

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:53:30

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Квантовая и оптическая электроника

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	17	34	17
Итого ауд.	68	51	68	51
Контактная работа	68	51	68	51
Сам. работа	76	66	76	66
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	153	180	153

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Подгорная Светлана Владимировна

Рабочая программа

Квантовая и оптическая электроника

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 02.04.2015 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 28.06.2021 г., №10

Руководитель подразделения д.ф.-м.н., профессор Костишин В.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать понимание математического аппарата квантовой механики, применяемого для описания физических основ электроники и физической оптики.
1.2	Углубить знания теории измерений, применяемых в квантовой области.
1.3	Ознакомить с теорией квантовых переходов, применяемых для описания процессов генерации лазерного излучения.
1.4	Ознакомить с принципами дифракционного рассеяния и оптической модели частиц. Рассмотреть аналитические свойства матрицы рассеяния.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.2	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.3	Статистическая физика	
2.1.4	Физические свойства кристаллов	
2.1.5	Методы математической физики	
2.1.6	Основы квантовой механики	
2.1.7	Практическая кристаллография	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.10	Физика	
2.1.11	Физическая химия	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Органическая химия	
2.1.14	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.2	Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники	
2.2.3	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.2.4	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.2.5	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.2.6	Оформление результатов научной деятельности	
2.2.7	Полевые полупроводниковые приборы	
2.2.8	Приемники оптического излучения	
2.2.9	Физика импульсного отжига	
2.2.10	Физико-математические модели процессов наноэлектроники	
2.2.11	Физические основы электроники	
2.2.12	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.13	Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике	
2.2.14	Магнитные измерения	
2.2.15	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.16	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.17	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.18	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.23	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.24	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.25	Светоизлучающие полупроводниковые приборы	

2.2.26	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики
--------	---

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники	
Знать:	
ПК-4-31 Применение аппарата квантовой механики в лазерной технике.	
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Знать:	
ПК-3-31 Понятный аппарат квантовой механики	
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
Знать:	
ОПК-1-31 методы естественных наук	
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники	
Уметь:	
ПК-4-У1 Анализировать решения задач механики квантовой частицы.	
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Уметь:	
ПК-3-У1 Решать модельные задачи механики квантовой частицы	
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
Уметь:	
ОПК-1-У1 использовать положения естественных наук	
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники	
Владеть:	
ПК-4-В1 Методами научного познания при решении профессиональных задач в области квантовой механики.	
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Владеть:	
ПК-3-В1 Формами научного познания при формулировании профессиональных задач в области квантовой механики.	
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
Владеть:	
ОПК-1-В1 законами математики для решения задач инженерной деятельности	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Изображение механических величин операторами							
1.1	Линейные самосопряжённые операторы. Общая формула для среднего значения величины и для среднего квадратичного отклонения /Лек/	6	1	ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3.2Э1			

1.2	Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл. Общий метод вычисления вероятностей результатов измерения. /Лек/	6	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
1.3	Операторы координаты, импульса, момента импульса микрочастицы. Оператор энергии и функция Гамильтона. /Лек/	6	1	ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
1.4	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	6	7	ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1		КМ2	
1.5	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания. /Ср/	6	2	ПК-4-В1	Л3.2Л2.1Л1. 1 Л1.1 Э1			
	Раздел 2. Изменения состояния во времени							
2.1	Уравнение Шредингера. Сохранения частиц. Стационарные состояния. Связь квантовой механики с классической механикой и оптикой. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. /Лек/	6	2	ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
2.2	Переход от временного уравнения Шредингера к уравнению Гамильтона-Якоби. Квантовая механика и оптика. Производные операторов по времени. /Лек/	6	2	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
2.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. Уравнения движения. Теоремы Эренфеста. Интегралы движения. /Пр/	6	6	ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
2.4	Усвоение теоретического материала /Ср/	6	13	ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
	Раздел 3. Теория представлений							
3.1	Различные представления состояния квантовой системы. представления операторов, изображающих механические величины. Матрицы и действия над ними. Определения среднего значения и спектра величины. /Лек/	6	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
3.2	Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме. Унитарные преобразования. Матрица рассеяния. Гайзенберговское представление взаимодействия. Матрица плотности. /Лек/	6	2	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			

3.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	6	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
3.4	Усвоение теоретического материала /Ср/	6	13	ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
3.5	Моделирование квантовых эффектов /Лаб/	6	6	ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
Раздел 4. Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил								
4.1	Гармонический осциллятор и его энергетическое представление. Движение в поле центральной силы. Движение в кулоновском поле. Спектр и волновые функции атома водорода /Лек/	6	1	ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
4.2	Движение электрона в одновалентных атомах. Магнетрон. Квантовые уровни двухатомной молекулы. Движение электрона в периодическом поле. /Лек/	6	1	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
4.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	6	1	ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
4.4	Усвоение теоретического материала. /Ср/	6	5	ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
Раздел 5. Собственный механический и магнитный момент электрона								
5.1	Оператор спина электрона. Спиновые функции. Уравнение Паули. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. /Лек/	6	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
5.2	Движение спина в переменном магнитном поле. Свойство полного момента импульса. Нумерация термов атома с учётом спина электрона. Мультиплетная структура спектров. /Лек/	6	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
5.3	Проведение математического эксперимента. /Лаб/	6	4	ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
5.4	Усвоение теоретического материала /Ср/	6	7	ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
5.5	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	6	1	ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1Л3.2Л3. 1 Э1			
Раздел 6. Теория возмущений								

6.1	Возмущение в отсутствии возмущения. Возмущение при наличии вырождения. Расщепление уровней в случае двухкратного вырождения. /Лек/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
6.2	Математический эксперимент. Ангармонический осциллятор. Расщепление спектральных линий в электрическом поле. Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле. /Ср/	6	10	ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
6.3	Усвоение теоретического материала. /Ср/	6	7	ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
6.4	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	6	1	ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
Раздел 7. Теория квантовых переходов								
7.1	Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящее от времени. Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени. /Лек/	6	1	ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
7.2	Поглощение и излучение света. Коэффициенты излучения и поглощения. Принцип соответствия. Правила отбора для дипольного излучения. Интенсивности в спектре излучения. Дисперсия. Комбинационное рассеяние. Нелинейная оптика. /Ср/	6	7	ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
7.3	Учёт изменения фазы электромагнитного поля волны внутри атома. Квадропульное излучение. Фотоэлектрический эффект. /Ср/	6	1	ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
7.4	Усвоение теоретического материала. /Ср/	6	1	ПК-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
7.5	Определение параметров лазерного излучения. /Лаб/	6	7	ПК-3-31	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<p>Изображение механических величин операторами.</p> <p>Линейные самосопряжённые операторы. Общая формула для среднего значения величины и для среднего квадратичного отклонения.</p> <p>Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл.</p> <p>Общий метод вычисления вероятностей результатов измерения.</p> <p>Операторы координаты, импульса, момента импульса микрочастицы.</p> <p>Оператор энергии и функция Гамильтона.</p> <p>Изменения состояния во времени.</p> <p>Уравнение Шредингера. Сохранения частиц. Стационарные состояния.</p> <p>Производные операторов по времени.</p> <p>Уравнения движения. Теоремы Эренфеста. Интегралы движения.</p> <p>Связь квантовой механики с классической механикой и оптикой.</p> <p>Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. Переход от временного уравнения Шредингера к уравнению Гамильтона-Якоби.</p> <p>Квантовая механика и оптика.</p> <p>Теория представлений.</p> <p>Различные представления состояния квантовой системы. представления операторов, изображающих механические величины. матрицы.</p> <p>Матрицы и действия над ними. Определения среднего значения и спектра величины.</p> <p>Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме. Унитарные преобразования.</p> <p>Матрица рассеяния. Гайзенберговское представление взаимодействия. Матрица плотности.</p> <p>Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил.</p> <p>Гармонический осциллятор и его энергетическое представление.</p> <p>Движение в поле центральной силы.</p> <p>Движение в кулоновском поле. Спектр и волновые функции атома водорода.</p>
KM2	Контрольная работа	ОПК-1-В1	<p>Движение электрона в одновалентных атомах. Магнетрон.</p> <p>Квантовые уровни двухатомной молекулы. Движение электрона в периодическом поле.</p> <p>Собственный механический и магнитный момент электрона.</p> <p>Оператор спина электрона. Спиновые функции.</p> <p>Уравнение Паули. Расщепление спектральных линий в магнитном поле.</p> <p>Движение спина в переменном магнитном поле. Свойство полного момента импульса.</p> <p>Нумерация термов атома с учётом спина электрона. Мультиплетная структура спектров.</p> <p>Теория возмущений.</p> <p>Возмущение в отсутствие возмущения. Возмущение при наличии вырождения.</p> <p>Расщепление уровней в случае двукратного вырождения.</p> <p>Ангармонический осциллятор. Расщеплении спектральных линий в электрическом поле.</p> <p>Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле.</p> <p>Теория квантовых переходов.</p> <p>Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящее от времени.</p> <p>Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени.</p> <p>Поглощение и излучение света. Коэффициенты излучения и поглощения.</p>

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.
Расчётное домашнее задание, выдаваемое преподавателем индивидуально (ПК-2.3-31, ПК-2.3-32, ПК-2.3-У1, ПК-2.3-У2, ПК-2.3-В1, ОПК-4.1-31, ОПК-4.1-32, ОПК-4.1-У1, ОПК-4.1-У2, ОПК-4.1-В2). Лабораторные работы: - определение КПД квантового генератора (ПК-2.3-31, ПК-2.3-32, ПК-2.3-В1, ОПК-4.1-31, ОПК-4.1-32, ОПК-4.1-У1, ОПК-4.1-У2, ОПК-4.1-В2); - определение коэффициента усиления (ПК-2.3-31, ПК-2.3-32, ПК-2.3-В1, ОПК-4.1-31, ОПК-4.1-32, ОПК-4.1-У1, ОПК-4.1-У2, ОПК-4.1-В2).
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)
Пример экзаменационного билета дан в приложении. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре.
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)
В конце учебной программы предусмотрен зачёт с оценкой. Оценка зачёта формируется из оценки индивидуального домашнего задания и защиты результатов лабораторных работ.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Тань Аошуан	Учебник современного китайского разговорного языка: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Восточные яз. и литература"	Библиотека МИСиС	М.: Наука. Вост. лит., 1988

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Сивухин Д. В.	Т.5.: Атомная и ядерная физика. Ч.1	Библиотека МИСиС	, 1986

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Яковлев И. А.	Сборник задач по молекулярной физике	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1976
Л3.2	Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Рабинович М. С., Сивухин Д. В., Сивухин Д. В.	Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц: Для физ. спец. вузов. В 5-ти кн.	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1981
Л3.3	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1976
Л3.4	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: Учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1985

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1		lms.misis.ru
----	--	--------------

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	LMS Canvas

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-418	Лаборатория	многофункциональный твердотельный лазерный комплекс
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение лекций и практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами фундаментальных основ квантовой оптики.

Практические занятия должны быть нацелены на изучение особенностей реального технологического и исследовательского оборудования, особенностей и технологических ограничений, а также способов их преодоления.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав технологического и исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Подготовка к контрольным работам проводится в часы самостоятельной работы и, при необходимости, в часы консультаций лектора.

По курсу предусмотрено выполнение расчётного домашнего задания и проведения зачёта с оценкой.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.