

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

**Авторы-составители: Пономарев Роман Сергеевич
Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины
ФОТОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ
Код УМК 97269

Утверждено
Протокол №10
от «20» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Фотонные методы измерений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Фотонные методы измерений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

ПК.3 Способен конструировать основные типы радиоэлектронных и оптоэлектронных устройств на основе базовых элементов, создаваемых методами микро- и наносистемной техники

Индикаторы

ПК.3.2 Применяет основные принципы построения различных оптоэлектронных схем, служащих основой современного приборостроения

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Фотонные методы измерений

Фотонные измерительные системы

Архитектура фотонных измерительных систем. Ключевые преимущества и недостатки. Источники оптического излучения: типы, основные характеристики и их измерение Приемники излучения: типы, основные характеристики.

Волоконно-оптические датчики

Волоконно-оптические датчики. Распределенные системы измерения температуры, деформации и вибрации.

Волоконно-оптические датчики. Точечные системы измерения температуры, деформации и вибрации. Основы работы с волоконными световодами. Поляризационные измерения. Волоконные решетки Брэгга. Измерение оптических потерь в волоконных световодах и кристаллах. Измерители профиля лазерного луча. Термоциклические измерения. Термокамеры, элементы Пельтье. Измерение состава и концентрации жидкостей.

Постановка и проведение эксперимента

Автоматизация эксперимента в фотонике: накопление, передача и обработка данных. Источники погрешности в фотонных методах измерений. Динамический диапазон фотонных измерительных систем. Датчики на основе фотонных интегральных схем. Измерение угловых скоростей на основе принципов фотоники.

Применение лазеров для изготовления экспериментальной оснастки и корпусов изделий. Изготовление оптических микролинз для датчиков приближения. Оптические векторные анализаторы. Фотонные датчики вибрации и изгиба. Измерение угловой скорости вращения тел.

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. Шандаров, В. М. Волоконно-оптические устройства технологического назначения : учебное пособие / В. М. Шандаров. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 198 с. — ISBN 978-5-86889-377-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13928>

2. Оптическое материаловедение. Материалы и оптические элементы в фотонике : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, Г. Н. Гончарова, С. В. Жуков. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 241 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/75385.html>

Дополнительная:

1. Шандаров, С. М. Введение в нелинейную оптику : учебное пособие для студентов направлений подготовки «Фотоника и оптоинформатика», «Электроника и нанoeлектроника», «Электроника и микроэлектроника» / С. М. Шандаров. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 41 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/72073.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbookshop.ru/67514.html> Основы фотоники. физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники

<http://www.iprbookshop.ru/93355.html> Фотоника. Применение фотонов в современных технологиях

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

Образовательный процесс по дисциплине **Фотонные методы измерений** 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».

Так же для освоения курса используется любая среда, позволяющая организовать передачу и накопление данных с помощью контроллера, например среда Arduino или LabView.

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 и Лаборатории компьютерного моделирования, оснащенных специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспортах лабораторий.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной 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
Фотонные методы измерений**

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

ПК.3

Способен конструировать основные типы радиоэлектронных и оптоэлектронных устройств на основе базовых элементов, создаваемых методами микро- и наносистемной техники

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.2 Применяет основные принципы построения различных оптоэлектронных схем, служащих основой современного приборостроения</p>	<p>Знать: способы измерения физических величин с помощью систем, построенных на принципах фотоники. Уметь: оценивать динамический диапазон и источники погрешности при измерении физической величины методами фотоники. Владеть: методами измерения температуры, деформации, давления газа, концентрации раствора жидкости, построенными на основе принципов фотоники.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает способы измерения физических величин с помощью систем, построенных на принципах фотоники, не умеет оценивать динамический диапазон и источники погрешности при измерении физической величины методами фотоники. Не владеет методами измерения температуры, деформации, давления газа, концентрации раствора жидкости, построенными на основе принципов фотоники.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Студент знает способы измерения физических величин с помощью систем, построенных на принципах фотоники, дает оценку динамического диапазона и источникам погрешности при измерении физической величины методами фотоники с помощью преподавателя. Владеет не всеми методами измерения температуры, деформации, давления газа, концентрации раствора жидкости, построенными на основе принципов фотоники.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Студент знает способы измерения физических величин с помощью систем, построенных на принципах фотоники, дает оценку динамического диапазона и источникам погрешности при измерении физической величины методами фотоники. Не уверенно владеет методами измерения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>температуры, деформации, давления газа, концентрации раствора жидкости, построенными на основе принципов фотоники. Самостоятельно справляется только с некоторыми видами измерений.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает способы измерения физических величин с помощью систем, построенных на принципах фотоники, умеет оценивать динамический диапазон и источники погрешности при измерении физической величины методами фотоники. Владеет методами измерения температуры, деформации, давления газа, концентрации раствора жидкости, построенными на основе принципов фотоники.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

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.3.2 Применяет основные принципы построения различных оптоэлектронных схем, служащих основой современного приборостроения	Фотонные измерительные системы Письменное контрольное мероприятие	Знание о сути физического эксперимента. Знание основных определений. Знание о природе и свойствах световых волн.
ПК.3.2 Применяет основные принципы построения различных оптоэлектронных схем, служащих основой современного приборостроения	Волоконно-оптические датчики Письменное контрольное мероприятие	Знание о принципах построения автоматизированных систем. Знание о методах обработки экспериментальных данных. Знание об способах использования оптических световодов для создания датчиков различного назначения.
ПК.3.2 Применяет основные принципы построения различных оптоэлектронных схем, служащих основой современного приборостроения	Постановка и проведение эксперимента Письменное контрольное мероприятие	Владение измерительной аппаратурой. Измерение угловой скорости. Поляризационные измерения.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Фотонные измерительные системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знание о сути физического эксперимента.	10
Знание о природе и свойствах световых волн.	6
Знание основных определений.	4

Волоконно-оптические датчики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знание об способах использования оптических световодов для создания датчиков различного назначения.	17
Знание о принципах построения автоматизированных систем.	15
Знание о методах обработки экспериментальных данных.	8

Постановка и проведение эксперимента

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Владение измерительной аппаратурой.	17
Измерение угловой скорости.	15
Поляризационные измерения.	8