

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Методы теоретической физики, часть 2
по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Управление инновациями в бизнесе
	Физтех-школа бизнеса высоких технологий
	кафедра теоретической физики им. Л.Д. Ландау
курс:	3
квалификация:	бакалавр

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

Аудиторных часов: 64 всего, в том числе:

лекции: 32 час.

семинары: 32 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 41 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: Ю.М. Белоусов, д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики им. Л.Д. Ландау 12.02.2022

Аннотация

Целями освоения дисциплины «Методы теоретической физики» являются формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам одного из разделов курса общей физики - оптики. Кроме того, дисциплина нацелена на формирование развитие умений, основанных на полученных теоретических знаниях, позволяющих на творческом уровне создавать и применять физические модели для исследования оптических свойств объектов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

дать студентам, поступившим в магистратуру и не имеющим необходимой подготовки по курсам базовой и вариативной части Б.3 кода УЦ ООП блока «Теоретическая физика» знания, необходимые для описания различных физических явлений методами теоретической физики, методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории классической теории поля, квантовой механики и статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

Задачи дисциплины

- изучение методов решения задач нерелятивистской квантовой механики;
- изучение методов решения задач, описывающих микроскопические (квантовые) системы;
- изучение методов описания сложных систем, в том числе систем тождественных частиц;
- овладение студентами методов квантовой механики для описания свойств различных физических систем.
- изучение математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов решения задач как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов описания макроскопических систем частиц и их термодинамических свойств, в том числе систем, взаимодействующих с внешними полями;
- овладение студентами методов классической и квантовой статистической физики для описания свойств различных конкретных физических систем.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.1 Осуществляет декомпозицию задачи управления, выделяет базовые составляющие задачи
ОПК-8 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа автоматического управления	ОПК-8.3 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения эксперимента

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;

методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;

методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;

методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов;

постулаты и принципы как классической, так и квантовой статистической физики, методы описания макроскопических систем частиц различной природы, а также постулаты термодинамики;

основные уравнения термодинамики и свойства термодинамических потенциалов;

основные методы математического аппарата систем многих частиц, формализм чисел заполнения (метод вторичного квантования), аппарат статистического усреднения операторов;

основные методы решения задач как классической, так и квантовой статистической физики, включая анализ термодинамических свойств и поведения макроскопических систем во внешних полях;

методы и способы описания конденсированного состояния вещества;

методы описания низкотемпературных свойств сильно взаимодействующих систем.

уметь:

- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний;
- пользоваться аппаратом якобианов в приложении к термодинамике;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать термодинамические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории среднего поля для решения задач о фазовых переходах второго рода;
- решать задачи про флуктуации термодинамических величин макроскопических систем;
- решать задачи про флуктуации параметра порядка сильно взаимодействующих систем.

владеть:

- основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных, в том числе многочастичных, квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;
- основными методами математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами макроскопических систем различной природы, так и с их термодинамическими свойствами

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	Сложные (составные) системы	3	2		
2	Методы описания тождественных частиц. Представление чисел заполнения	3	2		41

3	Свободное электромагнитное поле и его взаимодействие с системами зарядов	2	2		
4	Описание незамкнутых квантовых систем. Матрица плотности.	3	2		
5	Связь термодинамики и статистической физики.	2	2		
6	Идеальный больцмановский газ.	3	3		
7	Статистика и термодинамика систем с переменным числом частиц.	2	4		
8	Идеальные ферми и бозе газы	2	2		
9	Фазовые переходы I и II рода	3	2		
10	Элементарные возбуждения в конденсированных средах	2	2		
11	Уравнение Больцмана	3	4		
12	Уравнение типа Фоккера Планка.	2	2		
13	Неравновесная термодинамика	2	3		
Итого часов		32	32		41
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. Сложные (составные) системы

Состояние системы, состоящей из двух не взаимодействующих подсистем, связь между различными базисами. Действие операторов в составных системах. Сложение моментов, матрица коэффициентов Клебша Гордана, как матрица перехода между двумя представлениями. Описание слабо взаимодействующих систем, применение теории возмущений. Описание системы связанных гармонических осцилляторов.

2. Методы описания тождественных частиц. Представление чисел заполнения

Ферми и бозе частицы, их связь со спином. Связь многочастичного и одночастичного базисов, детерминант Слеттера, перманент. Разделение координатной и спиновой частей волновой функции системы не взаимодействующих тождественных частиц. Описание систем слабо взаимодействующих тождественных частиц. Основное состояние и понятие элементарных возбуждений. Описание систем тождественных частиц в представлении чисел заполнения. Представление чисел заполнения, операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан системы тождественных частиц с парным взаимодействием.

3. Свободное электромагнитное поле и его взаимодействие с системами зарядов

Гамильтониан свободного электромагнитного поля, представление в виде не взаимодействующих осцилляторов. Фотоны, операторы рождения и уничтожения фотонов. Произвольное состояние электромагнитного поля и его связь с основным состоянием или вакуумом. Гамильтониан системы зарядов с учетом свободного электромагнитного поля, оператор взаимодействия. Учет взаимодействия по теории возмущений для нерелятивистской системы. Невозмущенный гамильтониан и невозмущенные состояния. Переходы между состояниями невозмущенной системы, спонтанное и индуцированное излучение и поглощение электромагнитного поля. Время жизни возбужденного состояния системы зарядов. Электрическое дипольное излучение, правила отбора.

4. Описание незамкнутых квантовых систем. Матрица плотности.

Матрица плотности, понятие чистых и смешанных состояний. Свойства матрицы плотности. Открытые системы и применение формализма матрицы плотности для их описания. Уравнение Лиувилля. Понятие сепарабельных и несепарабельных состояний, запутанные состояния (entanglement). Роль смешанных состояний в современной физике.

5. Связь термодинамики и статистической физики.

Связь термодинамики и статистической физики. Необходимость описания статистической системы с помощью матрицы плотности. Равновесная матрица плотности. Канонический ансамбль. Статистическая сумма. Вывод первого и второго начала термодинамики из канонического распределения Гиббса. Флуктуация энергии и теплоемкость в каноническом ансамбле. Термодинамический предел. Микроканоническое распределение. Квазинезависимые подсистемы и условие идеальности газа. Преобразование термодинамических производных. Адиабатическое размагничивание.

6. Идеальный бoльцмановский газ.

Квантовый и квазиклассический способ вычисления статистической суммы. Аддитивность и принцип тождественности. Термодинамические потенциалы. Распределение Максвелла Больцмана. Внутренние степени свободы атомов и молекул. Вращательная и колебательная теплоемкость газа из двухатомных молекул. Сравнение вращательных и колебательных постоянных. Вращательные статсуммы орто и параводорода. Закон равнораспределения. Теорема об отсутствии диа- и парамагнетизма в классической статистике. Полная теплоемкость многоатомных газов.

7. Статистика и термодинамика систем с переменным числом частиц.

Статистика и термодинамика системы с переменным числом частиц. Большое каноническое распределение Гиббса. Флуктуации энергии и числа частиц. Первое и второе термодинамические неравенства. Термодинамические потенциалы и их минимальность в состоянии равновесия. Термодинамическая теория флуктуаций. Термодинамический потенциал смеси. Химическое равновесие. Формула Саха.

8. Идеальные ферми и бозе газы

Тепловая длина волны и температура вырождения. Распределение Ферми Дирака и Бозе Эйнштейна. Переход к распределению Больцмана. Неравновесные ферми и бозе газы. Конденсация Бозе Эйнштейна. Теплоемкость и уравнение состояния идеального бозе газа. Статистика и термодинамика черного излучения. Фононы и модель Дебая. Вырожденный ферми газ; химический потенциал, уравнение состояния, теплоемкость. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау

9. Фазовые переходы I и II рода

Фазовые переходы I и II рода. Теория фазового перехода в модели Изинга (самосогласованное поле). Теория Ландау фазовых переходов II рода. Флуктуации параметра порядка, Флуктуационная теплоемкость

10. Элементарные возбуждения в конденсированных средах

Вторичное квантование бозонов и фермионов. Вид операторов в представлении чисел заполнения. Квантовые корреляции в идеальном ферми-газе. Слабонеидеальный бозе газ. Преобразование Боголюбова. Сверхтекучесть. Спиновые волны в ферромагнетике. Квантование длинноволновых возбуждений. Фононы и плазмоны другие. Электрон фононное взаимодействие. Деформационное и поляризационное взаимодействие. Поляронный эффект. Рассеяние электрона на фононах и плазмонах. Взаимодействие частиц через фононы и плазмоны.

11. Уравнение Больцмана

Функция распределения. Качественный вывод уравнения Больцмана. Законы сохранения. Н теорема. Равновесное и локально равновесное распределение. Законы сохранения в субстанциональной форме. Пятимоментное приближение. Линеаризованное уравнение Больцмана. Схема метода Чепмена Энскога. приближение. Сдвиговая вязкость и теплопроводность в приближении. Кинетическое уравнение для легких частиц в тяжелом газе Коэффициенты переноса в приближении. Плотность источников энтропии, тепла и их потоки.

12. Уравнение типа Фоккера Планка.

Общий вид уравнений типа ФП. Соотношение Эйнштейна. Марковость. Уравнения диффузии в координатном и энергетическом пространствах. Задача Ферми о «возрасте» частицы. Отклонение от закона Ома в сильных электрических полях, разогрев частиц. Уравнение Ланжевена. Броуновская динамика

13. Неравновесная термодинамика

Принцип Онсагера. Плотность источников энтропии в твердом теле и жидкости. Кинетическое обоснование Второго начала термодинамики. Феноменологическая гидродинамика вязкой жидкости. Затухание звука в вязкой жидкости.

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

а) Необходимое оборудование для лекций и практических занятий: доска, мел, тряпка. Желательно также применение мультимедийного оборудования (проектор), для лучшей организации лекции.

б) Необходимое программное обеспечение: не требуется

в) Обеспечение самостоятельной работы: наличие учебников и задачников по курсу теоретической физики вообще и теории поля в частности в библиотеке института, доступ в Интернет для получения вспомогательного учебного и консультативного материала на сайте кафедры теоретической физики.]

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля.— М.: Наука, 1988.
2. Белоусов Ю.М. Методы теоретической физики. Часть 1. – М.: МФТИ, 2010.
3. Белоусов Ю.М. Курс квантовой механики. Нерелятивистская теория. – М.: МФТИ, 2006.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 2002.
5. Белоусов Ю.М., Бурмистров С.Н., Тернов А.И. Задачи по теоретической физике. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. – М.: Наука, 1981.

Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. Т. 1. Механика, электродинамика. — М.: Наука, 1969.
3. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Современная электродинамика.
- Ч. 1. Микроскопическая теория. — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
4. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика. — М.: Наука, 1985.
5. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. — М.: Наука, 1977.
6. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике. — М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.
7. Мессиа А. Квантовая механика. — М.: Наука, Т.2. 1979.
8. Белоусов Ю.М., Кузнецов В.П., Смилга В.П. Катехизис: учеб. пособие. — М.: МФТИ, 2005.
9. Белоусов Ю.М., Кузнецов В.П., Смилга В.П. Практическая математика. Руководство для начинающих изучать теоретическую физику. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009.
10. Давыдов А.С. Квантовая механика. — М.: Наука, 1973.
11. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. — М.: Наука, 1976.
12. Коренев Г.В. Тензорное исчисление. — М.: МФТИ, 2000.

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)

Не используются

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

1. Домашнее задание, состоящее из двух частей, каждая из которых состоит из двух компонентов: упражнения и задачи. Домашние задания издаются специальными выпусками в форме методических пособий для индивидуальной раздачи студентам, а также «выкладываются» на сайт кафедры. Упражнения и задачи разделены на два уровня: базовый, с пометкой (С) или без особых пометок, и вариативный, помеченный (*).
2. Ежедневное выполнение тестовых заданий по материалам лекций, прочитанных на предыдущей неделе (всего 10 тестов).
3. Две контрольные работы в соответствии с двумя домашними заданиями.

ТЕМАТИКА И ФОРМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЫ – Индивидуальная работа предполагает самостоятельное выполнение студентом определенного в «Задании» набора упражнений и задач в соответствии с тематикой семинарских занятий. При необходимости студент получает консультацию по выполнению отдельных задач у преподавателя ведущего занятия как во время проведения семинарских занятий, так и во внеурочное время по согласованию с преподавателем. «Задание» раздается всем студентам в виде учебно-методического материала, содержащего программу курса и упражнения и задачи, включенные в два домашних задания. Студент также имеет возможность в течение семестра получать консультации по выполнению домашних заданий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Системный анализ и управление
профиль подготовки: Управление инновациями в бизнесе
Физтех-школа бизнеса высоких технологий
кафедра теоретической физики им. Л.Д. Ландау
курс: 3
квалификация: бакалавр

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

Разработчик: Ю.М. Белоусов, д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.1 Осуществляет декомпозицию задачи управления, выделяет базовые составляющие задачи
ОПК-8 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа автоматического управления	ОПК-8.3 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения эксперимента

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Методы теоретической физики, часть 2» обучающийся должен:

знать:

основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;
методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;
методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов;
постулаты и принципы как классической, так и квантовой статистической физики, методы описания макроскопических систем частиц различной природы, а также постулаты термодинамики;
основные уравнения термодинамики и свойства термодинамических потенциалов;
основные методы математического аппарата систем многих частиц, формализм чисел заполнения (метод вторичного квантования), аппарат статистического усреднения операторов;
основные методы решения задач как классической, так и квантовой статистической физики, включая анализ термодинамических свойств и поведения макроскопических систем во внешних полях;
методы и способы описания конденсированного состояния вещества;
методы описания низкотемпературных свойств сильно взаимодействующих систем.

уметь:

- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний;
- пользоваться аппаратом якобианов в приложении к термодинамике;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать термодинамические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории среднего поля для решения задач о фазовых переходах второго рода;
- решать задачи про флуктуации термодинамических величин макроскопических систем;
- решать задачи про флуктуации параметра порядка сильно взаимодействующих систем.

владеть:

- основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных, в том числе многочастичных, квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;
- основными методами математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами микроскопических систем различной природы, так и с их термодинамическими свойствами

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

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы теоретической физики. Часть 2» осуществляется в форме экзамена после второго (весеннего) семестра. Итоговая экзаменационная оценка выставляется студенту с учетом оценки его работы в семестре.

Знания студентов оцениваются в результате проведения еженедельного опроса пройденного материала. Опрос проводится в письменной форме в виде тестовых вопросов. Пример тестовых вопросов приведен ниже.

Умения и навыки студентов определяются по итогам сдачи домашних заданий. Всего студентам предлагается два домашних задания в семестр. Задание содержит три типа задач и упражнений. Типовые задачи и упражнения разбираются на семинарских (практических) занятиях. Аналогичные задачи и упражнения студенты должны решить самостоятельно, используя рекомендованную литературу. Кроме того, студентам предлагаются специально помеченные задачи повышенной сложности. Решение таких задач требует от студента навыков и представляет собой оценку навыков решения задач повышенной сложности. Каждый вопрос задания оценен в определенную сумму баллов в зависимости от сложности и уровня (знания, умения и навыки).

Навыки студентов проверяются в результате решения контрольных работ, которые проводятся во время аудиторных занятий. Задачи аналогичны типовым задачам, включенным в домашние задания, как рассмотренных на семинарских (практических) занятиях, так и предлагаемых для самостоятельного решения. Задания контрольных работ оценены в определенную сумму баллов, что позволяет оценить уровень умения и навыков студентов.

Вопросы, включенные в тестовые опросы, охватывают основные понятия, рассмотренные на предыдущей лекции.

Конкретные условия набора баллов за работу в семестре определяются согласно следующему правилу.

В течение семестра студент набирает сумму баллов по результатам тестовых опросов (например, 50 баллов), по результатам сдачи двух заданий (например, 80 баллов) и по результатам двух контрольных (например, 100 баллов). Кроме того, за решение задач повышенной сложности домашнего задания студент может набрать премиальные (бонусные) баллы по двум заданиям (например, 30 баллов). Полный балл оценивается в данном случае суммой 230 баллов. По результатам итогового рейтинга студент может набрать Студенты, получившие за работу в семестре к началу экзаменационной сессии оценку «неудовлетворительно» (менее 30% усвоения материала), считаются не усвоившими материал и не выполнившими задания курса, поэтому к экзамену не допускаются.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационные билеты могут содержать наряду с теоретическими вопросами, также и типовые задачи.

Ответ студента оценивается по 10-балльной шкале.

Билеты состоят из двух разделов в соответствии с двумя частями курса: Квантовая механика, многочастичная теория и Статистическая физика и кинетика, в каждом из которых студентам предлагается 5 относительно простых вопросов. Каждый вопрос оценивается в 1 балл. Студент, ответивший правильно на все 10 вопросов, получает 10 баллов, на 9 вопросов – 9 баллов и т.д. При этом необходимо, чтобы студент ответил правильно по крайней мере на 2 вопроса каждого раздела, в противном случае ответ оценивается как «неудовлетворительный». При подготовке к ответу не разрешается пользоваться литературой.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со схемой:

Оценка	Баллы	Критерии
Отлично	10	10 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 8. 9 баллов за экзамен и 10 баллов за работу в семестре
	9	9 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 8.
	8	8 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 6. 7 баллов за экзамен и более 8 баллов за работу в семестре
Хорошо	7	7 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 5. 6 баллов за экзамен и более 8 баллов за работу в семестре
	6	6 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 5. 5 баллов за экзамен и более 7 баллов за работу в семестре
	5	5 баллов за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 3.
удовлетворительно	4	4 балла за экзамен и оценка за работу в семестре не ниже 3.
	3	3 балла за экзамен и оценка за работу в семестре 3.
неудовлетворительно	2	2 балла за экзамен и оценка за работу в семестре 3.
	1	1 балл за экзамен и оценка за работу в семестре 3.

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

Студенты, допущенные к экзамену, отвечают на вопросы билета, имея возможность на подготовку не менее 1 часа. Ответы представляются в письменном виде, по которым проводится устное собеседование.

Оценка за ответ на билет выставляется в соответствии со следующим критериями:

Студент, ответивший правильно

на 1 вопрос, получает оценку «неудовл» (1);

на 2 вопроса, получает оценку «удовл» (3) или (4), в зависимости от полноты правильных ответов и ответов на другие вопросы;

на 3 вопроса, получает оценку «хорошо» (5), (6) или (7), в зависимости от полноты правильных ответов и ответов на другие вопросы;

на 4 вопроса, получает оценку «отлично» (8), (9) или (10), в зависимости от полноты правильных ответов и ответов на другие вопросы;

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться программой дисциплины и сборниками домашних заданий. Учебной, учебно-методической и справочной

литературой пользоваться во время экзамена не допускается. Во время экзамена должны быть также выключены мобильные телефоны.

Перед началом экзаменационной сессии студенты получают перечень вопросов, ответы на которые необходимо знать для успешной сдачи экзамена. Формулировки вопросов в билетах студенты узнают во время консультаций.

Студенты, получившие итоговую оценку «отлично» (10) и решившие и защитившие задачи повышенной сложности домашнего задания, могут получить дополнительные зачетные единицы по курсу.