

**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

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Иммунология
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Алгоритмическая биология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
	центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

О.Ю. Белогурова-Овчинникова, phd (канд. биол. наук)

В.П. Сапрыкин, д-р мед. наук

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 09.06.2023

Аннотация

Дисциплина направлена на освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной иммунологии. Студент после изучения курса будет понимать фундаментальные основы функционирования иммунной системы, современный уровень знаний и проблемы иммунологии, возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- создание у студентов основ фундаментальных знаний в области молекулярной иммунологии.

Задачи дисциплины

- получение представления об анатомическом устройстве, клеточном составе и закономерностях функционирования иммунной системы человека и других млекопитающих; - изучение современных представлений о молекулярных и клеточных механизмах иммунного распознавания патогенов;
- получение представления о генетических и биохимических механизмах иммунных реакций;
- рассмотрение роли иммунной системы в развитии социально значимых заболеваний;
- ознакомление с механизмами действия основных классов лекарственных препаратов, воздействующих на иммунитет;
- представление об эволюции молекулярных механизмов иммунитета у различных видов;
- изучение примеров использования знаний об иммунной системе в биотехнологии и генетической инженерии;
- получение представления о современных подходах к изучению иммунитета у человека и у экспериментальных животных;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала студентов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен 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:

- фундаментальные основы функционирования иммунной системы;
- современный уровень знаний и проблемы иммунологии;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

уметь:

- формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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	История иммунологии, гуморальная и клеточная теории иммунитета.	3			3
2	Классификация клеток иммунной системы. Схема гемопоэза.	2			2
3	Рецепторы врожденного иммунитета: основные семейства, локализация, распознавание лигандов и передача сигнала. Система комплемента. Цитокины, классификация по типу рецептора.	2			2
4	Развитие лимфоцитов у мыши и у человека. Рецепторы лимфоцитов и формирование их разнообразия.	2			2
5	Формирование лигандов для Т-клеточного рецептора.	3			3
6	Костимуляция. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа.	2			2
7	Развитие иммунного ответа во времени и пространстве.	3			3
8	Патологические процессы.	3			3
9	Онкоиммунология, концепция иммунологического надзора.	4			4
10	Механизмы, используемые патогенными вирусами и бактериями для подавления иммунных реакций хозяина.	2			2

11	Фармацевтические препараты, активизирующие иммунитет, и иммуносупрессанты.	2			2
12	Филогенез иммунной системы, особенности антител хрящевых рыб, строение антител у круглоротых.	2			2
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: 3 (Осенний)

1. История иммунологии, гуморальная и клеточная теории иммунитета.

История иммунологии, гуморальная и клеточная теории иммунитета. Принципы иммунологического распознавания. Основные стадии иммунного ответа, особенности иммунного ответа на различные типы патогенов. Эффекторны механизмы врожденного иммунитета.

2. Классификация клеток иммунной системы. Схема гемопоэза.

Классификация клеток иммунной системы. Схема гемопоэза. Дендритные клетки. Лимфатическая система человека. Строение вторичных лимфоидных органов. Закономерности миграции миелоидных клеток и лимфоцитов.

3. Рецепторы врожденного иммунитета: основные семейства, локализация, распознавание лигандов и передача сигнала. Система комплемента. Цитокины, классификация по типу рецептора.

Рецепторы врожденного иммунитета: основные семейства, локализация, распознавание лигандов и передача сигнала. Система комплемента. Цитокины, классификация по типу рецептора.

4. Развитие лимфоцитов у мыши и у человека. Рецепторы лимфоцитов и формирование их разнообразия.

Развитие лимфоцитов у мыши и у человека. Рецепторы лимфоцитов и формирование их разнообразия. Белки, участвующие в V(D)J рекомбинации. Соматическая гипермутация и переключение изотипов. Свойства антител различных изотипов.

5. Формирование лигандов для Т-клеточного рецептора.

Формирование лигандов для Т-клеточного рецептора. Активация лимфоцитов. Активационные мотивы и киназы, связанные с рецепторами. Сигнальные каскады и транскрипционные факторы.

6. Костимуляция. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа.

Костимуляция. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа. Регуляция иммунного ответа. Регуляторные Т-клетки. Иммунологическая память и вторичный иммунный ответ.

7. Развитие иммунного ответа во времени и пространстве.

Развитие иммунного ответа во времени и пространстве. Параметры иммунного ответа на вирусную инфекцию. Механизмы действия профилактических вакцин.

8. Патологические процессы.

Патологические процессы, непосредственно связанные с иммунитетом: иммунодефициты, аутоиммунные заболевания, аллергические реакции.

9. Онкоиммунология, концепция иммунологического надзора.

Онкоиммунология, концепция иммунологического надзора. Противоопухолевый иммунитет и подходы к его стимуляции. Использование мышиных моделей в раковой иммунологии.

10. Механизмы, используемые патогенными вирусами и бактериями для подавления иммунных реакций хозяина.

Механизмы, используемые патогенными вирусами и бактериями для подавления иммунных реакций хозяина. Роль комменсальной микрофлоры в поддержании иммунного гомеостаза.

11. Фармацевтические препараты, активирующие иммунитет, и иммуносупрессанты.

Фармацевтические препараты, активирующие иммунитет, и иммуносупрессанты. Клиническое применение моноклональных антител, цитокинов и их блокаторов.

12. Филогенез иммунной системы, особенности антител хрящевых рыб, строение антител у круглоротых.

Филогенез иммунной системы, особенности антител хрящевых рыб, строение антител у круглоротых. Система Cas/CRISPR у бактерий и ее применение в генетической инженерии.

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

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Предоставляется на базовой кафедре:

- 1) Kenneth Murphy. Janeway's Immunobiology. - 9-е издание. - 2017

Дополнительная литература

Предоставляется на базовой кафедре:

- 1) Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai. Basic Immunology, Functions and Disorders of the Immune System. - 6-е издание. - 2019

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

- 1) Immunobiology, 5th edition (NCBI bookshelf). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10757/>
- 2) Англоязычная Википедия. <http://en.wikipedia.org/>

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 потребуется 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Алгоритмическая биология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	<u>2</u>
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен

Разработчики:

О.Ю. Белогурова-Овчинникова, phd (канд. биол. наук)
В.П. Сапрыкин, д-р мед. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен 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 «Иммунология» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные основы функционирования иммунной системы;
- современный уровень знаний и проблемы иммунологии;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

уметь:

- формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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

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

- 1) Почему ребенка нужно прививать по календарю прививок?
- 2) Какие нежелательные, но допустимые реакции могут быть на прививку?
- 3) Абсолютные противопоказания к проведению прививки.
- 4) Преимущества современных вакцин.
- 5) Воспаление. Определение. Внешние и внутренние признаки
- 6) Стадии развития воспалительной реакции. Виды воспаления
- 7) Как генетический нокаут позволяет выяснять механизмы иммунитета?
- 8) Почему проявления первичных иммунодефицитов помогают понять механизмы иммунитета?

- 9) Что такое генная терапия и почему есть надежда с ее помощью вылечить в будущем некоторые болезни, связанные с дефектами иммунной системы?
- 10) Почему пока не удастся создать вакцину против ВИЧ/СПИД?
- 11) Почему пока не удастся создать вакцину против туберкулеза?

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

- 1) Для чего нужна иммунная система?
- 2) Распознавание «чужого» – главный принцип запуска иммунного ответа.
- 3) Что такое врожденный и адаптивный (приобретенный) иммунитет.
- 4) Что такое клеточный и гуморальный иммунитет.
- 5) Принципы распознавания во врожденном иммунитете: «микробное чужое» и «отсутствие своего».
- 6) Принципы распознавания в приобретенном иммунитете: «чужое в контексте своего» и «антиген-антитело».
- 7) Иммунитет и эволюция: у каких видов есть врожденный, и у каких есть приобретенный иммунитет?
- 8) Какие главные молекулы «чужого» распознаются на бактериях?
- 9) Как главные сигналы «чужого» распознаются при вирусном заражении?
- 10) Как системой врожденного иммунитета решается одна из основных проблем иммунологического распознавания: узнать огромное число потенциальных патогенов с помощью ограниченного числа иммунных рецепторов?
- 11) Toll-подобные рецепторы и принципы передачи сигнала, активирующего иммунный ответ.
- 12) Главные типы клеток врожденного иммунитета.
- 13) Главные эффекторные механизмы врожденного иммунитета.
- 14) Система комплемента.
- 15) Может ли выжить организм, у которого работает только врожденный иммунитет?
- 16) Что такое адъюванты и как они связаны с врожденным иммунитетом?
- 17) Приведите примеры изменения поверхности патогена для «ускользания» от иммунных реакций.
- 18) Приведите примеры механизмов защиты микобактерий туберкулеза от разрушительного действия фагоцитов.
- 19) Какова клиническая картина синдрома приобретенного иммунодефицита – СПИДа?
- 20) Какова стратегия иммунной эвазии вируса иммунодефицита - ВИЧ?
- 21) Отличительные черты приобретенного иммунитета.
- 22) Как связаны количество генов в геноме и необходимость клональной селекции лимфоцитов.
- 23) Развитие и отбор наивных лимфоцитов в первичных лимфоидных органах.
- 24) Молекулы МНСI. Презентация внутриклеточных белков Т-киллерам.
- 25) Молекулы МНСII. Презентация фрагментов патогенов Т-хелперам.
- 26) Кросс-презентация внутриклеточных антигенов на МНСII - механизм защиты от опухолей и некоторых инфекций.
- 27) Что требуется от Т-лимфоцита для прохождения положительной и отрицательной селекции.
- 28) Какие сигналы требуются для полноценной активации Т-лимфоцита.
- 29) Типичная кинетика развития Т-клеточного ответа. Клетки памяти.
- 30) Из какого вещества и как устроены молекулы антител?
- 31) Основные классы иммуноглобулинов человека, их основные функции.
- 32) Что такое антигенный эпитоп? С какими участками молекулы иммуноглобулина он взаимодействует? Сколько эпитопов может быть у антигена?

- 33) Основные механизмы действия антител.
- 34) Способы повышения разнообразия В-клеточного рецептора на до иммунной стадии развития В-лимфоцитов. В чем суть каждого из способов?
- 35) Способы повышения разнообразия В-клеточного рецептора в процессе иммунного ответа. В чем суть каждого из способов?
- 36) Какие клетки и где осуществляют отбор высоко аффинных В-клеток?
- 37) Какова роль Т-фолликулярных хелперов в гуморальном иммунном ответе?
- 38) Характерные признаки первичного гуморального иммунного ответа.
- 39) Характерные признаки вторичного гуморального иммунного ответа.
- 40) Центральная и периферическая иммунная толерантность.
- 41) Презентация антигенов и уничтожение аутореактивных Т-клеток в тимусе.
- 42) Регуляторные Т-клетки - развитие и известные свойства.
- 43) Имунопривилегированные органы. Иммуносупрессивное микроокружение.
- 44) Иммунная толерантность при беременности и ее нарушения.
- 45) Группы крови, резус-фактор и связанные с ними проблемы.
- 46) Отторжение трансплантатов и как с ним можно бороться.
- 47) Роль вирусов в развитии рака.
- 48) Иммунный надзор за злокачественными опухолями.
- 49) Способы активации противоопухолевого иммунитета.
- 50) Какие межклеточные взаимодействия и синтез каких цитокинов способствуют синтезу аллергических антител класса IgE.
- 51) Общая характеристика аутоиммунных болезней?
- 52) Как хроническая инфекция приводит к хроническому воспалению?
- 53) Клинические проявления и иммунопатогенез ревматоидного артрита?
- 54) Как клетки иммунной памяти участвуют в поддержании аллергических и аутоиммунных процессов?
- 55) Примеры компонентов вакцин, используемых для профилактики болезней человека.
- 56) Механизмы действия специфических и поливалентных препаратов иммуноглобулинов.
- 57) Возможности, преимущества и недостатки нового подхода к «таргетной терапии» моноклональными антителами?
- 58) Механизмы действия цитокиновой и антицитокиновой терапии?
- 59) Для чего применяются иммунодепрессанты и каковы механизмы их действия? Осложнения иммуносупрессивной терапии
- 60) Лечебное применение стволовых клеток в регенеративной медицине: предпосылки и возможные иммунологические осложнения.

Примеры билетов

Билет 1

1. Почему пока не удастся создать вакцину против ВИЧ/СПИД?
2. Лечебное применение стволовых клеток в регенеративной медицине: предпосылки и возможные иммунологические осложнения.

Билет 2

1. Какие межклеточные взаимодействия и синтез каких цитокинов способствуют синтезу аллергических антител класса IgE.
2. Общая характеристика аутоиммунных болезней?

Билет 3

1. Основные классы иммуноглобулинов человека, их основные функции.
2. Что такое антигенный эпитоп? С какими участками молекулы иммуноглобулина он взаимодействует? Сколько эпитопов может быть у антигена?

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 30-60 минут на подготовку ответа по билету с возможностью использования любых печатных материалов и интернет-ресурсов.