

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа	Радиофизика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Оптические системы связи**» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020г. № 918(с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

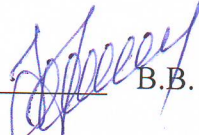
Доцент
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий



И.А. Третьяков

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и
инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



В.В. Данилов

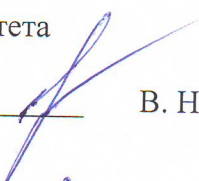
СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.



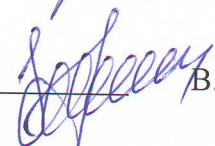
С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.



В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

Дисциплины программы бакалавриата: «Математический анализ», «Колебания и волны, оптика», «Электродинамика», «Теория колебаний», «Распространение электромагнитных волн», «Цифровая обработка сигналов».

Дисциплины программы магистратуры: «Оптические методы обработки информации», «Основы квантовой оптики и информатики».

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

«Оптоэлектронные датчики», «Производственная практика: научно-исследовательская работа рассредоточенная», «Производственная практика: преддипломная», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.6 Оптические системы связи
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3,5 / 126

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	2	30	30	15	51	126	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение студентами современного состояния и общих проблем традиционной электронной вычислительной техники, а также особенностей систем оптической обработки информации, позволяющих вывести технические средства информатики на качественно новый уровень.

Теоретическая подготовка, позволяющая знать основы функционирования пассивных и активных элементов интегрально-оптических схем, основные сведения о голографическом принципе записи и восстановлении изображений, основные типы лазерных излучателей

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен использовать математические и радиофизические методы для описания и анализа процессов в системах обработки и передачи информации	ПК-2.1. Способен использовать математические методы для описания и анализа процессов в системах обработки и передачи информации	ПК-2.1.1. Знает модели оптических транспортных сетей. ПК-2.1.2. Умеет планировать оптические транспортные сети. ПК-2.1.3. Владеет принципами построения аппаратуры оптических систем передачи и транспортных сетей
	ПК-2.2. Способен использовать радиофизические методы для описания и анализа процессов в системах обработки и передачи информации	ПК-2.2.1. Знает основные элементы оптических транспортных сетей. ПК-2.2.2. Умеет использовать оптические системы и применять их в практике своего диссертационного исследования. ПК-2.2.3. Владеет навыками передачи информации посредством оптических каналов

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1. Оптические системы передачи	1.1. Определение системы передачи. 1.2. Обобщенная схема оптической системы передачи. 1.3. Принципы построения аппаратуры оптических систем передачи и транспортных сетей.
Тема 2. Модели оптических транспортных сетей	2.1. Характеристики модели транспортной сети SDH. 2.2. Модель транспортной сети ATM. 2.3. Модель транспортной сети OTN-OTN. 2.4. Модель транспортной сети Ethernet. 2.5. Модели транспортных сетей в оптических мультисервисных транспортных платформах.
Тема 3. Технологии мультиплексирования и передачи в транспортных сетях	3.1. Термины, определения и обозначения в SDH. 3.2. Формирование виртуальных контейнеров и функции заголовков POH. 3.3. Сцепленные виртуальные контейнеры. 3.4. Синхронный транспортный модуль STM-N. 3.5. Формирование указателей PTR. 3.6. Технологические решения по контролю качества трактов и секций SDH. 3.7. Технология асинхронного режима передачи ATM. 3.8. Термины, определения и обозначения в ATM. 3.9. Уровни адаптации ATM.

	<p>3.10. Функции уровня АТМ.</p> <p>3.11. Размещение и передача ячеек АТМ на физическом уровне.</p>
Тема 4. Технология оптической транспортной сети OTN-OT	<p>4.1. Термины, определения и обозначения OTN-OTN.</p> <p>4.2. Формирование блоков нагрузки оптических каналов OPUk.</p> <p>4.3. Блок данных оптического канала ODUk.</p> <p>4.4. Оптический транспортный блок OTUk.</p> <p>4.5. Блок оптического канала OCh.</p> <p>4.6. Блок переноса оптического канала OCC.</p> <p>4.7. Блок группирования оптических несущих частот порядка n OCG-n.</p> <p>4.8. Блок оптического транспортного модуля OTM-n.m</p>
Тема 5. Сетевые элементы оптических транспортных сетей	<p>5.1. Регенератор и оптический усилитель.</p> <p>5.2. Терминальные мультиплексоры.</p> <p>5.3. Терминальный мультиплексор с функциями портов PDH.</p> <p>5.4. Терминальный мультиплексор с функциями портов Ethernet.</p> <p>5.5. Терминальный мультиплексор с функциями портов АТМ.</p> <p>5.6. Терминальный мультиплексор с функциями портов OTN.</p> <p>5.7. Терминальный мультиплексор с функциями портов ASON.</p> <p>5.8. Терминальный мультиплексор с линейными портами WDM.</p>
Тема 6. Формирование транспортных блоков	<p>6.1. Мультиплексоры вывода/ввода с электрическими и оптическими окончаниями ADM.</p> <p>6.2. Цифровой кроссовый коммутатор SDXC.</p> <p>6.3. Оптический сетевой элемент с функциями OADM/ROADM/OXC.</p> <p>6.4. Платформенный принцип построения сетевых элементов.</p>
Тема 7. Архитектура и защита оптических транспортных сетей	<p>7.1. Архитектуры транспортных сетей.</p> <p>7.2. Схемы защиты транспортных сетей. Защита секции мультиплексирования 1+1 (1:1).</p> <p>7.3. Защита секции мультиплексирования в кольцевой сети.</p> <p>7.4. Защита соединения тракта.</p> <p>7.5. Защитные переключения в сети с многоволновой передачей WDM.</p> <p>7.6. Защитные переключения в транспортной сети Ethernet.</p>
Тема 8. Управление в транспортных сетях	<p>8.1. Общие принципы управления сетями связи.</p> <p>8.2. Функции управления транспортной сетью.</p> <p>8.3. Стандартные элементы сети управления.</p>

	8.4. Отображение функций управления через окна графического терминала.
Тема 9. Автоматически коммутируемые оптические транспортные сети ASON/ASTN	9.1. Общая структура ASON/ASTN. 9.2. Логическое построение ASON. 9.3. Построение сигнальной сети и ее функции. 9.4. Протоколы сигнальной системы ASON. 9.5. Однонаправленные и двунаправленные LSP. 9.6. Транспортировка сообщений защиты LSP. 9.7. Механизм сигнализации с использованием протокола GMPLS RSVP-TE. 9.8. Механизм сигнализации с использованием протокола GMPLS CR-LDP.
Тема 10. Планирование и проектирование транспортных сетей	10.1. Виды нагрузки транспортной сети и требуемые ресурсы. 10.2. Типы линейных интерфейсов и особенности их использования в оптических транспортных сетях. 10.3. Интерфейсы одноволновых систем оптической передачи. 10.4. Интерфейсы многоволновых систем. 10.5. Реализация многоволновых интерфейсов. 10.6. Коммутационные и алгоритмические возможности транспортной платформы. 10.7. Этапы разработки проекта оптической транспортной сети.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Оптические системы передачи	3	0	2	5	10
Тема 2. Модели оптических транспортных сетей	3	5	2	4	14
Тема 3. Технологии мультиплексирования и передачи в транспортных сетях	3	5	2	4	14
Тема 4. Технология оптической транспортной сети OTN-OT	3	0	2	7	12
Тема 5. Сетевые элементы оптических транспортных сетей	3	5	0	4	12
Тема 6. Формирование транспортных блоков	3	5	2	4	14
Тема 7. Архитектура и защита оптических транспортных сетей	3	0	2	7	12
Тема 8. Управление в транспортных сетях	3	5	3	5	16
Тема 9. Автоматически коммутируемые оптические транспортные сети ASON/ASTN	3	0	0	7	10

Тема 10. Планирование и проектирование транспортных сетей	3	5	0	4	12
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	30	30	15	51	126

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Что следует понимать под оптической системой передачи?
2. Какие компоненты различают в системах передачи?
3. Какое назначение имеют мультиплексоры в системе передачи?
4. Какие каналы образуются в системах передачи?
5. Чем отличаются каналы КТЧ и ОЦК?
6. Какое назначение имеют промежуточные станции в системах передачи?
7. Что используется в качестве физической среды передачи?
8. Почему стеклянные световоды нашли широкое применение в системах передачи и транспортных сетях?
9. Что следует понимать под транспортной сетью?
10. Какие сети электросвязи входят составной частью в транспортную сеть?

7.2. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего образования Программа магистратуры

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Магистерская программа Радиофизика

Форма обучения Очная

Семестр Второй

Дисциплина Оптические системы связи

Экзаменационный билет № 1

1. Чем отличаются каналы КТЧ и ОЦК?
2. Физической среда для оптической передачи информации.

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,
протокол № __ от __.__.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

И.А. Третьяков

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории и самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	30
	Модульная контрольная работа	15
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Данилов, В. В. Оптические системы связи: учебное пособие / В. В. Данилов, И. А. Третьяков. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 104 с.
2. Данилов, В. В. Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: учебно-методическое пособие / В. В. Данилов, В. И. Тимченко. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 122 с.

11.2. Дополнительная литература

3. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учеб. пособие / О. К. Скляров. - Изд. 2-е. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 265 с.
4. Бакланов И. Г. Методы измерений в системах связи / И. Г. Бакланов ; Под ред. А. Б. Иванова. - М. : Эко-Трендз, 1999. - 196 с.
5. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман ; Пер. с англ. под ред. Н. Н. Слепова. - М. : Техносфера, 2004. - 447 с.
6. Янг, М. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы / М. Янг ; под ред. В. В. Михайлина ; пер. с англ. Н. А. Липуновой и др. - Москва : Мир, 2005. - 541 с.
7. Ландсберг, Г. С. Оптика : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов] / Г. С. Ландсберг. - 5-е изд. - М. : Наука, 1976. - 926 с.
8. Капани Н. С. Волоконная оптика : Принципы и применения / Н. С. Капани ; Пер. с англ. под ред. В. Б. Вейнберга, Д. К. Саттарова. - М. : Мир, 1969. - 464 с.
9. Иоргачев, Д. В. Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д. В. Иоргачев, О. В. Бондаренко. - М. : Эко-Трендз, 2002. - 282 с.
10. Никульский, И. Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа / И. Никульский. - М. : Техносфера, 2006. - 251 с.
11. Цернике, Ф. Прикладная нелинейная оптика : пер. с англ. / Ф. Цернике, Дж. Мидвинтер ; пер. Б. В. Жданова, Н. И. Коротеева ; под ред. С. А. Ахманова. - Москва : Мир, 1976. - 261 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).