

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Лазеры и лазерные технологии**

по направлению подготовки  
**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки :  
**«Фундаментальная и прикладная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости.

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Освоить теоретические материал о физических основах применения лазеров и лазерного излучения в современных технологиях, типах и характеристиках лазерных систем, свойствах лазерного излучения важных для практического применения в технике, медицине, научных исследованиях и других приложениях;

Овладеть практическими навыками при эксплуатации и обслуживании современной лазерной техники, ее эффективным и безопасном применении для различных практических приложений.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый семестр, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Методы математической физики, Электричество и магнетизм, Оптика, Физика лазеров.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

– лекции: 24 ч.;

– лабораторные работы: 28 ч.

– в том числе практическая подготовка: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Лекции:

Тема 1. Введение в лазерные технологии

Создание лазера. Нобелевские премии, связанные с лазерными технологиями. Определение современных лазерных технологий, отличие от оптических технологий.

Основные области применения. Свойства лазерного излучения, используемы в лазерных технологиях: монохроматичность, когерентность, поляризация, мощность. Временные параметры.

Тема 2. Эксплуатация и обслуживание лазерной техники

Обоснование выбора и экономические характеристики использования лазеров. Ресурс работы лазеров, разрушаемые и деградируемые компоненты. Разрушение оптических элементов, оптический пробой. Основные операции по обслуживанию лазерной техники.

Тема 3. Лазерные методы измерений

Физические основы лазерных методов измерения. Интерферометр Майкельсона, оптическое гетеродинамирование, эффект Доплера, интерферометрия и когерентность излучения. Измерение расстояний: интерферометрический метод, телеметрический с модуляцией пучка, импульсный. Измерение линейной и угловой скорости. Лазерная профилометрия. Измерение размеров частиц, динамическое рассеяние света.

Тема 4. Лазеры в исследовании окружающей среды. Лазерное зондирование

Спектр пропускания атмосферы, рассеяние излучения в атмосфере. Лидары: Ми, КР, флуоресцентные, абсорбционные, ДПР, ионизационный (фемтосекундная феломентация), сравнение методов. Другие применения лидаров – топографическая съемка, контроль леса и водной поверхности, автопилот.

Тема 5. Лазерная спектроскопия

Виды лазерной спектроскопии – краткий обзор методов. Лазерная резонансная фотоионизационная спектроскопия, Внутридоплеровская лазерная спектроскопия, методы с временным разрешением: импульсный фотолиз и накачка-зонд.

Тема 6. Лазеры в химии

Селективное возбуждение химических реакций. Лазерное разделение изотопов. Управляемая термоядерная реакция.

Тема 7. Лазерная обработка материалов

Физика взаимодействия мощного лазерного излучения с материалами. Теплофизические и оптические свойства материалов. Режимы лазерного воздействия. Лазерная сварка. Лазерное испарение материалов, лазерная резка, пробивка отверстий, термоупрочнение, лазерная маркировка. Лазерное осаждение тонких пленок и синтез наночастиц методом лазерной абляции.

Тема 8. Основы голографии

История метода, физические основы, виды голограмм, цифровая голография. Применение голографии в промышленности, голографическая интерферометрия.

Тема 9. Лазеры в информационных технологиях

Оптическая запись и хранение информации. Голографическая память. Оптическая обработка информации. Передача информации в оптическом диапазоне Оптические линии связи – открытые и ВОЛС.

Тема 10. Физические основы применения лазеров в медицине

Общие положения, показания к применению. Направления лазерной медицины и их краткий обзор. Лазеры для биомедицины. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Оптические и теплофизические свойства биоткани. Перенос энергии. Основные процессы в биоткани. Отклик ткани на температуру.

Тема 11. Лазерная терапия

Иерархия взаимодействия и физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Фотодинамическая терапия. Биостимуляция. Низкоинтенсивная и высокоинтенсивная лазерная терапия. Модели лазерной терапии.

Тема 12. Лазерная диагностика

Обзор методов лазерной диагностики. Абсорбционные и калориметрические методы. Методы и приборы, основанные на светорассеянии (упругом, квазиупругом,

комбинационном), интерферометрии и голографии. Флуоресцентная лазерная диагностика. Конфокальная флуоресцентная микроскопия.

Тема 13. Лазерная хирургия

Основные принципы, виды воздействия, фокусировка, доставка, охлаждение, области применения. Протекание раневого процесса в мягких тканях – сравнение лазерного и механического рассеечения. Лазеры в косметологии и дерматологии. Лазеры в офтальмологии. Лазерная сварка ткани. Лазерная ангиопластика.

Тема 14. Другие применения лазеров

Лазеры в военной технике. Лазерное охлаждение. Лазерные стандарты частоты (времени). Перспективы развития лазерных технологий.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекций и лабораторных работ, проверки знаний при допуске к лабораторным работам и сдачи отчетов по выполненным лабораторным работам, и фиксируется в форме контрольной точки не менее раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» (<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23126>).

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) Методические указания по проведению лабораторных работ (<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23126>).

Перечень лабораторных работ:

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 1 Лазерное сверление (пробивка) отверстий.

Лабораторная работа № 2 Измерение спектров нестационарного поглощения органических молекул методом накачка-зонд.

Лабораторная работа № 3 Синтез коллоидных плазмонных наночастиц методом импульсной лазерной абляции.

Лабораторная работа № 4 Определение элементного состава мишени методом спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы.

Лабораторная работа № 5 измерение диаметра проволоки (нитей) малого диаметра дифракционным методом.

Лабораторная работа № 6 Конструкция и принцип действия конфокального лазерного флуоресцентного сканирующего микроскопа и рамановского спектрометра.

Лабораторная работа № 7 Конструкция и принцип действия импульсного лазерного ТГц спектрометра.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке лекционным занятиям и лабораторным работам;

- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- обработку результатов практических заданий, выполненных на лабораторных работах и составление отчета
- подготовку к дифференцированному зачету.  
Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.
  1. Лазеры в военной технике.
  2. Лазерное охлаждение.
  3. Лазерные стандарты частоты (времени).
  4. Перспективы развития лазерных технологий

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

- Дж. Рэди Промышленные применения лазеров, М.: Мир, 1981, 640 с. (John F. Ready Industrial Applications of Lasers (Second Edition), Elsevier Inc. 1997, 600 p.).
- Дудкин В.И. Пахомов Л.Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Уч. пособие, М.: Техносфера, 2006, 432 с.
- Григорьянц Л.Г., Шиганов И.Н., Мисюрлов А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие, М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 664 с.
- Лазеры: применения и приложения: Учебное пособие / Под ред. А. С. Борейшо. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 520 с.

### б) дополнительная литература:

- Звелто О. Принципы лазеров / Пер. под науч. ред. Т.А. Шмаонова, 4-ое изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2008, 720 с.
- Айхлер Ю., Лазеры. Исполнение, управление, применение / Пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. М.: Изд.-во Техносфера, 2008. – 438 с.

### в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы по лазерной физике и лазерным технологиям
- Журнал «Квантовая электроника» – <https://www.quantum-electron.ru>
- Информационный бюллетень лазерной ассоциации «Лазер-информ» <https://bibl.laser.nsc.ru/lazer-inform/>

## 13. Перечень информационных технологий

### а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

### б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

– Scopus – <https://www.scopus.com/>

– Web of Science – <https://clarivate.com/>

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Специализированная аудитория (аудитории) для проведения лабораторных работ, оснащенная стендами с соответствующим лазерным и метрологическим оборудованием, оптомеханикой, расходными материалами.

#### **15. Информация о разработчиках**

Светличный Валерий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра оптики и спектроскопии физического факультета ТГУ, доцент.