


1  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «24» июня 2021 г. № 5

Зав. кафедрой Шарипов Т.И. / 

Согласовано:  
Председатель УМК физико-технического ин-  
ститута

Балапанов М.Х. / 

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Волоконно-оптические системы связи

*(наименование дисциплины)*

базовая

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

03.04.03 Радиофизика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

«Цифровые технологии обработки сигналов»

Квалификация  
**магистр**

Разработчики (составители) <b>ст. преподаватель</b> (должность, ученая степень, ученое звание)	 /Латыпов К.Ф./ (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приёма: 2021г.  
Уфа 2021

Составитель / составители:

ст.преподаватель Латыпов К.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «25»июня  
2021 г. № 5

Заведующий кафедрой



/ Т.И. Шарипов

**Список документов и материалов (оглавление)**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Волоконно-оптические системы связи» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-4 – способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

ПК-3 – владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий

(начальный и основной этап формирования данной профессиональной компетенции).

ПК-6 – способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Примечание
<b>Знания</b>	Принципы построения, работы и схематического обозначения базовых узлов волоконно-оптических систем связи (ВОСС)	ОПК-4	
	Принципов работы в сети Интернет, основ языка программирования Паскаль или Си++	ПК-3	
	Правил оформления заявок на изобретение	ПК-6	
<b>Умение</b>	Выбирать совокупность необходимых начальных данных и грамотно проводить вычисления наиболее важных характеристик аппаратуры ВОСС	ОПК-4	
	Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования в системах ВОСС	ПК-3	
	Осуществлять целенаправленный поиск информации в научных базах данных, в системах SCOPUS, WebOfScience, РИНЦ и др.	ПК-6	
<b>Владение</b> (навыки, опыт деятельности)	Навыками технической эксплуатации ВОСС, теоретическими и экспериментальными методами исследования для создания новых перспективных систем телекоммуникационного оборудования	ОПК-4	
	Навыками программирования на языке Паскаль или Си++	ПК-3	
	Навыками написания научных статей	ПК-6	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Целью изучения дисциплины ВОСС является изучение принципов действия, базовых параметров, особенностей конструкции источников и приемников излучения, оптических усилителей, пассивных оптоэлектронных компонентов ВОСС, изучение структурных, функциональных схем и узлов ВОСС-PDH и ВОСС-SDH, технологии WDM.

Дисциплина «Волоконно-оптические системы» (ВОСС) входит в вариативную часть профессионального цикла дисциплин по выбору ФГОС-3+ для подготовки магистров направления 03.04.03 «Радиофизика» по профилю «Цифровые технологии обработки информации». В учебном плане дисциплине «Волоконно-оптические системы» присвоен индекс Б1.В.ДВ.05.02.

Теоретической базой для успешного освоения курса ВОСС являются основные сведения из естественнонаучных дисциплин: математики, информатики, физики, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, теории электрических цепей, радиотехники, электроники.

В результате изучения дисциплины ВОСС у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно производить измерения базовых параметров каналов ВОСС, анализировать полученные результаты измерений, сверять их с действующими нормами; понимать структурные и функциональные схемы базовых узлов систем ВОСС, а также принципы построения ВОСС.

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы указано в приложении 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Формирование компетенции **ОПК-4** – способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не удовлетворительно»	«Удовлетворительно»		
Первый этап (начальный уровень)	Знать: Принципы построения, работы и схемотехнического обозначения базовых узлов волоконно-оптических систем связи (ВОСС)	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: Выбирать совокупность необходимых начальных данных и грамотно проводить вычисления наиболее важных характеристик аппаратуры ВОСС	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: Навыками технической эксплуатации ВОСС, теоретическими и экспериментальными методами исследования для создания новых перспективных систем телекоммуникационного оборудования	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Формирование компетенции **ПК-3** – владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий.

Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не удовлетворительно»	«Удовлетворительно»		
Первый	Знать: Принципов	Показывает	Имеет	Знает почти	Знает всё

этап (начальный уровень)	работы в сети Интернет, основ языка программирования Паскаль или Си++	полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	всё, допускает незначительные ошибки в ответах	
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования в системах ВОСС	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: Навыками программирования на языке Паскаль или Си++	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Формирование компетенции **ПК-6** – способность составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами

Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не удовлетворительно»	«Удовлетворительно»		
Первый этап (начальный уровень)	Знать: правила оформления заявок на изобретение	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: Осуществлять целенаправленный поиск информации в научных базах данных, в системах SCOPUS, WebOfScience, РИНЦ и др.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: Навыками написания научных статей	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	знать математические методы описания, расчетов и измерения физических характеристик систем ВОСС, помех, каналов связи, типы и характеристики оптических волокон, виды оптических систем. Перспективы развития ВОСС	ОПК-4, ПК-3	Защита практических работ, коллоквиум
2-й этап Умения	1. Уметь строить оптические систем передачи	ОПК-4, ПК-3	Защита практических работ
	2. Уметь рассчитывать параметры источников оптического излучения для систем передачи	ОПК-4, ПК-3	Защита практических работ
	3. Осуществлять работы по созданию новых и модернизации существующих систем ВОСС	ПК-6	Защита практических работ
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть методами выполнения измерений с помощью микропроцессорных и цифровых измерительных приборов	ПК-3	Защита практических работ
	2. Владеть основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей систем ВОСС	ПК-3	Защита практических работ
	3. Владеть навыками теоретического анализа и обработки результатов измерений основных характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1	Защита практических работ
	4. Владеть навыками внедрения новых цифровых технологий	ПК-5	Защита практических работ, коллоквиум

### Пакет оценочных средств

#### Примеры практических работ:

Практическое занятие 1  
Основы построения ВОСС

Практическое занятие 2  
Источники оптического излучения для ВОСС

**Практическое занятие 3**

Модуляция излучения источников электромагнитных волн оптического диапазона

**Практическое занятие 4**

Фотоприемники для ВОСС

**Практическое занятие 5**

Фотоприемные устройства ВОСС

**Практическое занятие 6**

Оптические усилители для ВОСС

**Методика оценки практических работ**

- 5 баллов выставляется студенту, если работа выполнена полностью, получены верные результаты и даны исчерпывающие выводы, написан полный отчёт;
- 4 балла выставляется студенту, если работа выполнена полностью, получены удовлетворительные результаты и даны в целом верные, хотя и не полные, выводы, написан удовлетворительный отчёт;
- 3 балла выставляется студенту, если работа не выполнена частично, выводы в целом верные, но не точные, отчёт написан частично;
- 1-2 балла выставляется студенту, если работа выполнена менее 50%, либо отсутствуют выводы/отчёт

Формирование данных компетенций осуществляется на лекциях, лабораторных работах, при самостоятельном изучении литературных источников. При текущем и рубежном контроле оценка уровня освоения данной компетенции осуществляется преподавателем исходя из письменных и устных ответов на следующие вопросы:

**Вопросы для зачёта**

1. В чём заключается физический смысл моды в оптоволокне?
2. Объясните условия одномодовости и многомодовости в пленочных световодах?
3. Как физически объясняется увеличение потерь при уменьшении радиуса изгиба оптоволокна?
4. Как связан показатель преломления ( $n$ ) с диэлектрической проницаемостью материала ( $\epsilon$ )?
5. Что такое числовая апертура волокна, угловая апертура?
6. От каких параметров волокна (как ступенчатых, так градиентных)

зависит числовая апертура?

7. Методы измерения апертуры. Их достоинства и недостатки.
8. Затухание в волоконном световоде. Методы измерения затухания.
9. Ширина полосы пропускания. Методы измерения
10. Что представляет собой волоконный световод?
11. Каков механизм передачи энергии в оптических световодах, отличия от радиопередачи?
12. От чего зависит число мод в волоконном световоде?
13. Основные требования к источникам и приемникам в ВОЛС?
14. Основные типы соединения волокон?
15. В чем заключается электродуговая сварка волокон?
16. Преимущества сварки по отношению к другим типам соединения волокон.
17. Чем объяснить потери вносимые сваркой оптического волокна?
18. Виды дисперсий в оптическом волокне.

### **Описание методики оценивания ответа на билет зачёта:**

**оценку «зачтено»** студент получает в случае написания всех контрольных работ минимум на оценку «удовлетворительно» (что соответствует 3 баллам и выше) и удовлетворительного ответа на билет, состоящий из одного вопроса. Если студентом дан верный ответ на менее чем на 50%, то такой ответ считается удовлетворительным.

**оценку «не зачтено»** студент получает в случае невыполнения вышеперечисленных требований

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины;**

#### **Основная литература**

1. Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи /М.: Техносфера. –2003. – 590с.
2. В.Х. Ишхин. Волоконно-оптические системы связи ч.1/М.: НТФ «Энергетик». –1999. –64с.
3. В.Х. Ишхин. Волоконно-оптические системы связи ч.2/М.: НТФ «Энергетик». –1999. –64с.
4. Сивухин , Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов : В 5 т. Т.IV. Оптика / Д. В.Сивухин .— 3-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2006 .— 791 с. [В библ. БашГУ имеется 31 экз.]

#### **Дополнительная литература**

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003, 608 с. [В библ. БашГУ имеется 33 экз.]
2. Гук М. Аппаратные средства РС. Энциклопедия. - СПб.: Питер, 1998, 816 с. [В библ. БашГУ имеется 51 экз.]
3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1973. 607 с. [В библ. БашГУ имеется 48 экз.]
4. Гальперин М.В. Автоматическое управление. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 224 с. [В библ. БашГУ имеется 26 экз.]

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины (модуля);**

1. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов //М.:""СОЛОН-Пресс". - 2013. -766с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:<https://e.lanbook.com/book/64979>>.
2. Поисковая система «яндекс» [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)
3. База данных «Scopus» [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
4. Электронная библиотека БашГУ [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
5. Электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лабораторных работ по курсу ВОСС предназначена специализированная лаборатория – «Цифровая обработка сигналов и изображений», расположенная в аудитории № 316 физико-математического корпуса. Лаборатория укомплектована современными радиоизмерительными приборами и персональными компьютерами.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий Аудитория 316	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Аудитория 311 и 316	Практические занятия	Компьютеры типа Pentium-III, Pentium-IV, 12шт. и др. оборудование, согласно перечню занятий ниже
Помещения для самостоятельной работы Читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).	Самостоятельная работа	Читальный зал № 2 1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств. 5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 6. Количество посадочных мест – 50. Зал доступа к электронной информации библиотеки 1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8.

**Практические работы № 1 – 6** выполняются на 12-ти лабораторных установках, созданных на основе современных персональных компьютеров Pentium – III и Pentium IV.

Имеется локальная компьютерная сеть и Internet 10/100 Мбит/с.

Лаборатория оборудована лазерным принтером.

При проведении лекций используются персональные компьютеры с показом графического и текстового материала через мультимедийный

проектор, мониторы и телевизоры.

Ряд учебных материалов и все описания лабораторных работ доступны студентам на электронных носителях.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Операционная система Linux Ubuntu, <https://ubuntu.ru/get>
2. Пакет программ Open Office, <https://www.openoffice.org/ru/>
3. Среда программирования Lazarus, <https://www.lazarus-ide.org/index.php?page=downloads>.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Волоконно-оптические системы связи» на 3 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	24,2
лекций	6
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	47,8

Форма контроля:

зачёт 3 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции,	практические занятия,	семинарские занятия,	лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5		7	8	9
1	<b>Модуль 1. Введение. Основные понятия.</b> Содержание дисциплины ВОСС. Основные термины и определения. История развития оптических систем передачи данных. Модель волоконно-оптической системы передачи. Волоконно-оптический световод. Типы оптических волокон. Распространение различных мод по волокну. Конструкция кабеля. Характеристики оптического волокна.	2	4		7,8	1-4	По списку вопросов	Беседа по материалам темы, проверка конспектов.
2	Оптические разъёмы, сростки и пассивные оптические устройства. Основные определения. Определение функциональных параметров. Разветвители. Оптические разъёмы. Оптические аттенюаторы. Изоляторы. Волоконно-оптические фильтры. Источники света. Лазерные диоды. Частотно-модулированный импульс. Детекторы светового излучения. Ухудшение передачи света, обзор различных эффектов, влияющих на ухудшение	2	4		10	2-4	По списку вопросов	Беседа по материалам темы, проверка конспектов.
3	<b>Модуль 2. Мультиплексирование и оптические сети.</b> Регенераторы и волоконно-оптические усилители. Мультиплексирование с разделением по длине волны. WDM – системы. Интерферометр Фабри-Перо. Решётка Брэгга. Дифракционная решётка. Характеристики систем WDM.	1	4		10	2,3	По списку вопросов	Беседа по материалам темы, проверка конспектов.
4	Синхронные оптические сети SONET и синхронная	1	4		10	1-4	По списку	Беседа по



	иерархия SDH. Соединение оптических систем на инженерном уровне. Наружная прокладка ВОЛС. Варианты сетевого питания. Гибридные системы, использующие медные жилы и оптоволокно.						вопросов	материалам темы, проверка конспектов.
5	Функционирование оптической сети. Оптическая коммутация. Оверлейные сети. Четыре класса оптических сетей. Многопротокольная коммутация.		4		10	1-4(2)	По списку вопросов	Беседа по материалам темы, проверка конспектов.
	<b>Всего часов:</b>	<b>6</b>	<b>18</b>		<b>47,8</b>			

