



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Саранин А.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)

« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Физики низкоразмерных структур

(название кафедры)

(подпись)

Саранин А.А.  
(Ф.И.О. зав.каф.)

« 19 » сентября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы  
Направление подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции \_\_\_\_ час.

практические занятия \_\_\_\_ час.

лабораторные работы 126 час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_/пр. \_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_ час.

в том числе в электронной форме лек. \_\_\_\_/пр. \_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 126 час.

в том числе с использованием МАО \_\_\_\_ час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа \_\_\_\_ час.

в том числе в электронной форме \_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 126 час.

в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_ час.

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет 3 семестр

экзамен \_\_\_\_\_

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.

Составитель (ли): д.ф.-м.н. Каменев О.Т.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

### **Study program in 11.04.04 Electronics and nanoelectronics**

#### **Course title: Fiber-optic sensors and systems**

#### **Basic part of Block, 7 credits**

**Instructor:** O.T. Kamenev, doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

#### **At the beginning of the course a student should be able to:**

GPC-1, the ability to understand general problems in the subject of investigation and choose methods and facilities of solving the problems.

#### **Learning outcomes:**

GPC-2. The ability to use the results of the development of disciplines of the master's program.

GPC-5 Readiness to draw up, submit, report and defend the results of the performed work

SPC-17. Readiness to carry out author's maintenance of the developed devices, devices and system of electronic equipment at stages of design and production

#### **Course description:**

The purpose of the discipline - mastering the skills of construction and operation of fiber-optic sensors and systems. Principles of fiber-optic sensors are discussed in detail. Teacher gives students a task for the upcoming laboratory work. Hence, to be prepared for the work students have to study the recommended literature.

#### **Main course literature:**

1. Tsukanov, V.N. Fiber-optical technology [Electronic resource] / VN Tsukanov, M.Ya. Yakovlev. - M .: Infra-Engineering. - 2011. - 640 s. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-519912&theme=FEFU>

2. Adaptive processing methods of speckle-modulated optical fields [Electronic resource] / Yu.N. Kulchin [et al.]. - Electron. text data. - M .: FIZMATLIT, 2009. - 285 p. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/17168> - EBS "IPRbooks".

3. Abramochkin, E.G. Modern optics of Gaussian beams [Electronic

resource]: / E.G. Abramochkin, V.G. Volostnikov. - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2010. - 182 p. - Access mode: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48281](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48281).

4. Kiselev, G.L. Quantum and optical electronics [Electronic resource]:. - Electron. Dan. - SPb. : Lan, 2011. - 314 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/91904>.

5. Gorodetsky, M.L. Giant-quality optical microresonators. [Electronic resource]: monograph. - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2011. - 416 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/2733>.

**Form of final knowledge control: exam.**

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» разработана для студентов 2 курса магистратуры направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ОС ВО по данной специальности.

Дисциплина «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» входит в дисциплины по выбору вариативной части модуля Б1 с кодом Б1.В.ДВ02.02

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 час. Дисциплина реализуется на 2 курсе, в 3 семестре.

**Цель дисциплины:** овладение навыками построения и эксплуатации волоконно-оптических преобразователей и систем.

### **Задачи дисциплины:**

1. Формирование у студентов знаний о важнейших физических процессах, явлениях и закономерностях, определяющих работу волоконно-оптических измерительных преобразователей и систем.

2. Формирование у студентов знаний о методах расчета основных параметров и характеристик основных типов волоконно-оптических измерительных преобразователей и систем.

3. Формирование у студентов знаний о методах экспериментального исследования основных параметров и характеристик основных типов волоконно-оптических измерительных преобразователей и систем.

Для успешного изучения дисциплины «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1. Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

ОПК-2 Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры

ОПК-5 Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

ПК-17 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает (базовый уровень)	Методы модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.
	Умеет (продвинутый уровень)	Выявлять ключевые параметры, определяющие режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей
	Владеет (высокий уровень)	Навыками построения волоконно-оптических измерительных преобразователей;
ОПК-5 Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает (базовый уровень)	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет (продвинутый уровень)	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет (высокий уровень)	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-17 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых	Знает (базовый уровень)	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства

устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Умеет (продвинутый уровень)	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования.
	Владеет (высокий уровень)	Навыками авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лекционные занятия не предусмотрены**

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лабораторные работы (126 час.).**

**Раздел 1. Особенности построения оптоэлектронных информационно-измерительных систем. (7 час.)**

**Лабораторная работа № 1. Общие сведения об оптоэлектронных информационно-измерительных системах. (7 час.)**

Преимущества оптоэлектронной элементной базы. Основные требования к информационно-измерительным системам. Лабораторная работа № м (ИИС).

Типовая архитектура оптоэлектронной ИИС. Элементы ИИС. Классификация оптоэлектронных ИИС. Особенности применения оптоэлектронных ИИС.

**Раздел 2. Принципы построения волоконно-оптических измерительных сетей (21 час.).**

**Лабораторная работа № 2. Принципы применения томографии для построения волоконно-оптических измерительных сетей (7 час.).**

Метод томографии. Преобразование Радона. Томография в волоконной оптике.

**Лабораторная работа № 3. Волоконно-оптические интегрирующие измерительные линии (7 час.).**

Принципы построения волоконно-оптических интегрирующих измерительных линий.

**Лабораторная работа № 4. Волоконно-оптические квазираспределенные измерительные линии (7 час.)**

Принципы построения волоконно-оптических квазираспределенных измерительных линий. Волоконно-оптические чувствительные элементы для построения квазираспределенных измерительных линий.

**Раздел 3. Амплитудные волоконно-оптические измерительные преобразователи (21 час.).**

**Лабораторная работа № 5. Амплитудная модуляция в волоконных световодах (7 час.)**

Модуляция амплитуды оптического излучения при распространении в волоконном световоде. Сосредоточенные амплитудные ВОД.

**Лабораторная работа № 6. Распределенные амплитудные волоконно-оптические датчики на основе импульсно-временной рефлектометрии оптических сигналов (7 час.)**

Оптический рефлектометр. Импульсно-временная рефлектометрия.

**Лабораторная работа № 7. Квазираспределенные амплитудные волоконно-оптические датчики (7 час.).**

Принципы построения квазираспределенных амплитудных ВОД. Примеры применения.

**Раздел 4. Поляризационные волоконно-оптические измерительные преобразователи. (7 час.)**

**Лабораторная работа № 8. Поляризационные волоконно-оптические измерительные преобразователи (7 час.)**



Принцип работы поляризационных волоконно-оптических датчиков.

Примеры реализации.

**Раздел 5. Фазовые волоконно-оптические измерительные преобразователи. (35 час.).**

**Лабораторная работа № 9. Базовые конструкции волоконных интерферометров (7 час.).**

Принцип работы фазовых волоконных датчиков. Волоконно-оптические двухплечевые интерферометры. Волоконно-оптические многолучевые интерферометры.

**Лабораторная работа № 10. Волоконный интерферометр Фабри-Перо (7 час.).**

Применение интерферометра Фабри-Перо для построения фазовых ВОД. Примеры практической реализации датчиков.

**Лабораторная работа № 11. Двухплечевые волоконные интерферометры (7 час.).**

Волоконно-оптический интерферометр Маха-Цендера. Волоконно-оптический интерферометр Майкельсона. Примеры практической реализации ВОД на основе двухплечевых интерферометров.

**Лабораторная работа № 12. Одноволоконные многомодовые интерферометры для датчиков физических величин (7 час.).**

Применение многомодовых волоконных световодов для построения интегрирующих фазовых ВОД. Принципы корреляционной обработки выходных сигналов одноволоконных многомодовых интерферометров.

**Лабораторная работа № 13. Распределённые измерительные системы на основе кольцевых волоконных интерферометров Саньяка (7 час.)**

Волоконно-оптический интерферометр Саньяка. Применение интерферометра Саньяка при построении ВОД. Мультиплексирование интерферометрических датчиков

**Раздел 6. Волоконно-оптические измерительные линии на основе решеток Брэгга. (14 час.)**

**Лабораторная работа № 14. Волоконно-оптическая решетка Брэгга (7 час).**

Волоконно-оптическая решетка Брэгга. Метод создания волоконной решетки Брэгга. Особенности регистрации сигналов в волоконно-оптических измерительных преобразователях на основе решеток Брэгга.

**Лабораторная работа № 15. Примеры применения волоконно-оптических измерительных преобразователей на основе решеток Брэгга (7 час)**

**Раздел 7. Нелинейно-оптические волоконные датчики. (14 час)**

**Лабораторная работа № 16. Волоконно-оптические датчики на основе эффекта комбинационного рассеяния света (7 час.).**

Волоконно-оптические датчики на основе эффекта комбинационного рассеяния света. Проблемы пространственного разрешения рамановских волоконно-оптических датчиков.

**Лабораторная работа № 17. Нелинейное рассеяние света на упругих волнах в волоконных световодах (7 час.).**

Распределённые измерительные системы на основе эффекта вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна (ВРМБ). Метрологические ограничения распределённых волоконных ВРМБ датчиков.

**Раздел 8. Источники шумов в оптоэлектронных измерительных системах. (7 час.)**

## Лабораторная работа № 18. Источники шумов в оптоэлектронных измерительных системах. (7 час.)

Шумы волоконно-оптических измерительных систем, обусловленные источниками излучения. Шумы электронных цепей измерительной системы. Шумы, генерируемые в волоконных световодах и волоконных датчиках.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

На самостоятельную работу студентов по курсу «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» отводится 126 час.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Особенности построения оптоэлектронных информационно-измерительных систем	ОПК-2, ПК-17	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1,2 Собеседование (УО-1)
			умеет,	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Принципы построения	ОПК-5,	знает	Собеседование	Вопросы 3-5

	волоконно-оптических измерительных сетей	ОПК-17		(УО-1)	Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Амплитудные волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 6-8 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Поляризационные волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 9 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Фазовые волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10-15 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Волоконно-оптические измерительные линии на основе решеток Брэгга.	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 16-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
7	Нелинейно-оптические волоконные датчики	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 18-19 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
8	Источники шумов в оптоэлектронных измерительных системах	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 20 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

контрольные задания, методические материалы, определяющие

процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

#### **(электронные и печатные издания)**

1. Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс] / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. - М.: Инфра-Инженерия. - 2011. - 640 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-519912&theme=FEFU>

2. Адаптивные методы обработки спекл-модулированных оптических полей [Электронный ресурс]/ Ю.Н. Кульчин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 285 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17168> – ЭБС «IPRbooks».

3. Абрамочкин, Е.Г. Современная оптика гауссовых пучков [Электронный ресурс] : / Е.Г. Абрамочкин, В.Г. Волостников. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2010. – 182 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48281](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48281).

4. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 314 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>.

5. Городецкий, М.Л. Оптические микрорезонаторы с гигантской добротностью. [Электронный ресурс] : монография. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2011. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2733>.

### **Дополнительная литература**

#### **(электронные и печатные издания)**

1. Распределенные волоконно-оптические датчики и измерительные сети / Ю. Н. Кульчин . – Владивосток : Дальнаука, 1999. – 283 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:10324&theme=FEFU>

2. Волков, А.В. Методы компьютерной оптики [Электронный ресурс] : / А.В. Волков, Д.Л. Головашкин. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2003. – 599 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2326](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2326).

3. Стафеев, С.К. Основы оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2013. – 329 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32822](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32822).

4. Шандаров, С. М., Башкирова А. И. Введение в квантовую и оптическую электронику [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Шандаров, А. И. Башкирова. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 98 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13922>.

5. Батенин, В.М. Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов – 2. Т.1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Батенин, А.М. Бойченко, В.В. Бучанов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2009. – 542 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2668](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2668).

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет»**

1. Чивилихин С.А. Квантовая информатика: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 80 с. <http://window.edu.ru/resource/390/67390>

2. Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 95 с.

<http://window.edu.ru/resource/393/67393>

3. Гуртов В.А. Оптоэлектроника и волоконная оптика: Учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. - 239 с.

<http://window.edu.ru/resource/066/65066>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основным видом аудиторной работы студентов по дисциплине «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и системы» являются лабораторные работы (72 час.).

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа в объеме 108 час. на весь курс дисциплины.

Для базового изучения курса необходимо посещать лабораторные работы, работать с основной литературой по дисциплине.

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины помимо вышеперечисленных рекомендаций необходимо использовать дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

Для подготовки к зачету определен перечень вопросов, представленный в приложении 2.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Учебно-научная лаборатория оптоэлектроники Кафедры общей и экспериментальной физики. корпус L, ауд L440	Оптический стол, стойки для приборов – 3 шт., лабораторные столы – 6 шт. Комплект волоконно-оптического оборудования Newport. Комплект инструментов для работы с оптическим волокном Макеты волоконно-оптических датчиков физических величин. Измеритель мощности оптического излучения – 1 шт. Драйвер для питания полупроводниковых лазеров – 2 шт. Скалыватель оптических волокон Fujikura CT-30. Аппарат для сварки оптических волокон Fujikura.

	<p>Волоконно-оптический рефлектометр Fujikura          Количество посадочных рабочих мест для студентов – 12.</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigE, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty          Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.          Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>

Для обработки результатов моделирования и анализа результатов можно использовать стандартные программы для построения графиков в операционной системе Windows.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и  
системы»  
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2017**

## 1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Подготовка к лабораторным работам	63 час.	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)
2.	В течение семестра	Подготовка к зачету	63 час.	Зачет с оценкой

## 2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов включает в себя: подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентом перед соответствующей лабораторной работой по материалам, выданным преподавателей на предыдущем занятии с использованием основной и дополнительной литературы.

Подготовку к зачету рекомендуется осуществлять в течение семестра непосредственно после окончания изучения очередной темы по вопросам, представленным в приложении 2.

## 3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Контроль подготовки к лабораторным работам осуществляется преподавателем в форме собеседования и контрольных работ.

Контрольные работы завершают изучение важнейших разделов. Количество работ – 5. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДВФУ)**

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Волоконно-оптические измерительные преобразователи и**  
**системы»**  
**Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает (базовый уровень)	Методы модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.
	Умеет (продвинутый уровень)	Выявлять ключевые параметры, определяющие режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей
	Владеет (высокий уровень)	Навыками построения волоконно-оптических измерительных преобразователей;
ОПК-5 Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает (базовый уровень)	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет (продвинутый уровень)	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет (высокий уровень)	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-17 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Знает (базовый уровень)	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства
	Умеет (продвинутый уровень)	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования.
	Владеет (высокий уровень)	Навыками авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Особенности построения оптоэлектронных информационно-измерительных систем	ОПК-2, ПК-17	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1  Собеседование (УО-1)
			умеет,	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Принципы построения волоконно-оптических измерительных сетей	ОПК-5, ПК-17	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 2-3  Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Амплитудные волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 4  Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Поляризационные волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Фазовые волоконно-оптические измерительные преобразователи	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 5-9  Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Волоконно-оптические измерительные линии на основе решеток Брэгга.	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 10  Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
7	Нелинейно-оптические волоконные датчики	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
8	Источники шумов в оптоэлектронных	ОПК-2, ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	

	измерительных системах		умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-2 Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает	Методы модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.	Знание методов модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.	Может изложить методы модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.
	Умеет	Выявлять ключевые параметры, определяющие режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей	Понимание ключевых параметров, определяющих режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей	Может объяснить влияние ключевых параметров на режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей
	Владеет	Навыками построения волоконно-оптических измерительных преобразователей	Умение конструировать волоконно-оптические измерительные преобразователи	Может конструировать волоконно-оптические измерительные преобразователи
ОПК-5, готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление	Принципы научного поиска информации в сети «Интернет» и научной литературе	Представление доклада, раскрывающего основные аспекты заданной темы
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы	Умение выделить нужную информацию из многообразия данных и интерпретировать ее	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of	Самостоятельное освоение научной информации, способность донести научную	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему, доклад должен быть

		science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных	информацию аудитории	понятен не только преподавателю, но и студентам
ПК-17 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Знает (базовый уровень)	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства	Понимание основных принципов авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства	Может объяснить основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства
	Умеет (продвинутый уровень)	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования.	Умение осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования	Может осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования
	Владеет (высокий уровень)	Навыками авторского сопровождения разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства.	Умение осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства.	Может осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых волоконно-оптических измерительных преобразователей на этапах проектирования и производства.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Контроль текущей успеваемости студентов реализуется в формах собеседований и контрольных работ, а также на основе посещаемости занятий.

**Оценка ответа на собеседовании осуществляется по следующим критериям:**

**Отлично** - самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы, твердое знание

лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы.

**Хорошо** - недостаточно полное раскрытие некоторых вопросов темы, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, неполное знание дополнительной литературы.

**Удовлетворительно** - ответы отражают в целом понимание темы, знание содержания основных категорий и понятий, знакомство с лекционным материалом и рекомендованной основной литературой.

**Неудовлетворительно** – недостаточное понимание или непонимание темы, незнание содержания основных категорий и понятий, незнание лекционного материала и рекомендованной основной литературы.

**Оценка контрольных работ осуществляется по следующим критериям:**

**Отлично** - полные и правильные ответы на все поставленные теоретические вопросы, успешное решение задач с необходимыми пояснениями, корректная формулировка понятий и категорий.

**Хорошо** - недостаточно полные и правильные ответы на 1-2 вопроса, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации.

**Удовлетворительно** - ответы включают материалы, в целом правильно отражающие понимание студентом выносимых на контрольную работу тем курса. Допускаются неточности в раскрытии части категорий, незначительные ошибки математического плана при решении задач, неправильные ответы на 1-2 вопроса.

**Неудовлетворительно** - неправильные ответы на 3 и более вопросов, большое количество существенных ошибок.

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация производится в форме зачета с оценкой. Студенты, имеющие итоговую оценку «отлично» по результатам текущей



аттестации, автоматически получают оценку «отлично» по промежуточной аттестации и освобождаются от сдачи зачета.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации Вопросы к зачету (Собеседование УО-1)**

### **1. Общие сведения об оптоэлектронных информационно-измерительных системах.**

Преимущества оптоэлектронной элементной базы. Основные требования к информационно-измерительным системам (ИИС). Особенности применения оптоэлектронных ИИС.

### **2. Архитектура оптоэлектронной информационно-измерительной системы (ИИС).**

Типовая архитектура оптоэлектронной ИИС. Элементы ИИС. Классификация оптоэлектронных ИИС.

### **3. Принципы применения томографии для построения волоконно-оптических измерительных сетей.**

Метод томографии. Преобразование Радона. Томография в волоконной оптике.

### **4. Волоконно-оптические интегрирующие измерительные линии (1 час.).**

Принципы построения волоконно-оптических интегрирующих измерительных линий.

### **5. Волоконно-оптические квазираспределенные измерительные линии**

Принципы построения волоконно-оптических квазираспределенных измерительных линий. Волоконно-оптические чувствительные элементы для построения квазираспределенных измерительных линий.

### **6. Амплитудная модуляция в волоконных световодах .**

Модуляция амплитуды оптического излучения при распространении в волоконном световоде. Сосредоточенные амплитудные ВОД.

### **7. Распределенные амплитудные волоконно-оптические датчики на основе импульсно-временной рефлектометрии оптических сигналов.**

Оптический рефлектометр. Импульсно-временная рефлектометрия.

### **8. Квазираспределенные амплитудные волоконно-оптические датчики.**

Принципы построения квазираспределенных амплитудных ВОД. Примеры применения.

## **9. Поляризационные волоконно-оптические измерительные преобразователи.**

Принцип работы поляризационных волоконно-оптических датчиков.

Примеры реализации.

## **10. Базовые конструкции волоконных интерферометров.**

Принцип работы фазовых волоконных датчиков. Волоконно-оптические двухплечевые интерферометры. Волоконно-оптические многолучевые интерферометры.

## **11. Волоконный интерферометр Фабри-Перо.**

Применение интерферометра Фабри-Перо для построения фазовых ВОД.

Примеры практической реализации датчиков.

## **12. Двухплечевые волоконные интерферометры.**

Волоконно-оптический интерферометр Маха-Цендера. Волоконно-оптический интерферометр Майкельсона. Примеры практической реализации ВОД на основе двухплечевых интерферометров.

## **13. Одноволоконные многомодовые интерферометры для датчиков физических величин.**

Применение многомодовых волоконных световодов для построения интегрирующих фазовых ВОД. Принципы корреляционной обработки выходных сигналов одноволоконных многомодовых интерферометров.

## **14. Распределённые измерительные системы на основе кольцевых волоконных интерферометров Саньяка.**

Волоконно-оптический интерферометр Саньяка. Применение интерферометра Саньяка при построении ВОД.

## **15. Мультиплексирование интерферометрических датчиков.**

## **16. Волоконно-оптическая решетка Брэгга.**

Волоконно-оптическая решетка Брэгга. Метод создания волоконной решетки Брэгга. Особенности регистрации сигналов в волоконно-оптических измерительных преобразователях на основе решеток Брэгга.

## **17. Примеры применения волоконно-оптических измерительных преобразователей на основе решеток Брэгга**

## **18. Волоконно-оптические датчики на основе эффекта комбинационного рассеяния света.**

Волоконно-оптические датчики на основе эффекта комбинационного рассеяния света. Проблемы пространственного разрешения рамановских волоконно-оптических датчиков.

## **19. Нелинейное рассеяние света на упругих волнах в волоконных световодах (1 час.).**

Распределённые измерительные системы на основе эффекта вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ). Метрологические ограничения распределённых волоконных ВРМБ датчиков.

**Тема 20. Источники шумов в оптоэлектронных измерительных системах.**

Шумы волоконно-оптических измерительных систем, обусловленные источниками излучения. Шумы электронных цепей измерительной системы. Шумы, генерируемые в волоконных световодах и волоконных датчиках.

## **Оценочные средства для текущей аттестации Вопросы для контрольных работ**

### **Контрольная работа №1**

#### **Оптоэлектронные информационно-измерительные системы**

1. Какие виды информационно-измерительных систем (ИИС) существуют. Каковы их особенности?
2. Перечислить основные требования к ИИС.
3. Перечислить преимущества оптоэлектронной элементной базы.
4. Показать типовую архитектуру оптоэлектронной ИИС.
5. Каковы особенности применения оптоэлектронных ИИС?

### **Контрольная работа №2**

#### **Принципы построения волоконно-оптических измерительных сетей**

1. В чем состоят особенности применения метода томографии в волоконной оптике?
2. Что собой представляет интегрирующая волоконно-оптическая измерительная линия?
3. Что такое квазираспределенная измерительная линия (привести пример ее построения)?
4. Привести пример чувствительного элемента для построения квазираспределенных измерительных линий.

### **Контрольная работа №3**

#### **Амплитудные волоконно-оптические измерительные преобразователи**

1. Что такое модуляция амплитуды и как она применяется в волоконной оптике?
2. Привести пример сосредоточенного амплитудного волоконно-оптического датчика (ВОД).
3. Принципы оптической рефлектометрии.
4. Принципы построения квазираспределенных амплитудных ВОД

#### **Контрольная работа №4**

##### **Фазовые волоконно-оптические датчики**

1. Что такое фазовая модуляция и как она применяется в волоконной оптике?
2. Волоконно-оптический интерферометр Маха-Цендера.
3. Волоконно-оптический интерферометр Майкельсона.
4. Волоконно-оптический интерферометр Фабри-Перо.
5. Волоконно-оптический датчик на основе межмодовой интерференции.

#### **Контрольная работа №5**

##### **ВОД на основе решеток Брэгга и комбинационного рассеяния**

1. Что такое волоконно-оптическая решетка Брэгга?
2. Метод создания волоконной решетки Брэгга.
3. Особенности регистрации сигналов в волоконно-оптических измерительных преобразователях на основе решеток Брэгга.
4. В чем состоит принцип действия ВОД на основе комбинационного рассеяния?