

# ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе



Е. И. Скафа

«14» апреля 2019 г.



## Рабочая программа учебной дисциплины «ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ»

Направление подготовки:	03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа:	Радиофизика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического  
факультета

С. А. Фоменко

«10» апреля 2019 г.



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1417.

Программа учебной дисциплины «**Оптоэлектронные датчики**» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденному приказом Министерства образования и науки ДНР № 301 от «04» апреля 2016 г., зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР № 1196 от 22 апреля 2016 г. (с изменениями, внесенными приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 21.09.2017 г. № 963); «Порядок об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «10» ноября 2017 г. №1171; учебных планов по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика программы подготовки магистратуры (формы обучения: очная и заочная), утвержденных Ученым советом университета от 02.04.2019 г., протокол № 3.

Разработчики:

к.т.н., доцент кафедры радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий

 В.И. Тимченко

ст. преподаватель кафедры радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий

 Т.В. Белик

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий.  
Протокол №15 от «04» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий

 В.В. Данилов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-  
технического факультета.  
Протокол № 4 от «8» апреля 2019 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

 В.Н. Котенко

## 1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе.

Учебная дисциплина «Оптоэлектронные датчики» относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального блока.

Реализуется на физико-техническом факультете кафедрой радиофизики и инфокоммуникационных технологий.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные при изучении предшествующих дисциплин бакалавриата: «Электричество и магнетизм», «Колебания и волны, оптика», «Атомная и ядерная физика», «Физический практикум», «Радиоэлектроника», «Полупроводниковая и физическая электроника», «Квантовая радиофизика», «Оптоэлектроника»; и дисциплин магистратуры: «Математические методы в радиофизике».

Полученные знания, умения и навыки используются студентами на научном семинаре, производственной и преддипломной практиках, при выполнении научно-исследовательской работы и подготовке магистерской диссертации.

**Нормативные ссылки** не предусмотрены.

## 2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.03 Радиофизика	
Магистерская программа	Радиофизика	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части Блока 1 «Дисциплины»	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	2
Год подготовки	2	2
Семестр	3	
Количество часов	72	72
- лекционных	18	4
- практических, семинарских	18	4
- лабораторных	-	-
- самостоятельной работы	36	64
в т.ч. индивидуальное задание	-	-
Недельное количество часов,	4	-
в т.ч. аудиторных	2	-

## 3. Описание дисциплины

### Цели и задачи.

**Цель** – формирование системы знаний и умений студента, необходимых для решения прикладных задач по получению информации о регулируемом процессе, исследуемом параметре или явлении с помощью оптоэлектронных датчиков.

**Задачи** – изучить физические законы и явления, основы теорий, принципы построения, основные характеристики и параметры оптоэлектронных, в том числе волоконно-оптических датчиков; овладеть методами исследования таких устройств; обеспечить применение профессиональных качеств при разработке измерительных систем с использованием оптоэлектронных датчиков.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (уровень магистратуры) и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 03.04.03 Радиофизика (магистерская программа):

##### **а) общекультурных (ОК):**

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала способностью работать в коллективе (ОК-3).

##### **б) общепрофессиональных (ОПК):**

способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач (ОПК-3);

способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (ОПК-4).

##### **в) профессиональных (ПК):**

##### **научно-исследовательская деятельность:**

способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики (ПК-1);

способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-3).

#### **В результате изучения модуля студент должен**

##### **знать:**

- терминологию и аппарат основных понятий изученного курса;
- физические законы и явления, основы теорий, на которых базируется курс «Оптоэлектронные датчики»;
- характеристики и параметры, а также особенности применения различных типов датчиков для конкретных исследовательских и практических целей;
- принцип действия и особенности конструирования оптоэлектронных, датчиков;
- технологии создания устройств.

##### **уметь:**

- создавать математические и физические модели основных типов оптоэлектронных датчиков;
- правильно выбрать ту или иную модель датчика для использования в конкретных измерительных системах;

##### **владеть:**

- системой теоретических знаний по курсу «Оптоэлектронные датчики»;
- навыками расчета основных типов датчиков;
- навыками работы с учебной, научной и методической литературой.

#### 4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (презентации, иллюстрации), практические (исследования, упражнения) методы.

Лекции и практические занятия проводятся с применением мультимедийной техники.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, блочно-модульное обучение.

Текущий контроль знаний осуществляется путем проведения модульной контрольной работы, выборочного устного опроса во время практических и лекционных занятий, самостоятельных работ (письменных или докладов с презентацией на практических занятиях).

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
1	2
	<b>Содержательный модуль 1</b> <b>Оптоэлектронные датчики</b>
<b>Тема 1.</b> Датчики для помехозащищенных измерительных информационных систем.	Промышленная потребность. Классификация. Параметры и характеристики. Функциональная схема. Преобразование внешних воздействий в изменение оптических параметров среды. Физические эффекты для предварительного преобразования. Элементная база.
<b>Тема 2.</b> Датчики оптронного типа.	Датчики барьерного типа (приём луча от отдельно стоящего излучателя) датчики рефлекторного типа (приём луча, отражённого рефлектором) датчики диффузионного типа (приём луча, рассеянно отражённого объектом). Датчики движения. Датчики охраны периметра.
<b>Тема 3.</b> Волоконно-оптические датчики.	Пассивные с внешним чувствительным элементом. Волоконно-оптические эндоскопы: технические и медицинские. Физические эффекты в волоконных световодах, которые могут быть использованы для создания активных элементов датчиков.
<b>Тема 4.</b> Волоконно-оптические амплитудные датчики на основе нарушения полного внутреннего отражения.	Структура волоконно-оптических датчиков с граничной модуляцией оптического излучения. Математические модели таких датчиков. Амплитудные датчики с изменяемым показателем преломления, с изменяемой площадью оптического контакта, с переменной геометрией световода, на основе оптического туннельного эффекта
<b>Тема 5.</b> Датчики амплитудной модуляции.	Датчики отражательно-пропускательного типа. Датчики на основе модуляции излучения при прохождении через среду с переменным пропусканием. Светогенерационные датчики.

1	2
<b>Тема 6.</b> Фазовые датчики.	Фазовые датчики на основе интерферометров: Маха-Цендера; Майкельсона; Фабри-Перо, Саньяка. Схемы волоконных интерферометров. Конструктивные варианты датчиков.
<b>Тема 7.</b> Поляризационные датчики.	Поляризационно-вращательные датчики (температуры, магнитного поля). Датчики на основе индуцированного двулучепреломления. Поляризационно-оптический рефлектометр.
<b>Тема 8.</b> Распределенные волоконно-оптические датчики.	Оптическая дальнометрия. Датчики на основе обратного рэлеевского и рамановского рассеяния. Распределенные измерения на основе взаимодействия мод. Квазираспределенные датчики.

### Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					В Т.Ч.					
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	
<b>Тема 1.</b> Датчики для помехозащищенных измерительных информационных систем.	6	2			4		7,5	0,5			7	
<b>Тема 2.</b> Датчики оптронного типа.	8	2	2		4		8	0,5	0,5		7	
<b>Тема 3.</b> Волоконно-оптические датчики.	10	2	4		4		8	0,5	0,5		7	
<b>Тема 4.</b> Волоконно-оптические амплитудные датчики на основе нарушения полного внутреннего отражения.	12	2	4		6		12,5	0,5	1		11	
<b>Тема 5.</b> Датчики амплитудной модуляции.	8	2	2		4		8	0,5	0,5		7	
<b>Тема 6.</b> Фазовые датчики.	12	4	2		6		12	0,5	0,5		11	
<b>Тема 7.</b> Поляризационные датчики.	8	2	2		4		8	0,5	0,5		7	
<b>Тема 8.</b> Распределенные волоконно-оптические датчики.	8	2	2		4		8	0,5	0,5		7	
<b>Всего часов по дисциплине</b>	72	18	18		36		72	4	4		64	

Семинарские занятия не предусмотрены.

## 5. Методические рекомендации для проведения практических занятий

### Темы практических занятий

№	Название темы	Количество часов
<b>Тема 1.</b>	Особенности установки датчиков оптронного типа для эффективной охраны помещений и периметра объектов.	2
<b>Тема 2.</b>	Нарушение полного внутреннего отражения при изменении диаметра сердцевины, разности показателей преломления сердцевины и оболочки волоконного световода.	2
<b>Тема 3.</b>	Оптический туннельный эффект. Потери излучения при изгибе световода	2
<b>Тема 4.</b>	Расчет датчиков с переменным скачком показателя преломления.	2
<b>Тема 5.</b>	Расчет датчиков с переменной площадью оптического контакта.	2
<b>Тема 6.</b>	Дифракционные датчики на основе движущихся решеток и модуляции периода решетки.	2
<b>Тема 7.</b>	Практические реализации волоконно-оптических датчиков фазовой модуляции.	2
<b>Тема 8.</b>	Практические реализации поляризационных датчиков.	2
<b>Тема 9.</b>	Распределенные волоконно-оптические датчики на основе брэгговских решеток.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>

## 6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

систематическое ведение конспекта лекций и повседневную проработку лекционного материала;

подготовку к практическим занятиям (изучение учебной, научной и методической литературы, написание рефератов и подготовку презентаций по темам занятий);

подготовка к модульному контролю и экзамену.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей профессии, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

### Организация самостоятельной работы студентов

№	Название темы	Количество часов
<b>Тема 1.</b>	Датчики для помехозащищенных измерительных информационных систем	4
<b>Тема 2.</b>	Датчики оптронного типа.	4
<b>Тема 3.</b>	Волоконно-оптические датчики	4
<b>Тема 4.</b>	Волоконно-оптические амплитудные датчики на основе нарушения полного внутреннего отражения	6
<b>Тема 5.</b>	Датчики амплитудной модуляции.	4
<b>Тема 6.</b>	Фазовые датчики	6
<b>Тема 7.</b>	Поляризационные датчики	4
<b>Тема 8.</b>	Распределенные волоконно-оптические датчики.	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

**7. Индивидуальные задания**

Индивидуальные задания не предусмотрены

**8. Примерные вопросы к модульному контролю.**

1. Классификация оптоэлектронных датчиков. Области применения. Их параметры и характеристики.
2. Преобразование внешних воздействий в изменение оптических параметров среды. Физические эффекты для предварительного преобразования.
3. Функциональная схема оптоэлектронного датчика. Элементная база.
4. Оптические датчики барьерного типа, рефлекторного типа, диффузионного типа.
5. Датчики движения. Датчики охраны периметра. Выбор мест их расположения.
6. Пассивные волоконно-оптические с внешним чувствительным элементом.
7. Волоконно-оптические эндоскопы: технические и медицинские.
8. Физические эффекты в волоконных световодах, которые могут быть использованы для создания активных элементов датчиков (нарушение полного внутреннего отражения).
9. Оптический туннельный эффект и датчики на его основе.
10. Амплитудные датчики с изменяемым показателем преломления.
11. Амплитудные датчики с изменяемой площадью оптического контакта.
12. Амплитудные датчики с переменной геометрией световода.

**9. Образец модульного контроля**

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа подготовки: академическая магистратура

Дисциплина «Оптоэлектронные датчики»

Направление подготовки: 03.04.03 Радиофизика, семестр 3.

**МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

**Вариант № 5**

1. Датчики движения. Датчики охраны периметра. Выбор мест их расположения.
2. Оптический туннельный эффект и датчики на его основе.

Утверждено на заседании  
кафедры.

Зав. кафедрой  
РФ и ИКТ \_\_\_\_\_

В.В. Данилов

№ \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_г.

Экзаменатор \_\_\_\_\_

В.И. Тимченко

**Критерии оценивания модульного контроля**

<input type="checkbox"/> Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Всего	20



## 10. Образец экзаменационного билета

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Датчики отражательно-пропускательного типа.
2. Датчики на основе модуляции излучения при прохождении через среду с переменным пропусканием.
3. Светогенерационные датчики.
4. Фазовые датчики на основе интерферометра Маха-Цендера и Майкельсона. Схемы волоконных интерферометров.
5. Фазовые датчики на основе интерферометра Фабри-Перо. Конструктивные варианты датчиков.
6. Фазовые датчики на основе интерферометра Саньяка.
7. Поляризационно-вращательные датчики (температуры, магнитного поля).
8. Датчики на основе индуцированного двулучепреломления.
9. Поляризационно-оптический рефлектометр.
10. Распределенные волоконно-оптические датчики на основе обратного рэлеевского рассеяния.
11. Распределенные волоконно-оптические датчики на основе рамановского обратного рассеяния.
12. Распределенные измерения на основе взаимодействия мод.
13. Квазираспределенные датчики.
14. Распределенные волоконно-оптические датчики на основе брэгговских решеток.

### *Образец экзаменационного билета*

## **ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа подготовки: академическая магистратура

Дисциплина «**Оптоэлектронные датчики**»

Направление подготовки: 03.04.03 Радиофизика, семестр 3.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Фазовые датчики на основе интерферометра Фабри-Перо. Конструктивные варианты датчиков.
2. Распределенные волоконно-оптические датчики на основе брэгговских решеток.
3. Дайте сравнительную характеристику оптоэлектронных датчиков амплитудной и фазовой модуляции.

Утверждено на заседании  
кафедры.

Зав. кафедрой  
РФ и ИКТ \_\_\_\_\_

В.В. Данилов

№ \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_г.

Экзаменатор \_\_\_\_\_

В.И. Тимченко

### *Критерии оценивания экзамена*

<input type="checkbox"/> Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50

#### 11. Образец тестового задания (при наличии)

Тестовые задания не предусмотрены.

#### 12. Критерии оценивания

По курсу предполагается проведение экзамена, промежуточной аттестации в виде модульного контроля, и организационно-учебная работа.

#### *Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины*

Форма контроля	Максимальное количество баллов
Модульный контроль	20
Организационно-учебная работа	30
Экзамен	50
Всего	100

#### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

#### 13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

#### 14. Рекомендованная литература

№ п/п □	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Оптоэлектронные датчики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Данилов, В.И. Тимченко, Т.В. Белик – Донецк: ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл).		+
2.	Оптические сенсоры [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В. Данилов, В.И. Тимченко, Т.В. Белик. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл).		+
<b>Дополнительная литература</b>			
1.	Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник / Дж. Фрайден ; Пер. с англ. Ю. А. Заболотной под ред. Е. Л. Свинцова. - М. : Техносфера, 2005. - 588 с.	2	

#### 15. Информационные ресурсы

1. Датчики охраны периметра и их использование. - <http://www.klaster-plus.ua/stati-i-obzory/datchiki-okhrany-perimetra-i-ikh-ispolzovanie/>.

2. Оптические датчики движения. - <https://www.directindustry.com.ru/proizvoditel-promyshlennyj/opticeskij-datcik-dvizenia-106134.html>.

3. Волоконно-оптические датчики. - <https://www.omron.com.ua/catalog/datchiki/-volokonno-opticheskie-datchiki-i-usiliteli>

#### 16. Программное обеспечение

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных с изменениями (без изменений) на 2020-2021 год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

Зав. кафедрой РФ и ИКТ

В. В. Данилов

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных с изменениями (без изменений) на 2021-2022 год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

Зав. кафедрой РФ и ИКТ

---