МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы связи и обработки информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	128	128	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 54453

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. подготовка специалистов в области основ теории и принципов работы оптических систем связи и оптических устройств обработки информации.

1.2. Задачи дисциплины

1. получение необходимых знаний по физическим и теоретическим основам функционирования оптических систем связи и обработки информации.
2. получение необходимых знаний по основам построения оптических систем связи и обработки информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 54453

ПКР-1. Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	ПКР-1.1 .Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты.	Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области оптических систем связи и обработки информации, действующие нормативные требования и государственные стандарты.
	ПКР-1.2 .Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования оптических систем связи и обработки информации,
	ПКР-1.3 .Умеет разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование оптических систем связи и обработки информации,
	ПКР-1.4 .Владеет навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогноза последствий, поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности.	Владеет навыками разработки и анализа вариантов создания устройств оптических систем связи и обработки информации,на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогноза последствий, поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности.

Согласована на портале № 54453

ПКР-5. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки и улучшения качества предоставляемых услуг связи, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПКР-5.1 .Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем.	Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем в оптических системах связи и обработки информации,
	ПКР-5.2 .Умеет собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств инфокоммуникационной системы.	Умеет собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств оптических систем связи и обработки информации,
	ПКР-5.3 .Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств.	.Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств оптических систем связи и обработки информации .
	ПКР-5.4 .Умеет анализировать системные проблемы обработки инфокоммуникационной системы.	Умеет анализировать системные проблемы обработки в.оптических системах связи и обработки информации
	ПКР-5.5 .Владеет навыками обнаружения и определения причин возникновения критических инцидентов при работе системного программного обеспечения.	.Владеет навыками обнаружения и определения причин возникновения критических инцидентов при работе системного программного обеспечения в оптических системах связи
	ПКР-5.6 .Владеет навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию инфокоммуникационной системы.	Владеет навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию оптических систем связи
	ПКР-5.7 .Владеет навыками разработки нормативной и технической документации на аппаратные средства и программное обеспечение.	Владеет навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию оптических систем связи и обработки информации.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 54453

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	128	128
Подготовка к зачету с оценкой	25	25
Подготовка к контрольной работе	24	24
Подготовка к тестированию	25	25
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	12	12
Написание реферата	12	12
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	2	6	8	24	40	ПКР-1, ПКР-5
2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	2	6	4	26	38	ПКР-1, ПКР-5
3 Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов.	2	-	-	10	12	ПКР-1, ПКР-5
4 Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием	2	6	-	16	24	ПКР-1, ПКР-5
5 Принципы построения волоконно-оптических систем связи.	2	-	-	10	12	ПКР-1, ПКР-5
6 Физические основы распространения излучения по оптическому волокну	2	-	-	10	12	ПКР-1, ПКР-5

Согласована на портале № 54453

7 Характеристики компонентов волоконно-оптических систем связи	3	-	4	20	27	ПКР-1, ПКР-5
8 Функциональные схемы передающих и приемных трактов оптических систем связи	3	-	-	12	15	ПКР-1, ПКР-5
Итого за семестр	18	18	16	128	180	
Итого	18	18	16	128	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	Двумерный оптический сигнал, его информационная структура. Скалярная теория дифракции: дифракции Френеля и Фраунгофера. Преобразование световых полей элементами оптических систем (линза, зеркало, призма).	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	
2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	Оптический спектроанализатор, элементы и параметры. Пространственный сигнал, пространственный спектр. Простран-ственно-частотный фильтр, структура. Оптические методы и процедуры оптической сигнальной обработки, согласованная фильтрация.	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	
3 Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов.	Схемные решения для когерентных и некогерентных модификаций оптических корреляторов, принципы функциониро-вания	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	
4 Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием	Дифракция света на акустических волнах - как средство ввода динамического сигнала в оптическую систему.. Параметры брэгговских ячеек. Брэгговские спектроанализаторы с пространственным и временным интегрированием. алгоритмы работы, варианты схемных решений, рабочие параметры.	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 54453

5 Принципы построения волоконно-оптических систем связи.	Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), ее основные функциональные блоки, топологические реализации. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов. Цифровые пле-зиохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	
6 Физические основы распространения излучения по оптическому волокну	Планарные и полосковые оптические волноводы, одномодовый и многомодовый режимы распространения, дисперсия в оптических волноводах. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ. Режим слабонаправляющего волновода. Характеристическое уравнение, моды ОВ. Виды дисперсии в ОВ. Причины потерь в ОВ.	2	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	2	
7 Характеристики компонентов волоконно-оптических систем связи	Основные параметры ОВ: Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды и полупроводниковые лазеры, их основные характеристики.. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные и p-i-n фотодиоды, принцип действия и параметры. Оптические усилители и мультплексоры.	3	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	3	
8 Функциональные схемы передающих и приемных трактов оптических систем связи	Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта. Отношение сигнал-шум на выходе приемного устройства с высокоимпедансными усилителями на биполярном и полевом транзисторах. Приемные устройства с трансимпедансным усилителем.	3	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 54453

2 семестр			
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе	6	ПКР-1
	Итого	6	
2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры)	6	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	6	
4 Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием	Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор	6	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	Оптический спектроанализатор на брэгговской ячейке	4	ПКР-1, ПКР-5
	Оптический усилитель на доппированном волокне	4	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	8	
2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	Устройство ввода информации в оптическую систему	4	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	4	
7 Характеристики компонентов волоконно-оптических систем связи	Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах	4	ПКР-1, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля

Согласована на портале № 54453

2 семестр				
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	4	ПКР-1	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Написание реферата	4	ПКР-1	Реферат
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	24		
2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	4	ПКР-1, ПКР-5	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Написание реферата	4	ПКР-1, ПКР-5	Реферат
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-1, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	26		
3 Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов.	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Итого	10		

Согласована на портале № 54453

4 Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	4	ПКР-1, ПКР-5	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Написание реферата	4	ПКР-1, ПКР-5	Реферат
	Итого	16		
5 Принципы построения волоконно-оптических систем связи.	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Итого	10		
6 Физические основы распространения излучения по оптическому волокну	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Итого	10		
7 Характеристики компонентов волоконно-оптических систем связи	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-1, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	20		
8 Функциональные схемы передающих и приемных трактов оптических систем связи	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-1, ПКР-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-5	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		128		
Итого		128		

Согласована на портале № 54453

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Расчетная / расчетно-графическая работа, Реферат, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
ПКР-5	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Расчетная / расчетно-графическая работа, Реферат, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	20	20
Защита отчета по лабораторной работе	0	2	6	8
Контрольная работа	4	8	4	16
Лабораторная работа	0	6	6	12
Расчетная / расчетно-графическая работа	4	8	4	16
Реферат	0	0	8	8
Тестирование	0	0	10	10
Отчет по лабораторной работе	0	2	8	10
Итого максимум за период	8	26	66	100
Нарастающим итогом	8	34	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4

Согласована на портале № 54453

От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.К. Скляров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104959.

7.2. Дополнительная литература

1. Дубнищев, Ю. Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах : учебное пособие / Ю. Н. Дубнищев. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1156-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210599.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические системы связи и обработки информации: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / С. Н. Шарангович, Д. Малышева - 2018. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8845.

2. Шарангович, С. Н. Оптические системы связи и обработки информации: Учебно-методическое по практическим занятиям и организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] / С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2015. — 47 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8845.

3. Оптические системы связи и обработки информации: Лабораторный практикум / С. Н. Шарангович - 2018. 92 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8058.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Согласована на портале № 54453

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Reader;
- Microsoft Imagine;
- Microsoft Office 2007;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 15;
- Scilab;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро;
- Компьютерная лабораторная работа Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей;

Согласована на портале № 54453

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно-научная лаборатория ГПО "Оптоэлектроника": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Аппаратура ЦВОЛТ Транспорт-8х30 - 2 крейта в стойке 19";
- Осциллограф цифровой Tektronix TSD 2012B;
- Генератор сигналов SFG-2110;
- Вольтметр цифровой GDM-8145;
- Осциллограф GOS 620FG;
- Стенд для записи голографических дифракционных решеток на фотополимерных материалах;
- Анализатор лазерных пучков BS-FW-FX33;
- Лазер LSD-DTL-317;
- Лазер He-Ne ЛГН - 207;
- Стол оптический "Standa";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 15;
- Scilab;
- XnView;
- Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро;
- Компьютерная лабораторная работа Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей;
- Программный комплекс для исследования процессов формирования и дифракционных характеристик голографических фотонных структур;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 54453

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Физические и математические основы оптической обработки информации	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 54453

2 Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов.	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Принципы построения волоконно-оптических систем связи.	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 54453

6 Физические основы распространения излучения по оптическому волокну	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Характеристики компонентов волоконно-оптических систем связи	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Функциональные схемы передающих и приемных трактов оптических систем связи	ПКР-1, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 54453

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Основными достоинствами оптических систем являются:
   - многоканальность
   - высокое быстродействие
   - большая информационная емкость
   - все перечисленные
2. Преимущества Брэгговских модуляторов по сравнению с модуляторами Рамана - Ната
   - более высокочастотные
   - перекачка дифрагированной энергии в несколько дифракционных максимумов
   - позволяют анализировать сигналы на промежуточной частоте, а не на основной
   - большая интенсивность световых волн
3. Быстродействие АОАС - это время, в течение которого апертура (D) модулятора заполняется
   - на 80%
   - на 50%
   - на 90%

Согласована на портале № 54453

- на 60%

4. В АОС динамический диапазон может быть ограничен несколькими причинами. Какими?
   - оптические шумы лазера
   - шумы усилителей радиосигнала
   - шумы всего приемного тракта формирования радиосигналов
   - все перечисленные
5. На каком явлении основан принцип действия акустооптического модулятора?
   - явление интерференции света на ультразвуковых колебаниях
   - явление дифракции света на периодических структурах
   - явление интерференции света напериодических структурах
   - явление дифракции света на ультразвуковых колебаниях
6. За счет какого эффекта возникает дифракция Брэгга при прохождении света через объемную фазовую
   решетку?
   - пьезоэлектрического эффекта
   - упругого эффекта
   - фоторефрактивного эффекта
   - фотоупругого эффекта
7. Основное свойство одноканальных АОАС:
   - позволяют определять только спектр мощности анализируемого сигнала
   - позволяют обрабатывать сигналы с ФАР
   - позволяют определять частоту и направление радиоизлучения по отношению к антенной системе
   - позволяют определять спектр и амплитуду мощности анализируемого сигнала
8. Что такое эффективная числовая аппертура?
   - значение, равное косинусу половины плоского угла, соответствующего телесному углу, ограничивающему
   конус, в котором сосредоточена заданная часть мощности излучения на выходе ОВ
   - значение, равное синусу половины плоского угла, соответствующего телесному углу, ограничивающему
   синус, в котором сосредоточена заданная часть мощности излучения на выходе ОВ
   - значение, равное синусу половины плоского угла, соответствующего телесному углу, ограничивающему
   конус, в котором сосредоточена заданная часть мощности излучения на входе ОВ
   - значение, равное синусу половины плоского угла, соответствующего телесному углу, ограничивающему
   конус, в котором сосредоточена заданная часть мощности излучения на выходе ОВ
9. Чем обусловлена материальная дисперсия в ОВ?
   - различной длиной пути, пробегаемого каждой модой
   - зависимостью скорости оптического излучения (или показателя преломления вещества) от длины волны
   - различной поляризацией в волокне
   - поглощением и рассеянием оптической энергии
10. Какие требования предъявляются к характеристикам ФПУ?
    - высокая эффективность преобразования оптических сигналов в электрические
    - высокое быстродействие
    - низкий уровень шумов, возникающих в процессе демодуляции оптического излучения
    - все перечисленные

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Оптические методы обработки информации. Достоинства этих методов.
2. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура.
3. Скалярная теория дифракции: формула Гюйгенса-Френеля, дифракции Френеля и Фраунгофера.
4. Преобразование световых полей элементами оптических систем
5. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
6. Обратное преобразование Фурье в оптической системе.

Согласована на портале № 54453

7. Операция интегрирования в оптической системе.
8. Операция фильтрации в оптической системе.
9. Операция дифференцирования в оптической системе.
10. Вычисление функции свертки в оптической системе.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура
2. Преобразование световых полей элементами оптических систем
3. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
4. Операция интегрирования в оптической системе.
5. Операция фильтрации в оптической системе.
6. Что такое волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Изобразите обобщённую схему ВОЛС.
7. Назовите основные элементы ВОЛС.
8. Назовите основные характеристики оптических демультиплексоров.
9. Какие межканальные интервалы соответствуют DWDM стандарту?
10. Какие методы используются для увеличения полосы усиления EDFA?

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Интегральные преобразования в когерентных оптических системах
2. Спектральные преобразования в когерентных оптических системах
3. Акустооптические процессоры спектрального типа
4. Акустооптические процессоры корреляционного типа
5. Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи
6. Принципы построения аналоговых волоконно-оптических систем передачи;
7. Принципы построения цифровых волоконно-оптических систем передачи;

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Оптический спектроанализатор на брэгговской ячейке
2. Оптический усилитель на доппированном волокне
3. Устройство ввода информации в оптическую систему
4. Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах

9.1.6. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Интегральные преобразования оптических сигналов
2. Фильтрация оптических сигналов
3. Брэгговская ячейка как элемент ввода информации в оптический сигнальный процессор
4. Расчет акустооптического анализатора спектра
5. Расчет оптического демультиплексора на резонаторах Фабри-Перо

9.1.7. Примерный перечень тем для рефератов

1. Оптические процессоры обработки сигналов
2. Адаптивные оптические фильтры на основе фоторефрактивных кристаллов
3. Принципы построения оптических компьютеров
4. Волоконно-оптические системы со спектральным разделением
5. Принципы оптического мультиплексирования в полностью оптических сетях
6. Многоволновые оптические источники излучения
7. Многоволновые оптические мультиплексоры и демультиплексоры
8. Оптические мультиплексоры ввода/вывода каналов
9. Многоволновые оптические усилители
10. Волноводные оптические компоненты спектрального мультиплексирования /демультиплексирования

9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 54453

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

Согласована на портале № 54453

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 54453

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 3 от «26» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Разработано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

Согласована на портале № 54453