

**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>	Иммунология
<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Биотехнология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
	центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составили:

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

А.С. Дух

В.П. Сапрыкин, д-р мед. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 06.06.2022

## Аннотация

Целью данной дисциплины является создание у студентов основ фундаментальных знаний в области молекулярной иммунологии. Студент после освоения 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 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

### 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		3
2	Классификация клеток иммунной системы. Схема гемопоэза.	2	2		2
3	Рецепторы врожденного иммунитета: основные семейства, локализация, распознавание лигандов и передача сигнала. Система комплемента. Цитокины, классификация по типу рецептора.	2	2		2
4	Развитие лимфоцитов у мыши и у человека. Рецепторы лимфоцитов и формирование их разнообразия.	2	2		3
5	Формирование лигандов для Т-клеточного рецептора.	3	3		3
6	Костимуляция. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа.	2	2		4
7	Развитие иммунного ответа во времени и пространстве.	3	3		4
8	Патологические процессы.	3	3		4

9	Онкоиммунология, концепция иммунологического надзора.	4	4		8
10	Механизмы, используемые патогенными вирусами и бактериями для подавления иммунных реакций хозяина.	2	2		4
11	Фармацевтические препараты, активирующие иммунитет, и иммуносупрессанты.	2	2		4
12	Филогенез иммунной системы, особенности антител хрящевых рыб, строение антител у круглоротых.	2	2		4
Итого часов		30	30		45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

##### Семестр: 6 (Весенний)

##### 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. Эффекторные 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. N. 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)**

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 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)

<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Биотехнология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен

#### Разработчики:

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

А.С. Дух

В.П. Сапрыкин, д-р мед. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 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) 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 эффекторный механизмы врожденного иммунитета.
- 14) Система комплемента.
- 15) Может ли выжить организм, у которого работает только врожденный иммунитет?

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) Иммунопривилегированные 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.
- 61) Почему ребенка нужно прививать по календарю прививок?
- 62) Какие нежелательные, но допустимые реакции могут быть на прививку?
- 63) Абсолютные противопоказания к проведению прививки.
- 64) Преимущества современных вакцин.
- 65) Воспаление. Определение. Внешние и внутренние признаки
- 66) Стадии развития воспалительной реакции. Виды воспаления

- 67) Как генетический нокаут позволяет выяснять механизмы иммунитета?
- 68) Почему проявления первичных иммунодефицитов помогают понять механизмы иммунитета?
- 69) Что такое генная терапия и почему есть надежда с ее помощью вылечить в будущем некоторые болезни, связанные с дефектами иммунной системы?
- 70) Почему пока не удастся создать вакцину против ВИЧ/СПИД?
- 71) Почему пока не удастся создать вакцину против туберкулеза?

#### 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. Характерные признаки первичного гуморального иммунного ответа.
2. Какие нежелательные, но допустимые реакции могут быть на прививку?

#### 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**

Для прохождения экзамена обучающиеся размещаются в аудитории, не более 8 человек одновременно.

Проведение экзамена состоит из двух этапов:

- ответ на 2 или более вопросов из перечня, утвержденного на кафедре и включенного в РПУД
- анализа и оценки решенных задач, выполненных заданий, упражнений, полученных в процессе работы студентом над курсом.

В ходе ответа преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся основных вопросов.