

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

Авторы-составители: **Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Код УМК 95912

Утверждено
Протокол №9
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физические основы лазерной техники

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физические основы лазерной техники** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

ПК.3 согласование выбора технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтпригодности, доступности сервиса производителя и поставок запчастей

Индикаторы

ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	60
Проведение лекционных занятий	36
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	120
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физические основы лазерной техники

Физические основы работы лазеров

Принципы работы. Типы лазеров. Основные параметры лазеров. Свойства лазерного излучения. Временная когерентность. Длина когерентности. Интерференция и дифракция света. Дифракционные приборы. Принцип Гюйгенса-Френеля. Гауссов пучок. Энергетическая эффективность резонатора. Потери излучения в оптической системе. Поляризация. Фокусировка лазерного излучения.

Оптические системы лазеров и их свойства

Аберрации оптических систем. Оптические резонаторы. Потери в оптических резонаторах. Плоский резонатор. Резонаторы со сферическими зеркалами. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Конфокальный резонатор. Резонаторы с произвольными сферическими зеркалами. Неустойчивые резонаторы и селекции поперечных типов колебаний. Элементы оптических систем лазеров.

Материалы для оптических элементов лазеров

Материалы для активных элементов твердотельных лазеров. Стекла для активных элементов лазеров. Материалы для элементов проходной оптики. Диэлектрические покрытия зеркал и защитные просветляющие покрытия. Материалы для элементов отражательной оптики. Оптические цветные стекла. Материалы для поляризационных элементов. Материалы для интерференционных покрытий.

Лазерная техника

Устройства управления лазерным излучением. Использование оптоволокна для транспортировки излучения лазеров. Волоконно-оптические элементы. Оптические детали и узлы. Охлаждаемая лазерная оптика. Лазерная технология полупроводников. Оптическая система технологических лазеров.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Радиоэлектроника. Фронтальный лабораторный практикум для студентов физического факультета: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Физика", "Нанотехнологии и микросистемная техника", а также по специальности "Информационная безопасность автоматизированных систем"/М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь: ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3330-2.-102.-Библиогр.: с. 36, 69, 86 <https://elis.psu.ru/node/583929>
2. Квантовая и полупроводниковая электроника: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3032-5.-1.-Библиогр. в конце разд. <https://elis.psu.ru/node/494001>

Дополнительная:

1. Физика твердого тела : учебное пособие / А. А. Корнилович, В. И. Ознобихин, И. И. Суханов, В. Н. Холявко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 71 с. — ISBN 978-5-7782-2160-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45187.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

[http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Optika-lazerov-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-](http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Optika-lazerov-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-55149/1/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%95.%D0%92.%20%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D)

[55149/1/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%95.%D0%92.%20%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D](http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Optika-lazerov-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-55149/1/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%95.%D0%92.%20%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D) Е.В.Тимченко Оптика лазеров

https://docviewer.yandex.ru/view/7816473/?page=1&*=PEtsk0UM3tnC%2Fp6duiOWDZ6lk3x7InVybcI6Imh0dHBzOi8vZGwuYm9va3NIZS5vcmcvZ2VuZXNpcy83OTIwMDAvM2U0ZTdhZGVhNDBkZDlhZmU0ZGQxYTQzY2Q2ZTFmZWUvX2FzL1tNZW51c2h1bmtvdixfTmV2b2xpbi9UGV0cm92c2t5XV9GaXp А.П. Менушенков, В.Н. Неволин, В.Н. Петровский Физические основы лазерной технологии

<https://books.google.ru/books?id=fXaYDwAAQBAJ&pg=PA99&lpg=PA99&dq=%D0%90.%D0%9F.+%D0%9C%D0%B5%D0%BD%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2,+%D0%92.%D0%9D.+%D0%9D%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD,+%D0%92.%D0%9D.+%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%8> Лазеры в микро- и наноэлектронике А.

Палий, А. Саенко, Ю. Клунникова, С.Малюков

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физические основы лазерной техники** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель)«WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Лабораторные занятия проходят в Лаборатории материаловедения, оснащенной специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте оборудования.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физические основы лазерной техники**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.3

согласование выбора технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтпригодности, доступности сервиса производителя и поставок запчастей

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса</p>	<p>Знать физическую природу процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами. Уметь выбирать оптимальный тип лазера для осуществления того или иного технологического процесса., строить оптимальную схему лазерной технологической установки. Владеть знаниями основ физики твердого тела, лазерной физики, квантовой механики для интерпретации направлений использования лазерной техники.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает физическую природу процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами. Не умеет выбирать оптимальный тип лазера для осуществления того или иного технологического процесса., не умеет строить оптимальную схему лазерной технологической установки. Не владеет знаниями основ физики твердого тела, лазерной физики, квантовой механики для интерпретации направлений использования лазерной техники.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Студент знает физическую природу процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами, но не умеет выбирать оптимальный тип лазера для осуществления того или иного технологического процесса., умеет строить оптимальную схему лазерной технологической установки. Слабо владеет знаниями основ физики твердого тела, лазерной физики, квантовой механики для интерпретации направлений использования лазерной техники.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Студент знает физическую природу процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами. Умеет выбирать оптимальный тип лазера для осуществления того или иного технологического процесса., умеет строить оптимальную схему лазерной технологической установки. Не уверено отвечает на вопросы из области физики</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>твердого тела, лазерной физики, квантовой механики.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает физическую природу процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами. Умеет выбирать оптимальный тип лазера для осуществления того или иного технологического процесса., умеет строить оптимальную схему лазерной технологической установки. Владеет знаниями основ физики твердого тела, лазерной физики, квантовой механики для интерпретации направлений использования лазерной техники.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса	Оптические системы лазеров и их свойства Письменное контрольное мероприятие	Знание о принципах работы лазера. Знание о типах резонаторов. Знание о типах элементов оптических лазеров.
ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса	Материалы для оптических элементов лазеров Письменное контрольное мероприятие	Знание о типах материалов для активных элементов твердотельных лазеров. Знание о материалах для создания оптических элементов лазеров. Знание о методах создания интерференционных покрытий.
ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса	Лазерная техника Письменное контрольное мероприятие	Знание о методах управления лазерным излучением. Знание о методах транспортировки лазерного излучения. Знание о технологии изготовления полупроводниковых лазеров.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Оптические системы лазеров и их свойства

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Знание о типах резонаторов.	15
Знание о типах элементов оптических лазеров.	10
Знание о принципах работы лазера.	10

Материалы для оптических элементов лазеров

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знание о типах материалов для активных элементов твердотельных лазеров.	15
Знание о методах создания интерференционных покрытий.	10
Знание о материалах для создания оптических элементов лазеров.	10

Лазерная техника

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знание о технологии изготовления полупроводниковых лазеров.	14
Знание о методах управления лазерным излучением.	8
Знание о методах транспортировки лазерного излучения.	8