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
Лазерная метрология

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

Курс: 1 2, семестры : 2 3

Физико-технический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	2	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	37	27
4	Лекции, час.	14	8
5	Практические занятия, час.	14	8
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	14	6
8	из них практической подготовки, час.	14	8
9	Аттестация, час.	2	2
10	Консультации, час.	7	9
11	Самостоятельная работа, час.	71	81
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р	Р
13	Вид аттестации	З	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, по выбору студента

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-1.В/НА Способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных
	ПК-1.В/НА. 6 Знает современные проблемы квантовой метрологии

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/НА. 6 Знает современные проблемы квантовой метрологии	
о основых физических принципов построения лазерного стандрата частоты и времени	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
разрабатывать оптические схемы, расчитывать ошибки и погрешности, работать с таблицами результатов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
о шкале времени и пространстве, физических величинах, принципах относительности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
основы современной лазерной, квантовой метрологии	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
производить измерения с использованием лабораторного оборудования, измерять частотные характеристики лазеров	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: 2					
Дидактическая единица: Лазерная метрология					
1. Общие проблемы метрологии. Основные определения (величина, мера и т.д.), общие основные проблемы метрологии	2	0	0	ПК-1.В/НА. 6	Изложение теоретического материала
2. Время и современная метрология.	2	0	0	ПК-1.В/НА. 6	Изложение теоретического материала
3. Квантовая метрология. Общие принципы, общие требования.	2	0	0	ПК-1.В/НА. 6	Изложение теоретического материала
4. Концепции оптической (лазерной) метрологии. Радикальное развитие принципов квантовой метрологии в оптической области спектра.	2	0	0	ПК-1.В/НА. 6	Изложение теоретического материала
Дидактическая единица: Определение параметров лазерного стандарта частоты					

5. Стандарты частоты: а) Атом водорода, Н- стандарт; б) Стандарт с пучком атомов Cs; в) Rb стандарт частоты; г) Оптический стандарт частоты и времени (оптические часы)	6	0	0	ПК-1.В/НА.6	Изложение теоретического материала
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Определение параметров лазерного стандарта частоты					
6. Современное построение оптических часов (ОЧ).	4	0	0	ПК-1.В/НА.6	Изложение теоретического материала
7. Формирование систем регулирования с несколькими кольцами обратной связи и их согласование.	4	0	0	ПК-1.В/НА.6	Изложение теоретического материала

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Лазерная метрология					
1. Единый эталон времени и длины. Проверка физических констант.	4	4	4	ПК-1.В/НА.6	решение типовых заданий
2. Астрономическое время, шкала времени и т.д., физика времени, абсолютные время и пространство ньютоновской механики, время и свет в теории относительности.	6	6	6	ПК-1.В/НА.6	обсуждение теоритического материала, решение типовых заданий
3. Квантовая метрология и физические константы. Периодические процессы - физические константы и частота.	4	4	4	ПК-1.В/НА.6	решение типовых заданий
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Определение параметров лазерного стандарта частоты					
4. Построение функций распределения результатов измерений	1	1	1	ПК-1.В/НА.6	Проведение измерений, решение типовых заданий
5. Определение функции распределения с учетом случайных флуктуаций.	1	1	1	ПК-1.В/НА.6	Проведение измерений, решение типовых заданий
6. Оценка параметра Аллана.	2	2	2	ПК-1.В/НА.6	Проведение измерений, решение типовых заданий
7. Ввлияние различных причин на точность воспроизведения частоты лазерного стандарта (систематические и случайные погрешности, временной дрейф частоты).	2	2	2	ПК-1.В/НА.6	Проведение измерений, решение типовых заданий

8. Оптимальные параметры системы регулирования.	2	2	2	ПК-1.В/НА.6	Проведение измерений, решение типовых заданий

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Единый эталон времени и длины. Проверка физических констант.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых заданий
2	Астрономическое время, шкала времени и т.д., физика времени, абсолютные время и пространство ньютоновской механики, время и свет в теории относительности.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых заданий
3	Квантовая метрология и физические константы. Периодические процессы - физические константы и частота.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых заданий
4	Построение функций распределения результатов измерений	Пр	Выполняет следующие виды работ: проведение измерений, решение типовых заданий
5	Определение функции распределения с учетом случайных флуктуаций.	Пр	Выполняет следующие виды работ: проведение измерений, решение типовых заданий
6	Оценка параметра Аллана.	Пр	Выполняет следующие виды работ: проведение измерений, решение типовых заданий
7	Ввлияние различных причин на точность воспроизведения частоты лазерного стандарта (систематические и случайные погрешности, временной дрейф частоты).	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых заданий
8	Оптимальные параметры системы регулирования.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых заданий

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.6	24	3
: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.6	24	0
Изучение тем, рассмотренных на лекциях: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.6	23	4
: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.6	24	5
: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				
2	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.6	23	4

: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				
3	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.6	34	0
Изучение тем, рассмотренных на лекциях: Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676				

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; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; 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: 2		
Практические занятия:	0	50
РГЗ/Реферат:	15	30
Зачет:	20	20
Семестр: 3		
Практические занятия:	0	30
РГЗ/Реферат:	15	30
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		
		Защита РГЗ/Р	Зачет	Экзамен
ПК-1.В/НА	ПК-1.В/НА 6. Знает современные проблемы квантовой метрологии	+	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Введение в квантовые стандарты частоты : учебное пособие / А. В. Клюев, К. Г. Мишагин, В. А. Поляков [и др.]. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2023. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/431495 (дата обращения: 10.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Жмудь В. А. Электронные системы для прецизионного управления лазерным излучением : учебное пособие / В. А. Жмудь ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.- 433, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236522

Дополнительная литература

1. Клементьев В. М. Прикладная лазерная метрология. (Конспективное изложение) : учебное пособие / В. М. Клементьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 77, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000085645. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

2. cРусско-англо-китайский словарь терминов по лазерной технике и технологиям : учебное пособие для вузов / Ц. Ма, В. Хуа, Ц. Лю [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 852 с. — ISBN 978-5-507-51325-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/510042 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Клюев, А. В. Пассивный водородный стандарт частоты : учебное пособие / А. В. Клюев, К. Г. Мишагин, А. В. Якимов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2026. — 37 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/528678 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210458 (дата обращения: 28.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. A femtosecond frequency standard with an external high-finesse interferometer [Electronic recourse] / E. V. Baklanov, N. N. Golovin, S. V. Grigor’eva, A. K. Dmitriev // Optics and Spectroscopy. - 2016. - Vol. 121, No. 6. - P. 930–933. - Mode of access:https://link.springer.com/content/pdf/10.1134%2FS0030400X16120055.pdf. - Title from screen.

3. Соболев В.С. Оптимальные оценки параметров оптических сигналов / В. С. Соболев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 135 с.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Лобач О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 64, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240676

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

3 Программа автоматизации научно-технических вычислений MathWorks MATLAB

4 Язык программирования Python

5 программа для расчета лазерных резонаторов reZonator

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)	Проведение лекций. Защита РГЗ.

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение лекций. Выполнение расчетов.

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Оптический спектрометр LSA-VIS	Выполнение измерений
2	Осциллограф Agilent DS07014B	Выполнение измерений
3	Прецизионный интерометр Фабри-Перо	Выполнение измерений
4	Частотомер (с опцией до 8ГГц) Pendulum CNT-91 (o.13)	Выполнение измерений
5	Генератор сигналов (с рубидиевым ОГ) Stanford RS SG384	Выполнение измерений
6	Стабилизированный гелий-неоновый лазер Newport R-39727	Выполнение измерений
7	Блок управления фемтосекундным волоконным синтезатором FC1500-250-WG	Изучение работы систем регулирования для стабилизации частотных параметров лазерного излучения
8	Лазер фемтосекундный волоконный	Изучение работы систем регулирования для стабилизации частотных параметров лазерного излучения. Выполнение измерений
9	Фотодетектор высокоскоростной Alphalas UPD-40-UVIR-D 350-1700 нм	Выполнение измерений
10	Набор для позиционирования оптических элементов	Сборка оптических схем
11	Сотовая столешница для оптического стола 1HT09-18-20	Сборка оптических схем
12	Лазер стабилизированный	Выполнение измерений