторного комплекса, значение для продукции антител, пути сигнального в ядро, транскрипционные факторы                      | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 4     | Сигналинг через Толл-лайн рецепторы. Роль в реализации врожденного иммунитета                      | Строение рецепторов и лигандов, обеспечивающих врожденный иммунитет и передачу сигнала в клетку, транскрипционные факторы  | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 5.    | Сигнальные пути апоптоза, инициированные через мембранные рецепторы. Роль Fas, TNFR, DR-рецепторов | Рецептор-зависимые пути апоптоза, цитоплазматические этапы сигнального, механизмы гибели клеток, значение для иммунного ответа                                   | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 6.    | Митохондриальный контроль апоптоза. Роль в выживании клеток  | Роль митохондриальных факторов в выживаемости клеток, факторов выживания и смерти, белки семейства Bcl, генотоксический стресс                                   | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 7.    | NF-каппаВ сигналинг. Характеристика путей. Значимость для модуляции иммунного ответа.              | Сигналинг через рецептор фактора некроза опухоли, рецептор интерлейкина-1, другие рецепторы. Роль для выживаемости, пролиферации, воспаления, иммунной регуляции | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 8.    | Молекулярные основы клеточного цикла. Сигнальные пути, реализующие контроль клеточного цикла       | Представления о молекулярных механизмах клеточного цикла. Контроль клеточного цикла  | семинар                  | Доклады и дискуссии      |
| 9.    | Сигнальные пути от рецепторов, сопряженных с G-белком. Роль в                                      | Пути от Gi, Gq, Gs- связанных рецепторов, интегринов. MAPK/Erk пути. Транскрипционные факторы, важные для туморогенеза,  | семинар                  | Доклады и дискуссии      |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | транскрипции, туморогенезе, клеточном цикле | транскрипции, продвижения по клеточному циклу. |  |  |
|--|---|--|--|--|

#### 4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа аспирантов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет. Самостоятельная работа аспирантов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия. В качестве самостоятельной работы обучающегося выбрана подготовка к дискуссиям на семинарах. Темы типовых темы дискуссий, докладов, а также вопросы для проведения экзамена представлены ниже.

#### 5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

##### 5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

##### *Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме зачета*

| Оценка            | Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой  |
|-------------------|--|
| <i>Зачтено</i>    | владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить проблемные ситуации в организации научных исследований, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы и методы к оценке результативности научной деятельности, свободное владение источниками, умение четко и ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях. |
| <i>Не зачтено</i> | непонимание смысла ключевых проблем, недостаточное владение науковедческой терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, неспособность анализировать и сравнивать существующие концепции, подходы и методы, неумение ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.  |

##### 5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине

*Требования к подготовке семинарских занятий и доклада:*

Работа должна представлять собой обзор научной и научно-технической литературы по теме доклада. Должны быть проанализированы источники как на государственном, так и на английском языке. Должен быть проведен анализ материала, четко сформулированы цели и задачи проведения обзора, а также основные выводы или заключение. Время доклада – 8-12 минут. Желательно свободное изложение доклада без зачитывания печатного текста. Оценивается владение материалом по теме работы, умение сформулировать ответы на вопросы, умение поддержать дискуссию.

**Перечень типовых тем для дискуссии:**

1. Передача сигнала через рецепторы, амплификация сигнала, передача сигнала в ядро
2. Пути сигналинга, обеспечивающие врожденный иммунитет
3. Пути сигналинга в реализации адаптивного иммунитета
4. Клеточный цикл и внутриклеточный сигналинг
5. Молекулярные пути инициации и реализации апоптоза

**Перечень типовых тем докладов:**

1. Значение в иммунном ответе передачи сигнала в ядро от Т-клеточного рецептора
2. Молекулярные основы клеточного цикла. Сигнальные пути, реализующие контроль клеточного цикла
3. Характеристика путей, приводящих к образованию активного NF-каппа В .
4. Роль в туморогенезе сигнальных путей от рецепторов, сопряженных с G-белком.
5. Значение для клеточного цикла сигнальных путей от рецепторов, сопряженных с G-белком.
6. Роль в выживании и гибели клеток митохондриального контроля апоптоза.
7. Роль Fas, TNFR, DR-рецепторов в инициации апоптоза
8. Роль сигналинга через Толл-лайк рецепторы в реализации врожденного иммунитета
9. Роль в транскрипции сигнальных путей от рецепторов, сопряженных с G-белком.

**Перечень типовых вопросов для зачета:**

1. Молекулярные механизмы передачи сигнала от рецептора в цитоплазму и ядро
2. Строение Т-клеточного рецепторного комплекса
3. Подмембранные тирозинкиназы.
4. Пути сигналинга от Т-клеточного рецептора в ядро
5. Транскрипционные факторы, активирующиеся через Т-клеточный рецептор
6. Строение В-клеточного рецептора и рецепторного комплекса
7. Сигнальные пути, идущие от В-клеточного рецептора
8. Строение Толл-лайк рецепторов, их лиганды, пути передачи сигнала
9. Рецептор-зависимые пути апоптоза
10. Роль митохондриальных факторов в выживаемости клеток
11. Сигналинг через рецептор фактора некроза опухоли
12. Транскрипционные факторы, важные для продвижения по клеточному циклу.
13. Сигналинг через рецептор интерлейкина-1
14. Белки семейства Bcl

15. Транскрипционные факторы, важные транскрипции, продвижения по клеточному циклу.

16. Молекулярные механизмы контроля клеточного цикла

17. Сигналинг через Gi, Gq, Gs-связанные рецепторы

18. MAPK/Erk пути

19. Транскрипционные факторы, важные для туморогенеза.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **а) Основная литература**

Черешнев В. А., Шмагель К. В. - Иммунология: учеб. для вузов. - М.: Магистр Пресс, 2013. - 448 с.

Белки./Ежова Г. П., Бабаев А. А., Добротина Н. А., Новиков В. В. Ч. 3. - Н. Новгород, 2008. - 76 с. (25 на кафедре)

Клиническая иммунология и аллергология с основами общей иммунологии [Электронный ресурс] : учебник / Ковальчук Л.В., Ганковская Л.В., Мешкова Р.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970422410.html>

### **б) Дополнительная литература**

Белки : учебное пособие./Бабаев А. А., Новиков В. В., Ежова Г. П., Добротина Н. А. Ч. 2. - Н. Новгород: [б. и.], 2005. - 59 с.

Основы молекулярной эндокринологии. Рецепция и внутриклеточная сигнализация : учебное пособие / В. А. Ткачук, А. В. Воротников, П. А. Тюрин-Кузьмин / под ред. В. А. Ткачука. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 240 с. : ил. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442647.html>

### **в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Электронные библиотеки (Znaniium.com, «ЭБС Консультант студента», «Лань»)

Научная российская электронная библиотека elibrary.ru

Наукоёмкие базы данных Scopus, Web of Science, BioMed Central

Периодика онлайн (Elsevier, Springer)

DOAJ-Direktory of Open Access Journals

PLOS-Publik Library of Science

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;

- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;

- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;

- обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.  
ресурсам.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Авторы:

Авторы Новиков В.В.

Рецензент(ы) Лебедев М.Ю.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 05.12.2023 года, протокол № 2.