

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | <b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>   |
| <b>по дисциплине:</b>      | Молекулярные механизмы регуляции иммунной системы  |
| <b>по направлению:</b>     | Биотехнология  |
| <b>профиль подготовки:</b> | Биомедицинские технологии<br>Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики<br>кафедра физико-химической биологии и биотехнологии |
| <b>курс:</b>               | 1  |
| <b>квалификация:</b>       | магистр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

А.Г. Габибов

А.А. Белогуров, канд. хим. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физико-химической биологии и биотехнологии 04.06.2020

## Аннотация

Целью данной дисциплины является предоставление студентам информации о современных достижениях в области клеточной биологии и иммунологии. Студент после освоения курса будет понимать основные вехи развития иммунологии, понятие о врожденном и адаптивном иммунитете, понятие об антигенах, понятие о главном комплексе гистосовместимости, общие черты и роль в иммунном ответе цитокинов, понятие о системе комплемента, основные понятия иммунопатология.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

предоставление студентам информации о современных достижениях в области клеточной биологии и иммунологии.

#### Задачи дисциплины

- демонстрация междисциплинарного характера современной науки в области иммунного ответа;
- обучение студентов навыкам поиска научной литературы в области иммунологии и клеточной биологии;
- обучение их навыкам подготовки устных научных сообщений по материалам курса на основе самых последних публикаций в высокоимпактных журналах.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции  |
|---|--|
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.4 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
|   | ПК-1.5 Способен создавать программные средства и базы данных, используемые в биоинженерии и биоинформатике   |
| ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию   | ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива                               |
|   | ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях             |

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные вехи развития иммунологии;
- понятие о врожденном и адаптивном иммунитете;
- понятие об антигенах;
- понятие о главном комплексе гистосовместимости;
- общие черты и роль в иммунном ответе цитокинов;
- понятие о системе комплемента;
- основные понятия иммунопатология.

уметь:

- применять полученные знания для решения профессиональных и научных задач.

владеть:

- навыками усвоения больших объемов информации;
- понятийным аппаратом в области молекулярных механизмов регуляции иммунной системы.

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

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| №                     | Тема (раздел) дисциплины                       | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. |          |                 |                |
|-----------------------|--|---|----------|-----------------|----------------|
|                       |  | Лекции  | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1                     | Антигены – клетки и биополимеры                |   | 5        |                 | 5              |
| 2                     | Врожденный и адаптивный иммунитет              |   | 5        |                 | 5              |
| 3                     | Иммунопатология                                |   | 5        |                 | 5              |
| 4                     | Основные вехи развития иммунологии             |   | 5        |                 | 5              |
| 5                     | Понятие о главном комплексе гистосовместимости |   | 5        |                 | 5              |
| 6                     | Цитокины: общие черты и роль в иммунном ответе |   | 5        |                 | 5              |
| Итого часов           |  |   | 30       |                 | 30             |
| Подготовка к экзамену |  | 30 час.   |          |                 |                |
| Общая трудоёмкость    |  | 90 час., 2 зач.ед.  |          |                 |                |

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Антигены – клетки и биополимеры

Классы, субклассы антител и их физико-химические и биологические свойства. Изо-, алло- и идиотипические детерминанты. Пространственная структура иммуноглобулинов. Иммуноглобулиновые домены. Антиген-представляющие клетки. Моноклональные антитела. Каталитические антитела. Подходы к получению «каталитических вакцин».

##### 2. Врожденный и адаптивный иммунитет

Врожденный и адаптивный иммунитет: роль и основные характеристики. Фагоцитарные клетки. Система моноклеарных фагоцитов. Хемотаксис. Фагоцитоз. Иммунная система у мухи Дрозофилы. Система TLR. Главные функции комплемента в воспалительном процессе. Классический и альтернативный пути активации системы комплемента.

##### 3. Иммунопатология

Регуляторные механизмы «сдерживания» аутоиммунных реакций. Способы лечения аутоиммунных заболеваний: сегодня и завтра. Презентация опухолевого антигена клеткам иммунной системы.

##### 4. Основные вехи развития иммунологии

Введение в иммунологию. Эволюция иммунной системы. Эдвар Джинер. Луи Пастер. Эмиль Адольф фон Беринг. Вакцинация. Определение иммунологии. Главная функция иммунной системы – распознавание «свой-чужой».

Эволюция иммунных механизмов. Основные элементы иммунной системы. Происхождение клеток иммунной системы. Основные лимфоидные органы и образования. Рециркуляция лимфоцитов и антиген-презентирующих клеток. Естественные и адаптивные иммунные механизмы. Фагоцитарные клетки. Система мононуклеарных фагоцитов. Функции комплемента в антибактериальном иммунитете. Фагоцитоз. Взаимодействие между лимфоцитами и фагоцитами. Клеточный иммунный ответ. Суперсемейство иммуноглобулинов – основа системы распознавания «свой-чужой». Тримолекулярный комплекс. Распознавание и переработка антигена. Гуморальный иммунный ответ. Клональная селекция В-клеток. Строение IgG. Взаимодействие антигена и антитела и иммунные комплексы. Основные формы патологии иммунной системы. В-клеточный ответ на собственные или чужеродные антигены. Перекрестно-реагирующие антигены индуцируют появление аутоиммунных Тх-клеток. Индукция синтеза аутоантител перекрестно-реагирующими антигенами.

## 5. Понятие о главном комплексе гистосовместимости

Функции и строение антигенов гистосовместимости (АГ) I и II классов. Пространственная структура. Генетические основы разнообразия антигенов гистосовместимости. Понятие о процессинге белков. Процессинг экзогенных и эндогенных антигенов: основные этапы формирования комплексов АГ I и II классов с пептидами. Структурные основы взаимодействия процессированных пептидов с АГ.

## 6. Цитокины: общие черты и роль в иммунном ответе

Регуляторы естественного иммунитета (TNF- $\alpha$ , интерфероны- $\alpha$ ,  $\beta$ , хемокины). Регуляторы роста, дифференцировки и активации лимфоцитов (IL2, IL4, TGF- $\beta$ ). Регуляторы воспалительных реакций (Ifn- $\gamma$ , IL10). Стимуляторы гемопоэза (IL3, колонийстимулирующие факторы, IL7).

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

Оборудование, необходимое для практических занятий: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система). Обеспечение самостоятельной работы: научно-библиографические и патентные базы данных в области физико-химической биологии, доступные по сети Интернет в бесплатном режиме - Science Citation Index (Web of Science), Medline (PubMed), Научная электронная библиотека (НЭБ), Российская патентная БД ФГУ ФИПС и американская патентная БД USPAFULL; электронные адреса крупных научных издательств, предоставляющих доступ к полным текстам текущих и архивным выпускам этих журналов.

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

Базовая кафедра предоставляет литературу

1. А.А.Ярилин «Основы иммунологии», Москва, Медицина, 1999.
2. Р.М.Хаитов, Г.А.Игнатьева, И.Г.Сидорович «Иммунология», Москва, Медицина, 2000.
3. «Белки иммунной системы», Москва, ИБХ РАН, 1997.
4. А.Ройт, Дж.Бростофф, Д.Мейл «Иммунология», Москва, Мир, 2000.
5. Moncef Zouali “Molecular Autoimmunity” Springer, 2004.
6. Медицинская микробиология, вирусология и иммунологи. Под ред. акад. РАМН А.А.Воробьева. Москва, Мед. Информ. Агентство, 2006.

### Дополнительная литература

Базовая кафедра предоставляет литературу

1. Charles Janeway, Paul Travers “Immunobiology” The Immune System in Health and Disease, Current Biology Limited, 2008.

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

Не используются

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

Для части занятий потребуются Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>по направлению:</b>     | Биотехнология  |
| <b>профиль подготовки:</b> | Биомедицинские технологии<br>Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики<br>кафедра физико-химической биологии и биотехнологии |
| <b>курс:</b>               | 1  |
| <b>квалификация:</b>       | магистр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

**Разработчики:**

А.Г. Габибов

А.А. Белогуров, канд. хим. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции  |
|---|--|
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.4 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
|   | ПК-1.5 Способен создавать программные средства и базы данных, используемые в биоинженерии и биоинформатике   |
| ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию   | ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива                               |
|   | ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях             |

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярные механизмы регуляции иммунной системы» обучающийся должен:

### знать:

- основные вехи развития иммунологии;
- понятие о врожденном и адаптивном иммунитете;
- понятие об антигенах;
- понятие о главном комплексе гистосовместимости;
- общие черты и роль в иммунном ответе цитокинов;
- понятие о системе комплемента;
- основные понятия иммунопатологии.

### уметь:

- применять полученные знания для решения профессиональных и научных задач.

### владеть:

- навыками усвоения больших объемов информации;
- понятийным аппаратом в области молекулярных механизмов регуляции иммунной системы.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Клетки и органы иммунной системы.
2. Генетическая инженерия антител.
3. Врожденный и адаптивный иммунитет.
4. Онтогенез клеток иммунной системы.
5. Номенклатура поверхностных структур клеток иммунной системы.
6. Костный мозг и его роль.
7. Центральные и периферические органы иммунной системы.
8. Тимус: строение и функции.
9. Антигены и антитела.
10. Созревание Т-клеток в тимусе.
11. Классы, субклассы антител.
12. Центральная и периферическая толерантность.
13. Физико-химические и биологические свойства антител.
14. Антигенраспознающие рецепторные комплексы лимфоцитов.
15. Изо-, алло- и идиотипические детерминанты.
16. Иммуноглобулиновые рецепторы В-лимфоцитов и сигналпроводящие молекулы.

17. Пространственная структура иммуноглобулинов.
18. Формирование репертуара антигенраспознающих рецепторов Т-клеток.
19. Иммуноглобулиновые домены.
20. Главный комплекс гистосовместимости.
21. Клеточные и молекулярные основы образования антител.
22. Антигенпредставляющие клетки.
23. Поликлональные и моноклональные антитела.
24. Пространственная структура комплекса Т-клеточный рецептор—АГ-пептид.
25. Гены иммуноглобулинов: строение, генетические перестройки
26. Строение главного комплекса гистосовместимости
27. Гены и основы разнообразия антигенов гистосовместимости
28. Цитокины
29. Естественные киллеры: роль в иммунном ответе
30. Рецепторы иммунокомпетентных клеток

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Примеры билетов на экзамене:

Билет №1

1. Клетки и органы иммунной системы.
2. Генетическая инженерия антител.

Билет №2

1. Врожденный и адаптивный иммунитет.
2. Онтогенез клеток иммунной системы.

Билет №3

1. Номенклатура поверхностных структур клеток иммунной системы.
2. Костный мозг и его роль.

Билет №4

1. Центральные и периферические органы иммунной системы.
2. Тимус: строение и функции.

Билет №5

1. Антигены и антитела.
2. Созревание Т-клеток в тимусе.

Билет №6

1. Классы, субклассы антител.
2. Центральная и периферическая толерантность.

Билет №7

1. Физико-химические и биологические свойства антител.
2. Антигенраспознающие рецепторные комплексы лимфоцитов.

Билет №8

1. Изо-, алло- и идиотипические детерминанты.



2. Иммуноглобулиновые рецепторы В-лимфоцитов и сигналпроводящие молекулы.

#### Билет №9

1. Пространственная структура иммуноглобулинов.
2. Формирование репертуара антигенраспознающих рецепторов Т-клеток.

#### Билет №10

1. Иммуноглобулиновые домены.
2. Главный комплекс гистосовместимости.

#### Билет №11

1. Клеточные и молекулярные основы образования антител.
2. Антигенпредставляющие клетки.

#### Билет №12

1. Поликлональные и моноклональные антитела.
2. Пространственная структура комплекса Т-клеточный рецептор—АГ-пептид.

#### Билет №13

1. Гены иммуноглобулинов: строение, генетические перестройки
2. Строение главного комплекса гистосовместимости

#### Билет №14

1. Гены и основы разнообразия антигенов гистосовместимости
2. Цитокины

#### Билет №15

1. Естественные киллеры: роль в иммунном ответе
2. Рецепторы иммунокомпетентных клеток

#### Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.