



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
_____ / Н.М. Буднев
«17» апреля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля)

Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейная оптика

Направления подготовки

03.04.02. Физика

Направленности (профили) подготовки

Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

Форма обучения очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
_____ Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № _____ 7
от «26» марта 2024 г.
Зав. кафедрой: д.ф.-м.н., профессор
_____ А.А. Гаврилюк

Иркутск 2024 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины	2
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	2
III. Требования к результатам освоения дисциплины	2
IV. Структура и содержание учебного курса, дисциплины (модуля).....	3
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	4
4.3. Содержание учебного материала	5
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся	7
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	9
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование.....	11
6.2. Программное обеспечение	11
6.3. Технические и электронные средства	11
VII. Образовательные технологии	11
8.1. Оценочные средства для входного контроля.....	12
8.2. Оценочные средства текущего контроля.....	12
8.2.1. Оценочные средства для входного контроля.....	12
8.2.2. Оценочные средства текущего контроля	12

I. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Нелинейная оптика» является формирование у студентов знаний в области современных методов и средств когерентной и нелинейной оптики, обеспечивающие принципиально новые возможности управления характеристиками и параметрами лазерного излучения и состоянием вещества. Ознакомить студентов с современными достижениями в получении ультракоротких и сверхмощных лазерных импульсов и природе нелинейных оптических эффектов при их воздействии на вещество, сформировать представления о возможностях применения лазеров в спектроскопии, химии, биологии и других областях науки.

Задачей освоения дисциплины «Нелинейная оптика» является изучение методов селекции мод и стабилизации частоты лазерного излучения, природы ширины линии генерации и путей синхронизации мод. Знание основных нелинейных оптических эффектов, теоретических основ и методов использования в оптической спектроскопии параметрического усиления и преобразования частот, спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния, КАРС-спектроскопии и гиперкомбинационного рассеяния. Освоение теоретических аспектов оптики фемтосекундных лазерных импульсов и их применения для сверхмощных воздействий на материю.

В курсе используются представления смежных областей физики: астрофизики, квантовой механики, теории поля, электродинамики и других разделов физики.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Нелинейная оптика» относится к вариативной части программы, формируемой участниками образовательных отношений. Данная учебная дисциплина изучается в третьем семестре на втором курсе магистратуры.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины «Нелинейная оптика» являются знания по дисциплинам: «Лазерная физика» и «Взаимодействие оптического излучения с веществом».

Содержание дисциплины «Нелинейная оптика» служит основой для самостоятельной научно-исследовательской работы магистранта, подготовки выпускной квалификационной работы, для быстрой адаптации в области современных наукоемких технологий и для дальнейшего профессионального роста.

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование общепрофессиональных компетенций ОПК-1 в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», по уровню образования «магистратура».

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1. Способен заниматься разработкой и исследованием физических свойств перспективных материалов.	ИДК ПК1.1 Способен применять фундаментальные знания в исследованиях физических свойств перспективных материалов. ИДК ПК1.2 Владеет основами разработки и исследований физических свойств перспективных материалов.	Знать: – основные физические принципы и критерии нелинейного взаимодействия излучения с веществом; – теорию и принципы реализации основных нелинейных взаимодействий. – основные типы нелинейных взаимодействий второго и третьего порядка нелинейности; – основные характеристики поведения нелинейных диэлектриков в постоянном и переменном электрическом поле, специфике нелинейной восприимчивости среды и наиболее распространенных нелинейных оптических эффектах; – основы методов лазерной спектроскопии комбинационного и вынужденного комбинационного рассеяния, гиперкомбинационного рассеяния и КАРС-спектроскопии и оптимальные условия их применения; Уметь: – рассчитывать нелинейные оптические устройства; – практически использовать нелинейные оптические устройства; Владеть: – методами лазерной спектроскопии; – методами и компьютерными системами моделирования и проектирования оптических систем.

IV. Структура и содержание учебного курса, дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, в том числе 94 часов контактной работы. Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации
				Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
				Лекции	Семинарские/практические/лабораторные занятия	Консультации		
1	Тема 1. Физические основы нелинейной оптики.	2		6	4		4	дискуссия
2	Тема 2. Нелинейная генерация кратных гармоник.	2		6	8		4	дискуссия, тестирование, практической работе
3	Тема 3. Параметрическое усиление и преобразование оптических частот.	2		8	8		4	дискуссия, тестирование
4	Тема 4. Нелинейная лазерная спектроскопия.	2		8	8		8	дискуссия, тестирование отчет по
5	Тема 5. Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики.	2		8	8		8	дискуссия, тестирование
9	Контроль						36	
10	Экзамен						2	
11	КСР						12	
12	КО						8	
	Итого часов		180	36	36		58	50

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела/темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час)		
3	Тема 1. Физические основы нелинейной	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра	4	Собеседование	

	оптики.					
3	Тема 2. Нелинейная генерация кратных гармоник.	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра	4	Собеседование	
3	Тема 3. Параметрическое усиление и преобразование оптических частот.	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра	4	Собеседование	
3	Тема 4. Нелинейная лазерная спектроскопия.	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра	8	Собеседование	
3	Тема 5. Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики.	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра	8	Собеседование	
3	Подготовка к экзамену	Письменная работа, работа с учебной литературой, лекциями	В течение семестра		Собеседование	
3	Общий объем самостоятельной работы по дисциплине		К концу семестра	50	Собеседование	

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Физические основы нелинейной оптики. Понятие нелинейной оптики. Уравнения Максвелла. Зависимость величин χ и ϵ от напряженности в сильном постоянном поле. Нелинейная восприимчивость в случаях изотропных и анизотропных сред. Поляризация в высокочастотном поле. Возникновение гармоник в сильном световом поле вследствие нелинейных свойств среды.

Тема 2. Нелинейная генерация кратных гармоник. Теоретическое рассмотрение процесса генерации волны на удвоенной частоте. Соотношения фазовых скоростей распространения основной волны и гармоник. Пути ослабления и усиления потока энергии второй гармоники. Понятие когерентной длины. Условия полной передачи энергии падающей волны волне второй гармоники. Условие фазового синхронизма. Методы увеличения эффективности ГВГ. Внутриврезонаторное преобразование во вторую гармонику. Использование излучения второй гармоники. Нелинейные кристаллы. Два типа нелинейных кристаллов. Методы реализации фазового синхронизма. Кристаллы для девяностоградусного синхронизма. Физическая природа нелинейных коэффициентов. Связь тензора χ с электрооптическим тензором r . Тензоры n -порядка, определение $\chi(n)$ для конкретной среды. Случаи centrosymmetric и noncentrosymmetric кристаллов. Правило Клейнмана для прозрачных кристаллов с электронным характером нелинейности.

Тема 3. Параметрическое усиление и преобразование оптических частот. Параметрическое усиление и преобразование частот. Параметрическое взаимодействие как процесс, обратный процессу смещения частот. Роль фотонного шума. Схема параметрического генератора света, основные используемые кристаллы источники излучения накачки. Последовательное использование параметрических генераторов для получения коротких импульсов. Трех- и четырехфотонное параметрическое взаимодействие. Генерация «белых» пикосекундных импульсов.

Тема 4. Нелинейная лазерная спектроскопия.

Комбинационное рассеяние. Основные понятия теории комбинационного рассеяния (КР), классическое описание Плачека. Стоксово и антистоксово КР. Квантовомеханический подход для описания интенсивностей линий.

Модуляция света молекулярными колебаниями в поле мощного лазера. Пространственная когерентность рассеянного излучения рост интенсивности рассеянных компонент. Классическое описание явления. Пороговый характер процесса. Стоксово и антистоксово вынужденное КР. Необходимость соблюдения фазового синхронизма. Основные различия между спонтанным и вынужденным КР.

КАРС-спектроскопия (Спектроскопия когерентного антистоксова КР). Гиперкомбинационное рассеяние. Теоретическая модель КАРС-спектроскопии. Типичные схемы экспериментальных установок. Достоинства КАРС-спектроскопии: высокий уровень сигнала, возможность спектрального и пространственного разделения сигнала от флуоресценции или теплового излучения, высокое пространственное разрешение и возможность изучения микрообъемов вещества. Условия наблюдения гиперкомбинационного рассеяния. Основные положения теории ГКР.

Экспериментальные методы и приложения лазерной спектроскопии КР. Сложности детектирования слабых сигналов на фоне интенсивного поля излучения. Методы увеличения интенсивности рассеянного сигнала. Использование многоходовых кювет, внутривибраторных методов, оптических многоканальных анализаторов, оптических волноводов, дифференциальных схем регистрации. Применение КАРС-спектроскопии в диагностике нестационарной плазмы.

Тема 5. Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики.

Методы получения фемтосекундных лазерных импульсов. Метод фазировки спектральных компонент света для укорочения импульса и увеличения его пиковой мощности. Получение широкополосного излучения при взаимодействиях лазерных импульсов в нелинейной среде. Использование фазового модулятора и компрессора, диспергирующие элементы. Элементарная теория оптического компрессора. Применение титан-сапфирового лазера.

Лазерная спектроскопия со сверхвысоким временным разрешением. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. Последние достижения в получении предельно коротких импульсов света (длительностью до 1 периода оптического колебания) и сверхсильных световых полей. Исследования быстрорелаксирующих возбуждений в полупроводниках, многоатомных молекулах и металлах, оптически индуцируемых фазовых переходов в веществе. Реализация предельных скоростей оптической обработки и передачи информации. Возможность достижения напряженности световых полей, превышающих внутриатомные, и наблюдения эффектов, предсказываемых нелинейной квантовой электродинамикой.

Воздействие фемтосекундных импульсов на среду. Пикосекундная и фемтосекундная КАРС-спектроскопия. Получение информации о механизмах и скоростях процессов дефазировки молекулярных колебаний. Восстановление спектра по импульсному отклику. Импульсное вынужденное рассеяние. Управление молекулярными колебаниями с помощью фемтосекундных импульсов: возбуждение колебаний цугом импульсов, эффекты «гашения» и «выпрямления» колебаний.

Перспективные направления исследований: сверхкороткие и рентгеновские импульсы; сильные нелинейности и «управление света светом»; от нелинейной оптики атомов и молекул к нелинейной электронной физике; туннельная ионизация атомов; лавинный оптический пробой.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	Номер раздела/темы дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия. Содержание занятия	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	1	Тема занятия «Физические основы нелинейной лазерной оптики». 1. Экспресс-опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	4	дискуссия, тестирование
2.	2	Тема занятия «Генерация кратных гармоник». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия	4	дискуссия, тестирование
3.	2	Тема занятия «Генерация кратных гармоник». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	4	дискуссия, тестирование
5.	3	Тема занятия «Параметрическое усиление и преобразование частот». 3. Экспресс опрос. 4. Решение задач по теме занятия.	8	дискуссия, тестирование
7.	4	Тема занятия «Нелинейная лазерная спектроскопия». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	4	дискуссия, тестирование
8.	4	Тема занятия «Нелинейная лазерная спектроскопия». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	4	дискуссия, тестирование
	5	Тема занятия «Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	2	дискуссия, тестирование
	5	Тема занятия «Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	2	дискуссия, тестирование
	5	Тема занятия «Физические и технические основы фемтосекундной лазерной оптики». 1. Экспресс опрос. 2. Решение задач по теме занятия.	4	дискуссия, тестирование

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков

осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научноисследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

Отдельные рекомендации по самостоятельной работе студентов: все необходимые материалы находятся в дистанционном курсе в системе Educa.

Написание реферата. Написание рефератов должно способствовать закреплению и углублению знаний, а также выработке навыков самостоятельного мышления и умения решать поставленные перед студентом задачи. Содержание выполненной работы дает возможность углубить уровень знания изучаемой проблемы, показать знание литературы и сведений, собранных студентом, выполняющим реферативные работы. Существует определенная форма, которой должен придерживаться студент, выполняющий работу. Реферат должен иметь титульный лист, содержание темы, список литературы и оглавление. Список литературы должен включать, главным образом, новейшие источники: статьи, учебники, другие первоисточники по проблемам дисциплины. Особое внимание уделяется периодической печати, которая отражает проблематику, затронутую в реферате. При написании работы обязательны ссылки на используемые источники, статистические материалы, что придает работе основательность, научную ориентацию. Реферат пишется на листах формата А4. Объем реферата должен быть не менее 18 страниц печатного текста (размер шрифта 14 при компьютерном наборе текста), из них 3 страницы – оформление реферата (1 стр. – титульный лист, 2 стр. – оглавление или план, последняя страница реферата – список использованной литературы). Реферат дает возможность не только убедиться в уровне знаний студентов по изучаемому предмету, но и установить склонность студентов к научно-исследовательской работе. Положительной оценки за реферат заслуживает студент, полностью раскрывший выбранную тему, опирающийся на новейшую литературу, демонстрирующий знание основных терминов и понятий, умение выделять существенные характеристики специфики педагогической деятельности по формированию комфортной и безопасной образовательной среды.

Подготовка к практическому занятию. Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями.

Компьютерная презентация по теме – вид самостоятельной работы студента, предусматривающий упорядочивание учебного материала в формат визуального организатора. Основные принципы при составлении компьютерной презентации: простота содержания, доступность, понятность содержания, соответствие содержанию доклада, умеренно яркое оформление, наглядность (разумное использование ярких эффектов). Не злоупотребляйте эффектами анимации. Стиль оформления компьютерной презентации (слайдов) должен быть единым.

Подготовка к промежуточному контролю по дисциплине (зачет)

Зачет является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. Сдаче зачета предшествует работа студента на лекционных, практических занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопущения студента к сдаче зачета.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает студентам доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей).

Основная литература

№ п/п	Наименование учебника (учебного пособия)	Авторы	Издательство	Год издания	Объем в стр.
1.1.	Нелинейная оптика.	Н. Бломберген	М.: Мир.	2006	-
1.2.	Взаимодействие лазерного излучения с веществом	Н.Б. Делоне	М.: Наука	1989	280 с
1.3.	Прикладная нелинейная оптика.	Ф. Цернике, Дж. Мидвинтер	М.: Мир	1996	-
1.4.	Принципы нелинейной лазерной спектроскопии.	В.С. Летохов, В.П. Чеботаев	М.: Наука	1995	-

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование учебника (учебного пособия)	Авторы	Издательство	Год издания	Объем в стр.
2.1.	Физика мощного лазерного излучения.	Н.И. Коротеев, И.Л. Шумай	М.: Наука	1991	-
2.2.	Интенсивные резонансные взаимодействия в квантовой электронике.	В.М.Акулин, Н.В.Карлов	М.: Наука	1987	-
2.3.	Новый облик оптики.	А. Пекара Пер. с англ. / Под ред. Проф. Р.В. Хохлова	М.: Сов. радио	1998	-
2.4.	Введение в нелинейную оптику.	М. Шуберт, Б. Вильгельми	М.: Сов. радио	1998	-

Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование программного обеспечения. Адрес сайта
3.1	Сайт ИФ ИЛФ СО РАН
3.2.	Журнал «Квантовая электроника» (quantum-electron.ru)
3.3.	Журнал «Laser Physics» (lasphys.com)
3.4.	Журнал «Фотоника» (photonics.su)
3.5.	Журнал «Applied Optics» (ao.osa.org/journal/ao/about.cfm)
3.6.	Журнал «Optical engineering» (spie.org/x867.xml)
3.7.	Журнал «Оптический журнал» (opticjour.ru)
3.8.	Журнал «Приборы и техника эксперимента» (maik.ru/cgi-bin/list.pl?page= pribory)
3.9.	Журнал «Оптика и спектроскопия» (maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=opticus)
3.10.	ЭБС «Университетская библиотека on-line» http://www.biblioclub.ru/
3.12.	В. С. Жигалов. Лазерные технологии (Сибирская аэрокосмическая академия им. академика М. Ф. Решетнева) http://ktf.krsk.ru/courses/HiTech/html/index_0001.htm
3.13.	Научная сеть: http://nature.web.ru/
3.14.	Международный учебно-научный лазерный центр МГУ им. М.В. Ломоносова. Дистанционное образование http://www.ilc.msu.ru/learning/multimedia/

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- курс обеспечен электронными материалами в системе «Educa»;
- в курсе выложены презентации, которые студенты могут посмотреть в системе с помощью программы PowerPoint;
- <http://elibrary.ru/> – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций;
- программный продукт MS Project.

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

Подробная информация о материально-техническом обеспечении образовательного процесса представлена на официальном сайте ФГБОУ ВО «ИГУ» в разделе «Сведения об образовательной организации» вкладка «Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса» <http://isu.ru/sveden/objects/index.html> и в справках «Материально-техническое обеспечение основной профессиональной образовательной программы».

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в специально подготовленном дисплейном классе, в котором на каждое рабочее место включает в себя компьютер (Intel Atom CPU D2500 и D2550 1.86x2GHz, мониторы Samsung S19B300N и S19C150N) с соответствующим лицензионным программным обеспечением. Кроме того, на факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

6.2. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Основное программное обеспечение – MS Excel, офисный пакет Open Office (свободная лицензия, бессрочно)

6.3. Технические и электронные средства

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Для обработки полученных в ходе эксперимента данных на практических занятиях в лаборатории кафедры имеются компьютеры с соответствующим программным обеспечением.

VII. Образовательные технологии

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий. Студентов знакомят с реальными проектами из практики компаний, на примере которых нужно дать рекомендации по самому проекту, регламенту его работы, оптимизации.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Творческие задания в форме изложения проблемного материала;
- Групповые оценки и взаимооценки: а именно рецензирование студентами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- формулирование проблемных вопросов в результате самостоятельного

изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы;

- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование/

При необходимости, в процессе работы над заданием, студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Текущий контроль - компетенции, компоненты которых контролируются ОПК - 1. По итогам самостоятельного просмотра лекции, изучения материалов по каждой теме проводится тестирование. Принцип тестирования сдал/не сдал.

8.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса обучающийся должен знать основы информатики, уметь пользоваться компьютером на продвинутом уровне, прослушать подробную технику безопасности при работе со сложным цифровым оборудованием.

8.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль успеваемости магистрантов осуществляется во время практических занятий в ходе собеседований со студентами при выполнении ими практических заданий. Задания для практических работ и контрольные вопросы к ним указаны в ФОС.

Текущий контроль проводится в форме устного опроса после прохождения материалов каждого раздела.

Промежуточная аттестация проводится по итогам освоения каждого модуля в форме тестирования. Сдавшим промежуточную аттестации считается студент, набравший при тестировании не менее 60 процентов.

8.2.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен обладать знаниями, умениями и навыками, сформированными на предыдущем уровне образования, уметь пользоваться компьютером.

8.2.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль осуществляется по результатам дискуссии по каждому разделу.

Проведение текущего контроля осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам; промежуточный контроль осуществляется проведением тестов по отдельным разделам дисциплины, тестирования по разделам дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями.

Средства контроля - тесты, устные опросы, собеседования, которые позволяют определить достижение слушателями планируемых результатов для каждой формы аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по итогам освоения каждого модуля в форме тестирования. Сдавшим промежуточную аттестацию считается слушатель, набравший при тестировании не менее 60 процентов. Результаты промежуточного контроля знаний:

«отлично» - более 85%

«хорошо» - от 71 до 85%

«удовлетворительно» - от 60 – до 70%

«неудовлетворительно» - менее 60%

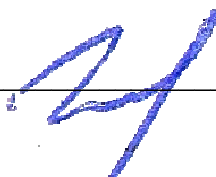
Сведения об авторе (составителе/разработчике) программы:

Дресвянский Владимир Петрович, профессор кафедры общей и экспериментальной физики, д.ф.-м.н.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ

«26» марта 2024 г.

Протокол № 7, зав. кафедрой _____ А.А. Гаврилюк



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ОБНОВЛЕНИЯ (изменения) ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Реквизиты ЛНА, зарегистрировавшего изменения	№ модуля (раздела), пункта, подпункта			Дата внесения изменений	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменения
	Измененного	Нового	Изытого			
№ _____ от _____						