

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2026 17:24:09  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОПТИКА И ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **28.03.02 НАНОИНЖЕНЕРИЯ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Оптика и физика лазеров» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 4, 5 семестрах 2, 3 курсов. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 23 тем и направлена на изучение физических основ работы лазеров, устройства и типов современных лазеров, принципов формирования лазерного излучения, методов накачки активных сред, свойств оптических резонаторов, а также основных характеристик лазерного излучения и применения лазеров в наноинженерии и приборостроении. Студент изучает физические основы работы лазеров, историю создания, принцип вынужденного излучения, инверсию населённости, энергетические схемы. Рассматриваются устройство и типы оптических резонаторов, продольные и поперечные моды, добротность. Подробно изучаются свойства лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность, поляризация, а также методы контроля параметров (мощность, энергия, ширина линии, профиль пучка, расходимость и др.). Анализируются способы возбуждения активных сред: оптическая (ламповая и диодная), электрическая (самостоятельный и несамостоятельный разряды), химическая, тепловая (газодинамическая), а также схмотехника блоков накачки. Изучаются различные типы лазеров: газовые, твердотельные, полупроводниковые, жидкостные и волоконные. Рассматривается применение в наноинженерии и приборостроении, а также лазерная безопасность средства защиты при работе с лазерами.

Целью освоения дисциплины является получение теоретических основ и практических навыков в области оптики и физики современных лазеров для проектирования и сопровождения производства технических объектов и систем в наноинженерии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Оптика и физика лазеров» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

| Шифр  | Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)   |
|-------|--|--|
| ОПК-7 | Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии            | ОПК-7.1 Знает методологию проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;<br>ОПК-7.2 Умеет сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;<br>ОПК-7.3 Владеет методами проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии; |
| ПК-11 | Способен организовывать и проводить комплекс испытаний по оценке совокупности параметров инновационной продукции наноиндустрии | ПК-11.1 Знает методы испытаний по оценке совокупности параметров инновационной продукции наноиндустрии;<br>ПК-11.2 Владеет навыками организации комплекса испытаний по оценке совокупности параметров инновационной продукции наноиндустрии;   |
| ПК-9  | Способен осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства    | ПК-9.1 Знает методы интеграции топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства;<br>ПК-9.2 Умеет осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства;   |

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Оптика и физика лазеров» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Оптика и физика лазеров».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр  | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины/модули, практики*   | Последующие дисциплины/модули, практики*  |
|-------|--|---|---|
| ОПК-7 | Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии            | Основы наноустройств;<br>Электротехника;<br>Квантовая электроника;<br>Теоретическая механика; | Преддипломная практика;<br>Технологическая практика (учебная);<br>Научно-исследовательская работа;<br>Технологическая практика;<br>Основы проектирования лазеров;       |
| ПК-11 | Способен организовывать и проводить комплекс испытаний по оценке совокупности параметров инновационной продукции наноиндустрии |   | Организация и управление жизненным циклом высокотехнологичной продукции;<br>Технологическая практика;<br>Преддипломная практика;<br>Технологическая практика (учебная); |
| ПК-9  | Способен осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства    | Электротехника;   | Основы проектирования лазеров;<br>Технологическая практика;<br>Преддипломная практика;  |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Оптика и физика лазеров» составляет «9» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы                        | ВСЕГО, ак.ч. |     | Семестр(-ы) | Семестр(-ы) |
|---|--------------|-----|-------------|-------------|
|   |              |     | 4           | 5           |
| Контактная работа, ак.ч                   | 122          |     | 68          | 54          |
| Лекции (ЛК)                               | 52           |     | 34          | 18          |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 53           |     | 17          | 36          |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)     | 17           |     | 17          | 0           |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 139          |     | 76          | 63          |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 63           |     | 36          | 27          |
| Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.       | ак.ч.        | 324 | 180         | 144         |
|   | зач.ед.      | 9   | 5           | 4           |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы\*

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины   | Наименование темы |   | Содержание темы   | Вид учебной работы* |
|---------------|-----------------------------------|-------------------|---|---|---------------------|
| Раздел 1      | Физические основы лазеров         | 1.1               | История создания лазеров                    | Предсказание и открытие вынужденного излучения, создание мазера и первого лазера, роль Басова, Прохорова, Таунса.                                     | ЛК, СЗ              |
|               |                                   | 1.2               | Основные понятия и определения              | Лазер как квантовый генератор, спектр ЭМИ, корпускулярно-волновой дуализм. Дискретные уровни, инверсия населённостей, трёх- и четырёхуровневые схемы. | ЛК, ЛР              |
|               |                                   | 1.3               | Принципы структурной композиции лазеров     | Активная среда, система накачки, резонатор. Пороговый коэффициент усиления, баланс потерь. Открытый резонатор.  | ЛК, СЗ              |
|               |                                   | 1.4               | Параметры и характеристики излучения        | Энергетические, спектральные, временные, пространственные параметры. Когерентность, поляризация. Методы измерения.                                    | ЛК, ЛР, СЗ          |
|               |                                   | 1.5               | Классификация лазеров                       | По активной среде, способу накачки, длине волны, мощности, режиму работы, назначению.   | ЛК, СЗ              |
| Раздел 2      | Оптические резонаторы             | 2.1               | Формирование излучения в резонаторе         | Интерференция волн, стоячие волны, собственные частоты. Продольные и поперечные моды. Добротность.  | ЛК, ЛР              |
|               |                                   | 2.2               | Управление характеристиками излучения       | Селекция мод, модуляция добротности (гигантские импульсы), синхронизация мод. Устойчивые и неустойчивые резонаторы.                                   | ЛК, ЛР, СЗ          |
| Раздел 3      | Способы возбуждения активных сред | 3.1               | Свойства газового разряда                   | Тлеющий и дуговой разряды, параметры плазмы, эффективность накачки газовых лазеров.   | ЛК                  |
|               |                                   | 3.2               | Вольт-амперная характеристика               | Участки несамостоятельного и самостоятельного разряда, таунсендовский, тлеющий, дуговой разряды.  | ЛК, ЛР              |
|               |                                   | 3.3               | Несамостоятельный и самостоятельный разряды | Фотоионизация, ионизация пучком электронов, вспомогательный разряд. ТЕА СО <sub>2</sub> -лазеры, эксимерные лазеры                                    | ЛК                  |
|               |                                   | 3.4               | Схемотехника блоков накачки                 | Линейные и импульсные блоки, регулировка тока (резистивные, секционированные, ШИМ-регуляторы).  | ЛК, СЗ              |
|               |                                   | 3.5               | Оптическая накачка                          | Ламповая и диодная накачка, поперечная и продольная схемы. Спектральное согласование, эффективность.  | ЛК                  |
|               |                                   | 3.6               | Химическая накачка                          | Энергия экзотермических реакций, HF/DF и COIL лазеры.   | ЛК                  |
|               |                                   | 3.7               | Тепловая (газодинамическая) накачка         | Адиабатическое расширение газа, сверхзвуковое сопло, ГДЛ на СО <sub>2</sub>   | ЛК                  |
| Раздел 4      | Виды лазеров                      | 4.1               | Лазеры на смесях нейтральных атомов         | He-Ne лазер: донор He, схема уровней, генерация 632,8 нм. Конструкция, применение.  | ЛК, ЛР, СЗ          |
|               |                                   | 4.2               | Ионные лазеры                               | Ag <sup>+</sup> , Kr <sup>+</sup> лазеры, высокая плотность тока, магнитное сжатие разряда. Спектр 488, 514 нм, применение.                           | ЛК, ЛР              |
|               |                                   | 4.3               | Лазеры на парах металлов                    | Cu-лазер (510,6; 578,2 нм), Au-лазер (627 нм). Высокая температура, импульсный режим. He-Cd, цезиевый с диодной накачкой.                             | ЛК, СЗ              |
|               |                                   | 4.4               | Молекулярные и газодинамические лазеры      | СО <sub>2</sub> -лазер (9,2–11 мкм), роль N <sub>2</sub> и He. ТЕА, волноводные, ГДЛ. Применение: резка, сварка.                                      | ЛК, ЛР              |
|               |                                   | 4.5               | Химические лазеры                           | HF/DF (2,7–4,2 мкм), COIL (1,315 мкм) – синглетный кислород, йод. Конструкция, эжекторы, применение.  | ЛК, СЗ              |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы | Содержание темы   | Вид учебной работы* |
|---------------|---------------------------------|-------------------|---|---------------------|
|               |                                 | 4.6               | Эксимерные лазеры<br>ArF, KrF, XeCl, XeF. Накачка электронным пучком или разрядом с УФ-предыонизацией. Ширина линии 10–100 нм.  | ЛК                  |
|               |                                 | 4.7               | Твердотельные и волоконные лазеры<br>Nd:YAG, Nd:YLF, Nd:YVO <sub>4</sub> , Nd:Glass. Эрбиевые, тулий-гольмиевые. Александрит, Ti:Sa. Дисковые лазеры. Волоконные с двойной оболочкой, на фотонных кристаллах. | ЛК, СЗ              |
|               |                                 | 4.8               | Полупроводниковые лазеры<br>р-п переход, инжекция, гетероструктуры, квантовые ямы. DFB, VCSEL, VECSEL, квантово-каскадные. Характеристики, пороговый ток, расходимость  | ЛК                  |
|               |                                 | 4.9               | Лазерная безопасность<br>Классы опасности, ПДУ, средства защиты. Выполнение курсовой работы: анализ выбранного типа лазера, структура научной статьи.   | ЛК, СЗ              |

\* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории              | Оснащение аудитории   | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|---|--|
| Лекционная                 | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.   | Нет  |
| Лаборатория                | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.  | ПО для обработки и визуализации данных.  |
| Семинарская                | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций. | ПО для обработки и визуализации данных.  |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.                                  | ПО для обработки и визуализации данных.  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2023. 304 с.
2. Борейшо А. С., Борейшо В. А., Евдокимов И. М., Ивакин С. В. Лазеры: применения и приложения: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. 520 с.
3. Панов М. Ф., Соломонов А. В. Физические основы фотоники: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 564 с.
4. Богданов А.В., Голубенко Ю.В. Волоконные технологические лазеры и их применение: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 236 с.
5. Шаховой Р.А. Динамика полупроводниковых лазеров: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 404 с.

### Дополнительная литература:

1. Можаров Г.А. Основы физики оптики: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 196 с.

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров
  - Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
  - ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
  - ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
  - ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
  - ЭБС «Троицкий мост»
2. Базы данных и поисковые системы
  - электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
  - поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Оптика и физика лазеров».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Доцент

---

Должность

Синельников А.О.

---

Фамилия И.О

Попов С.В.

---

Фамилия И.О

Макеев М.О.

---

Фамилия И.О