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

Кафедра лазерных систем

“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
Волоконная оптика и волоконные лазерные системы

Образовательная программа: 16.04.01 Техническая физика, магистерская программа: Лазерные системы в науке и технике

Курс: 1, семестр : 1

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	43
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	32
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	17
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	9
11	Самостоятельная работа, час.	65
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 16.04.01 Техническая физика

ФГОС введен в действие приказом №699 от 02.06.2020 г. , дата утверждения: 10.07.2020 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 16.04.01 Техническая физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЛС, 31.08.2026

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

Заведующий кафедрой:

доцент, к.ф-м.н. Нюшков Б. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Нюшков Б. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-2.В/НА Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	ПК-2.В/НА. 1 Знает системы для управления лазерным излучением и методов проектирования, настройки и тестирования таких систем

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-2.В/НА. 1 Знает системы для управления лазерным излучением и методов проектирования, настройки и тестирования таких систем	
Знает физические принципы распространения оптического излучения в волокне	Практические занятия; Самостоятельная работа
Элементную базу волоконных оптических систем	Практические занятия; Самостоятельная работа
Умеет расчитывать параметры оптоволоконных систем	Практические занятия; Самостоятельная работа
Имеет опыт проектирования волоконных лазеров	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Физические основы волоконных оптических ссистем					
1. Распространение излучения в оптоволокне (приближение геометрической оптики)	2	1	0	ПК-2.В/НА. 1	Представление вводной информации. Изучение базового принципа распространения излучения в оптоволокне и базовой конструкции оптоволокна.
2. Распространение излучения в оптоволокне (приближение волновой оптики)	2	1	0	ПК-2.В/НА. 1	Изучение пространственных мод излучения в волоконных световодах и зависимости модового состава излучения от структурных параметров оптоволокна

3. Качество лазерного пучка на выходе из волокна	1	1	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение способов оценки качества пучка в сравнении с параметрами идеального Гауссового пучка
4. Диаметр поля моды и согласованный ввод излучения в волокно	1	1	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение понятия диаметр поля моды и зависимости этого параметра от структурных параметров волокна
5. Потери в оптическом волокне	2	1	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение понятия и меры оптических потерь, а также физических механизмов возникновения потерь в оптоволокне и способов минимизации потерь
6. Дисперсия в волокне	2	1	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение понятия и меры дисперсии для оптического сигнала в оптоволокне, а также физических механизмов возникновения дисперсии в оптоволокне и способов минимизации негативного влияния дисперсии
Дидактическая единица: Волоконные лазеры					
7. Волоконные лазеры	2	1	0	ПК-2.В/НА.1	Представление вводной информации. Изучение базовой конструкции волоконных лазеров и основных типов активных волокон, применяемых в лазерах.
8. Элементная база волоконных лазеров	4	2	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение принципов действия, базовых конструкций и способов изготовления волоконных элементов, а также ключевых факторов, определяющих рабочие характеристики элементов.
9. Топологии резонаторов волоконных лазеров	4	2	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение топологических особенностей и функциональных возможностей различных типов волоконных резонаторов в контексте режимов и характеристик генерации.
10. Режимы генерации и способы их достижения в волоконных лазерах	4	2	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение различных импульсных и непрерывных режимов генерации, а также способов их достижения в волоконных лазерах.

11. Волоконные лазеры на основе вынужденного комбинационного рассеяния	4	2	0	ПК-2.В/НА.1	Изучение механизма вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) в волоконных световодах, способов и особенностей лазерной генерации на основе ВКР
12. Мощные Yb волоконные лазеры киловаттного класса с высоким качеством пучка	4	2	0	ПК-2.В/НА.1	Представление вводной информации. Изучение физических факторов, ограничивающих возможности увеличения мощности волоконных лазеров, а также способов модификации конструкции волоконных лазеров их элементов для значительного увеличения мощности и энергетических характеристик в целом.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Распространение излучения в оптоволокне (приближение геометрической оптики)	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучает структурные параметры волокна, вычисляет угловую и числовую апертуру оптического волокна со ступенчатым профилем показателя преломления
2	Распространение излучения в оптоволокне (приближение волновой оптики)	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Определяет номенклатуру направляемых мод в зависимости от структурных параметров волокна, опираясь на решение волнового уравнения при соответствующих граничных условиях
3	Качество лазерного пучка на выходе из волокна	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучает способ количественной оценки качества пучка (по параметру M2) на выходе волокна со ступенчатым профилем показателя преломления, зная значения структурных параметров волокна
4	Диаметр поля моды и согласованный ввод излучения в волокно	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучает способ определения диаметра поля моды для одномодового волокна и рассчитывает параметры фокусировки лазерного луча для согласованного ввода в волокно

5	Потери в оптическом волокне	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучение способов количественного учета потерь в логарифмических единицах измерения и практических способов минимизации и компенсации потерь оптоволоконных линиях
6	Дисперсия в волокне	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучение способов количественного учета эффектов дисперсии и оценки ограничений на максимальную скорость передачи данных из-за дисперсии в волоконных линиях. Изучение практических способов минимизации и компенсации дисперсии в оптоволоконных линиях и лазерах.
7	Волоконные лазеры	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучение базовой конструкции волоконных лазеров и основных типов активных волокон на основе редкоземельных элементов, соотнесение схем энергетических уровней в них с лазерными переходами и длинами волн генерации.
8	Элементная база волоконных лазеров	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучение зависимости ключевых характеристик оптоволоконных элементов от их структурных параметров. Расчет рабочих характеристик оптоволоконных элементов по их структурных параметрам.
9	Топологии резонаторов волоконных лазеров	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Проектирование волоконных резонаторов с различной топологией с подбором необходимых функциональных оптоволоконных элементов.
10	Режимы генерации и способы их достижения в волоконных лазерах	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Проектирование конструкций резонаторов с подбором функциональных оптоволоконных элементов необходимых для реализации того или иного режима генерации. Изучение и сравнительный особенностей различных режимов генерации.
11	Волоконные лазеры на основе вынужденного комбинационного рассеяния	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Изучение и определение условий возникновения вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) в волоконных световодах и ВКР генерации в волоконных лазерах. Проектирование резонатора волоконного ВКР лазера для достижения требуемой длины волны генерации, в том числе методом каскадного ВКР.

12	Мощные Yb волоконные лазеры киловаттного класса с высоким качеством пучка	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняет следующие виды работ: Оценка предельной мощности лазеров на основе Yb-волокна в зависимости от диаметра поля моды с учетом порога оптического пробоя, порога ВКР и тепловой нагрузки. Оценка эффективности изгибной фильтрации мод высшего порядка в маломодовых активных волокнах (LMA) в мощных волоконных лазерах и степени улучшения качества выходного пучка.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	ПК-2.В/НА.1	45	7
Повторение теоретического материала: Варданян, В. А. Волноводная фотоника. Примеры расчетно-графических работ : учебное пособие для вузов / В. А. Варданян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-507-47524-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/386405 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Фотоника и оптоинформатика: волоконно-оптические квантовые генераторы : учебно-методическое пособие / Ю. А. Конин, И. Л. Вольхин, М. И. Булатов [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-398-03187-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/492458 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.			
2	Подготовка к аттестации	ПК-2.В/НА.1	20	2
Подготовка к экзамену, подробная информация приведена в приложении №2 : Варданян, В. А. Волноводная фотоника. Примеры расчетно-графических работ : учебное пособие для вузов / В. А. Варданян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-507-47524-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/386405 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Фотоника и оптоинформатика: волоконно-оптические квантовые генераторы : учебно-методическое пособие / Ю. А. Конин, И. Л. Вольхин, М. И. Булатов [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-398-03187-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/492458 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.			

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	e-mail; Портал НГТУ; Чат
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

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: 1		
Практические занятия:	30	60
Экзамен:	20	40

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	**Индикаторы достижения компетенций**	**Формы контроля**	
			Экзамен
ПК-2.В/НА	ПК-2.В/НА 1. Знает системы для управления лазерным излучением и методов проектирования, настройки и тестирования таких систем		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Сахабутдинов, А. Ж. Введение в волоконно-оптические измерения : учебное пособие / А. Ж. Сахабутдинов, В. И. Анфиногентов, Т. А. Аглиуллин. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2024. — 140 с. — ISBN 978-5-7579-2706-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/453314 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Варданян, В. А. Основы волноводной фотоники / В. А. Варданян. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 204 с. — ISBN 978-5-507-46859-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/322640 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 236 с. — ISBN 978-5-507-47811-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/327554 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

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. Комаров А. К. Нелинейная динамика формирования и взаимодействия ультракоротких импульсов в лазерах с пассивной синхронизацией мод : [монография] / А. К. Комаров, К. П. Комаров, А. К. Дмитриев.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.- 286, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236514.- Доп. тит. л., огл. англ.

Интернет-ресурсы

1. Утетлеу, Б. Основные принципы выбора измерительных приборов для строительства волоконно-оптических линий связи / Б. Утетлеу, Б. П. Хромой // Телекоммуникации и информационные технологии. – 2018. – Т. 5. – № 2. – С. 43-47. – Текст : электронный. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36646471 (дата обращения: 13.12.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Волоконно-оптические источники квантового сжатия света /А.В. Андрианов, Н.А. Калинин, А.А. Сорокин и др. // Автометрия, 2023. – №1. – с. 34-35. – DOI: 10.15372/AUT20230104. – URL: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=185817&ARTICLE_ID=185821 (дата обращения: 14.06.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Варданян, В. А. Волноводная фотоника. Примеры расчетно-графических работ : учебное пособие для вузов / В. А. Варданян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-507-47524-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/386405 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фотоника и оптоинформатика: волоконно-оптические квантовые генераторы : учебно-методическое пособие / Ю. А. Конин, И. Л. Вольхин, М. И. Булатов [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-398-03187-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/492458 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных программ The Document Foundation LibreOffice

3 Язык программирования Python

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

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Измеритель частот(волн) электромаг. излучения в обл. пропуск.оптовол.линий связи LSA-IR	Изучение раьботы волоконных лазеров
2	Компьютерный класс №43	Проведение практических занятий
3	Генератор сигналов (с рубидиевым ОГ) Stanford RS SG384	Изучение раьботы волоконных лазеров

4	Блок управления фемтосекундным волоконным синтезатором FC1500-250-WG	Изучение раьботы волоконных лазеров
5	Лазер фемтосекундный волоконный	Изучение раьботы волоконных лазеров
6	Многоканальный инфракрасный спектрометр	Изучение раьботы волоконных лазеров
7	Фотодетектор высокоскоростной Alphalas UPD-40-UVIR-D 350-1700 нм	Изучение раьботы волоконных лазеров