Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.ф-м.н. Корель И. И.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика оптических явлений

Образовательная программа: 12.04.02 Оптотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

Курс: 2, семестр : 3

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	39
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	27
8	из них практической подготовки, час.	12
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	5
11	Самостоятельная работа, час.	105
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

ФГОС введен в действие приказом №941 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 06.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, 31.08.2026

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 6 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Завьялова М. А.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1/НА Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников
	ПК-1/НА. 2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-2/НА Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи
	ПК-2/НА. 1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники
	ПК-2/НА. 3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций / Результаты обучения	Формы организации занятий
ПК-1/НА. 2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	
знать элементы общей физики и квантовой механики	Лекции; Самостоятельная работа
знать элементы физической и нелинейной оптики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
знать основы лазерной физики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Знать вопросы обеспечения безопасных условий труда с использованием оборудования и технологий лазерных систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Знать экологические аспекты использования лазерных технологий, в том числе рассеянного лазерного излучения на биологические объекты	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники	
Уметь пользоваться пакетами прикладных программ типа Origin и Mathcad	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Расчета, конструирования и настройки параметрических преобразователей частоты и газоаналитического оборудования на их основе	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	
знать алгоритмы применения методов математического моделирования при расчете спектров поглощения молекул в различных диапазонах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Знать физические принципы, лежащие в основе работы простейших оптических элементов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
иметь опыт (владеть) использования возможностей вычислительной техники и про-граммного обеспечения расчета простейших оптических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Общая физика. Квантовая механика.					
1. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Средняя скорость атомов. Наиболее вероятная скорость. Число столкновений и длина свободного пробега молекул в газе. Диффузия и теплопроводность газов. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Лекция
2. Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Релятивистское преобразование частоты. Эффект Доплера. Гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Двухуровневая система в резонансном монохроматическом поле. Частота Раби.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Лекция
3. Атом водорода. Уровни энергии и частоты переходов. Время жизни состояния 2P атома водорода.Сверхтонкое расщепление уровней в атоме водорода. Водородный мазер. Двухатомная молекула. Колебательно-вращательные полосы. P, R, Q ветви. Энергетические зоны в кристалле. Полупроводники, p-n переход. Полупроводниковые диоды и триоды.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Физическая оптика. Нелинейная оптика					

4. Плоские волны. Эллиптическая поляризация. Плотность потока энергии электромагнитной волны. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Коэффициент поглощения и показатель преломления в газе классических осцилляторов.	1	0	1	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1	Лекция
5. Коэффициент поглощения в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорость. Электрооптические явления. Эффект Поккельса. Полуволновое напряжение. Генерация второй гармоники в кристалле. Условия синхронизма.	1	0	1	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
6. Оптическая активность. Эффект Фарадея. Дифракция на решетке щелей. Временная когерентность. Интерферометр Майкельсона. Пространственная когерентность. Дифракция на двух щелях.	2	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Лазерная физика.					
7. Радиационная вероятность перехода. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Резонансный коэффициент поглощения сильной бегущей волны в газе (неподвижные атомы). Параметр насыщения. Резонанс насыщенного поглощения в газе. Провал Лэмба.	2	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Лекция
8. Принцип работы лазера. Условия генерации. Мощность генерации. Многомодовый режим генерации лазера. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов. Оптические резонаторы. Резонаторы со сферическими зеркалами. Потери. Устойчивость резонаторов.	2	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция

9. Интерферометр Фабри-Перо. Непрерывные газовые лазеры. He-Ne и CO2лазеры. Полупроводниковые лазеры. Получение инверсии. Предельная ширина линии. Фотодиоды. Быстродействие. Шумы фотодиода.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Общая физика. Квантовая механика.					
2. Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Релятивистское преобразование частоты. Эффект Доплера. Гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Двухуровневая система в резонансном монохроматическом поле. Частота Раби.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Практическое занятие
3. Атом водорода. Уровни энергии и частоты переходов. Время жизни состояния 2P атома водорода. Сверхтонкое расщепление уровней в атоме водорода. Водородный мазер. Двухатомная молекула. Колебательно-вращательные полосы. P, R, Q ветви. Энергетические зоны в кристалле. Полупроводники, p-n переход. Полупроводниковые диоды и триоды.	4	0	1	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Практическое занятие
Дидактическая единица: Физическая оптика. Нелинейная оптика					
4. Плоские волны. Эллиптическая поляризация. Плотность потока энергии электромагнитной волны. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Коэффициент поглощения и показатель преломления в газе классических осцилляторов.	2	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Практическое занятие
Дидактическая единица: Лазерная физика.					

7. Радиационная вероятность перехода. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Резонансный коэффициент поглощения сильной бегущей волны в газе (неподвижные атомы). Параметр насыщения. Резонанс насыщенного поглощения в газе. Провал Лэмба.	2	2	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Практическое занятие
8. Принцип работы лазера. Условия генерации. Мощность генерации. Многомодовый режим генерации лазера. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов. Оптические резонаторы. Резонаторы со сферическими зеркалами. Потери. Устойчивость резонаторов.	2	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
9. Интерферометр Фабри-Перо. Непрерывные газовые лазеры. He-Ne и CO2лазеры. Полупроводниковые лазеры. Получение инверсии. Предельная ширина линии. Фотодиоды. Быстродействие. Шумы фотодиода.	4	0	2	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Самостоятельное изучение материала

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Общая физика. Квантовая механика.					
1. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Средняя скорость атомов. Наиболее вероятная скорость. Число столкновений и длина свободного пробега молекул в газе. Диффузия и теплопроводность газов. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца.	12	0	0	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1	Самостоятельное изучение материала
Дидактическая единица: Физическая оптика. Нелинейная оптика					

5. Коэффициент поглощения в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорость. Электрооптические явления. Эффект Поккельса. Полуволновое напряжение. Генерация второй гармоники в кристалле. Условия синхронизма.	12	0	0	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.1, ПК-2/НА.3	Самостоятельное изучение материала
6. Оптическая активность. Эффект Фарадея. Дифракция на решетке щелей. Временная когерентность. Интерферометр Майкельсона. Пространственная когерентность. Дифракция на двух щелях.	18	0	0	ПК-1/НА.2, ПК-2/НА.3	Самостоятельное изучение материала

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Средняя скорость атомов. Наиболее вероятная скорость. Число столкновений и длина свободного пробега молекул в газе. Диффузия и теплопроводность газов. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца.	Л	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов по теме дисциплины
2	Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Релятивистское преобразование частоты. Эффект Доплера. Гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Двухуровневая система в резонансном монохроматическом поле. Частота Раби.	Л	Выполняет следующие виды работ:
3	Атом водорода. Уровни энергии и частоты переходов. Время жизни состояния 2P атома водорода.Сверхтонкое расщепление уровней в атоме водорода. Водородный мазер. Двухатомная молекула. Колебательно-вращательные полосы. P, R, Q ветви. Энергетические зоны в кристалле. Полупроводники, p-n переход. Полупроводниковые диоды и триоды.	Л	Выполняет следующие виды работ: проведение необходимых расчетов по теме дисциплины
4	Интерферометр Фабри-Перо. Непрерывные газовые лазеры. He-Ne и CO2лазеры. Полупроводниковые лазеры. Получение инверсии. Предельная ширина линии. Фотодиоды. Быстродействие. Шумы фотодиода.	Л	Выполняет следующие виды работ: владение терминологией по теме дисциплины

5	Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Релятивистское преобразование частоты. Эффект Доплера. Гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Двухуровневая система в резонансном монохроматическом поле. Частота Раби.	Пр	Выполняет следующие виды работ: умение пользоваться пакетами прикладных программ для расчета физических процессов и явлений
6	Радиационная вероятность перехода. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Резонансный коэффициент поглощения сильной бегущей волны в газе (неподвижные атомы). Параметр насыщения. Резонанс насыщенного поглощения в газе. Провал Лэмба.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет физических процессов и явления в пакетах прикладных программ

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1/НА.2,ПК-2/НА.1,ПК-2/НА.3	10	0
: Нюшков Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. [В 2 ч.]. Ч. 1 : учебное пособие / Б. Н. Нюшков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 53, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127665				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1/НА.2	43	5
: Нюшков Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. [В 2 ч.]. Ч. 1 : учебное пособие / Б. Н. Нюшков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 53, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127665 Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022				
3	Подготовка к аттестации	ПК-2/НА.3	10	0
: Нюшков Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. [В 2 ч.]. Ч. 1 : учебное пособие / Б. Н. Нюшков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 53, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127665				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1/НА.2,ПК-2/НА.1,ПК-2/НА.3	42	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	e-mail
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: взаимодействие преподавателя и учащегося, свободный обмен мнениями, идеями и взглядами по исследуемому вопросу.	

2	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения: Лекция-дискуссия представляет собой объединение обычной лекции с дискуссиями об изложенном учебном материале. Во время дискуссионной фазы учебный материал лекции анализируется, освещается и оценивается со всех сторон. В дискуссию должны включаться по возможности все участник	

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Практические занятия:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022"		
РГЗ/Реферат:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022"		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Нюшков Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. [В 2 ч.]. Ч. 1 : учебное пособие / Б. Н. Нюшков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 53, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127665"		

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-1/НА	ПК-1/НА 2. Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	+	+
ПК-2/НА	ПК-2/НА 1. Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники		+
	ПК-2/НА 3. Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Пойзнер, Б. Н. Физические основы лазерной техники : учебное пособие / Б.Н. Пойзнер. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 160 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/textbook_592d268c487362.64807642. - ISBN 978-5-16-012817-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1214884 (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Чернышев, А. П. Введение в физику твердого тела и нанофизику. Специальный курс физики. Конспект лекций : учебное пособие / А. П. Чернышев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-4048-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152330 (дата обращения: 20.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Милюков, С.П. Лазеры в микро- и наноэлектронике : учеб. пособие / С.П. Малюков, А.В. Саенко, Ю.В. Клунникова, А.В. Палий ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 111 с. - ISBN 978-5-9275-3083-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1039795 (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Цаплин, А. И. Методы измерений в волоконной оптике : учебное пособие / А. И. Цаплин, М. Е. Лихачев ; под общей редакцией А. И. Цаплина. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 227 с. — ISBN 978-5-398-00727-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160734 (дата обращения: 20.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физические основы лазерной технологии: Учебное пособие / Менушенков А.П., Неволин В.Н., Петровский В. - М.:НИЯУ 'МИФИ', 2010. - 212 с. ISBN 978-5-7262-1252-4 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=566261 - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики : журнал / Университет ИТМО : сайт. – Санкт-Петербург. – 2001 –. – ISSN (print version) – 2226-1494 ; ISSN (online version) – 2500-0373. – URL: https://ntv.ifmo.ru/ (дата обращения: 28.04.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Нюшков Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. [В 2 ч.]. Ч. 1 : учебное пособие / Б. Н. Нюшков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 53, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127665

2. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD - это интегрированная система программирования, ориентированная на проведение математических и инженерно-технических расчетов. PTC MathCAD

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

3 Операционная система Microsoft Windows

4 пакет программ для численного анализа данных и научной графики OriginLab Corporation OriginPro Academic

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	для демонстрации наглядного материала