МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ РАДИОФОТОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Защищенные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 59770

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов фундаментальных знаний об основных положениях микроволновой радиофотоники, приобретение навыков применения этих положений для решения задач синтеза и анализа алгоритмов и устройств генерации, приема и обработки широкополосных радиосигналов с помощью радиофотонных устройств, знакомство с тенденциями развития радиофотонных сетей и систем связи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Задачами изучения дисциплины является: - знакомство с современными принципами передачи и обработки информации на основе использования радиофотонных методов и устройств, а также с физикой работы с их конструктивными особенностями этих приборов; - освоение студентом радиофотонных методов генерации и обработки сигналов радиодиапазона.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.06.
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		
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики	Способен осваивать современные и перспективные направления развития инфокоммуникационных технологий и системы связи.
	ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	Готов применять методы системного анализа при разработке, производстве и испытаниях радиотехнических узлов, устройств и системы связи

Согласована на портале № 59770

Профессиональные компетенции		
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.	Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем и системы связи
	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.	Способен обрабатывать патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их дальнейшего использования при работе над выпускной квалификационной работой и в будущей профессиональной деятельности
	ПКР-1.3. Умеет разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем.	Способен разрабатывать и обосновывать конструкций радиотехнических узлов, устройств и системы связи различного функционального назначения и уровня разукрупнения с использованием современных пакетов прикладных программ, проводить натурный эксперимент по измерению их основных параметров и характеристик.
	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.	Выполнять моделирование радиотехнических устройств и систем, а также телекоммуникационных систем и сетей с целью анализа и оптимизации их параметров по основным критериям проектирования с использованием средств автоматизации проектирования.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в

Согласована на портале № 59770

таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 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	92	92
Подготовка к тестированию	86	86
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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
1 семестр						
1 1. Введение	1	1	16	8	26	ОПК-1, ПКР-1
2 2. Математические основы микроволновой радиофотоники.	1	1	-	3	5	ОПК-1, ПКР-1
3 3. Физические основы микроволновых радиофотонных систем (РФС)	1	1	-	3	5	ОПК-1, ПКР-1
4 4. Линейная фильтрация оптических сигналов.	1	-	-	4	5	ОПК-1, ПКР-1
5 5. Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем.	1	1	-	4	6	ОПК-1, ПКР-1
6 6. Фотоприемниые устройства РФС	2	1	-	5	8	ОПК-1, ПКР-1
7 7. Устройства управления оптическим излучением в РФС	2	1	-	5	8	ОПК-1, ПКР-1
8 8. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем	2	1	-	5	8	ОПК-1, ПКР-1
9 9. Оптические микрорезонаторы в устройствах обработки радиосигналов СВЧ-диапазона	1	1	-	5	7	ОПК-1, ПКР-1
10 10. Средства радиофотоники в конструкции малошумящих генераторов радиосигналов СВЧ-диапазона	2	4	-	20	26	ОПК-1, ПКР-1

Согласована на портале № 59770

11 11. Средства радиофотоники в системах обработки сигналов антенных решеток	1	2	-	10	13	ОПК-1, ПКР-1
12 12. Средства радиофотоники в системах защищенной квантовой оптической связи	3	4	-	20	27	ОПК-1, ПКР-1
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	144	

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
1 семестр			
1 1. Введение	Понятие микроволновой радиофотоники. Особенности применения методов радиофотоники при обработке сигналов.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
2 2. Математические основы микроволновой радиофотоники.	Описание сигналов. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Понятия, воздействия и реакции системы, системного оператора.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
3 3. Физические основы микроволновых радиофотонных систем (РФС)	Спонтанное и стимулированное излучение. Спектры излучения, ширина линии. Особенности распространения световых волн. Понятие волнового поля. Плоские монохроматические волны. Модель дифракции волн Френеля-Кирхгофа.	1	ОПК-1
	Итого	1	
4 4. Линейная фильтрация оптических сигналов.	Свободное пространство как фильтр пространственных частот. Волновое поле при аксиально-симметричном распределении комплексной амплитуды во входной плоскости. Частотная и импульсная характеристики свободного пространства	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 59770

5 5. Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем.	Общая характеристика источников света. Естественная ширина спектральной линии. Принцип оптического усиления. Полупроводниковые и волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов. Конструкции, принцип действия, основные характеристики. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации. Пороговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Лазеры с распределенной обратной связью. Лазеры с вертикальным резонатором. Светодиоды, их достоинства и недостатки.	1	ОПК-1
	Итого	1	
6 6. Фотоприемниые устройства РФС	Типы фотоприемников. Основные характеристики: чувствительность, быстродействие, обнаружительная способность, спектральный диапазон. Приемники с внешним и внутренним фотоэффектом: фотоэлементы, ФЭУ, фоторезисторы, фотодиоды, МОП-структуры и фотоматрицы. Шумы фотоприемников. Методы приема модулированного оптического излучения: прямое фотодетектирование и оптическое гетеродинирование.	2	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	2	
7 7. Устройства управления оптическим излучением в РФС	Физические эффекты, используемые для управления параметрами оптического излучения: эффект Поккельса, фотоупругий эффект, эффект Фарадея. Характеристики электрооптических модуляторов: полоса частот модуляции, потребляемая мощность, динамический диапазон. Модулятор Маха – Зендера. Прямая модуляция светодиодов и инжекционных лазеров. Акустооптический эффект. Модуляторы света с бегущей и стоячей акустической волной. Акустооптические дефлекторы и фильтры. Особенности модуляции на СВЧ.	2	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 59770

8 8. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем	Распространение света в планарных и канальных диэлектрических волноводах и волокнах. Моды оптических волноводов и волокон. Условие существования волноводных мод. Структура поля волноводных мод. Зависимость постоянной распространения от толщины оптического волновода и волокна. Обмен энергией между волноводными модами. Методы ввода и вывода излучения. Пассивные и активные устройства интегральной оптики: направленные ответвители, модуляторы, дефлекторы, коммутаторы. Оптические микрорезонаторы.	2	ОПК-1
	Итого	2	
9 9. Оптические микрорезонаторы в устройствах обработки радиосигналов СВЧ-диапазона	Добротность оптических микрорезонаторов (ОМР), возбуждаемых фундаментальными модами шепчущей галереи (МШГ). Элементы связи для таких резонаторов, построенные на основе планарных оптических волноводов, расположенных в области ограниченной внешней и внутренней каустиками МШГ. Модели фильтрующих устройств на основе ОМР.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
10 10. Средства радиофотоники в конструкции малошумящих генераторов радиосигналов СВЧ-диапазона	Структурная схема оптоэлектронного генератора с высокой спектральной чистотой. Основные характеристики и пути их совершенствования. Двухконтурная схема ОЭГ с одним и двумя управляемыми плечами	2	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	2	
11 11. Средства радиофотоники в системах обработки сигналов антенных решеток	Структурная схема радиооптической антенной решетки. Радиооптическая антенная решетка с функциями пеленгатора-частотомера.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
12 12. Средства радиофотоники в системах защищенной квантовой оптической связи	Аксиомы квантовой механики. Наблюдаемые и операторы. Унитарные преобразования. Векторное пространство квантовых состояний Чистые и смешанные квантовые состояния. Квантовые измерения. Кубит. Неклонируемость кубита. Общие принципы квантовых вычислений. Однокубитовые квантовые вентили. Квантовая передача ключа одиночными фотонами. Алгоритмы BB84, B92. Проблема декогеренции кубитов.	3	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	3	
	Итого за семестр	18	

Согласована на портале № 59770

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
1 семестр			
1 1. Введение	Понятие радиофотоники. Особенности методов радиофотоники при обработке сигналов.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
2 2. Математические основы микроволновой радиофотоники.	Описание сигналов. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Понятия, воздействия и реакции системы, системного оператора,. Свойство линейности. Свойство изопланарности. Общая схема решения задач на нахождение отклика линейных систем. Описание линейной инвариантной системы в частотной и пространственной областях.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
3 3. Физические основы микроволновых радиофотонных систем (РФС)	Особенности распространения световых волн. Модель дифракции волн Френеля-Кирхгофа. Приближения Френеля и Фраунгофера. Угловой спектр плоских волн и его физический смысл. Распространение углового спектра. Линейный пространственный фильтр. Функция рассеяния оптической системы.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
5 5. Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем.	Общая характеристика источников света. Естественная ширина спектральной линии. Спонтанное и стимулированное излучение. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации. Методы накачки. Пороговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Светодиоды, их достоинства и недостатки.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
6 6. Фотоприемныые устройства РФС	Типы фотоприемников. Основные характеристики: чувствительность, быстродействие, обнаружительная способность, спектральный диапазон. Шумы фотоприемников. Методы приема модулированного оптического излучения	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 59770

7 7. Устройства управления оптическим излучением в РФС	Характеристики электрооптических модуляторов: полоса частот модуляции, потребляемая мощность, динамический диапазон. Модулятор Маха – Зендера. Прямая модуляция светодиодов и инжекционных лазеров. Модуляционные характеристики полупроводникового лазера. Светодиодные, лазерные и интегральные передающие оптические модули. Особенности модуляции на СВЧ. Акустооптические дефлекторы и фильтры.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
8 8. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем	Распространение света в планарных и канальных диэлектрических волноводах. Моды оптических волноводов. Условие существования волноводных мод. Структура поля волноводных мод. Зависимость постоянной распространения от толщины оптического волновода. Методы ввода и вывода излучения. Пассивные и активные устройства интегральной оптики: направленные ответвители, модуляторы, дефлекторы, коммутаторы.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
9 9. Оптические микрорезонаторы в устройствах обработки радиосигналов СВЧ-диапазона	Добротность оптических микрорезонаторов (ОМР), возбуждаемых фундаментальными модами шепчущей галереи (МШГ). Элементы связи для таких резонаторов, построенные на основе планарных оптических волноводов, расположенных в области ограниченной внешней и внутренней каустиками МШГ. Модели фильтрующих устройств на основе ОМР.	1	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	1	
10 10. Средства радиофотоники в конструкции малошумящих генераторов радиосигналов СВЧ-диапазона	Структурная схема оптоэлектронного генератора с высокой спектральной чистотой. Основные характеристики и пути их совершенствования. Двухконтурная схема ОЭГ с одним и двумя управляемыми плечами.	4	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	4	
11 11. Средства радиофотоники в системах обработки сигналов антенных решеток	Структурная схема радиооптической антенной решетки. Радиооптическая антенная решетка с функциями пеленгатора-частотомера	2	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 59770

12 12. Средства радиофотоники в системах защищенной квантовой оптической связи	Аксиомы квантовой механики. Векторное пространство квантовых состояний Чистые и смешанные квантовые состояния. Квантовые измерения. Кубит. Неклонируемость кубита. Общие принципы квантовых вычислений. Однокубитовые квантовые вентили. Квантовая передача ключа одиночными фотонами. Алгоритмы BB84, B92. Проблема декогеренции кубитов.	4	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	4	
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
1 семестр			
1 1. Введение	Исследование малошумящего оптоэлектронного автогенератора с резонансной системой на основе оптического микрорезонатора.	4	ОПК-1, ПКР-1
	Исследование системы квантового распределения ключей на основе протокола B92	4	ОПК-1, ПКР-1
	Исследование системы квантового распределения ключей на основе протокола BB84	4	ОПК-1, ПКР-1
	Исследование малошумящего оптоэлектронного автогенератора с задержанной обратной связью на основе оптического волокна.	4	ОПК-1
	Итого	16	
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
1 семестр				

Согласована на портале № 59770

1 1. Введение	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-1	Лабораторная работа
	Итого	8		
2 2. Математические основы микроволновой радиофотоники.	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	3		
3 3. Физические основы микроволновых радиофотонных систем (РФС)	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	3		
4 4. Линейная фильтрация оптических сигналов.	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
5 5. Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем.	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
6 6. Фотоприемниые устройства РФС	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	5		
7 7. Устройства управления оптическим излучением в РФС	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	5		
8 8. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	5		
9 9. Оптические микрорезонаторы в устройствах обработки радиосигналов СВЧ-диапазона	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	5		
10 10. Средства радиофотоники в конструкции малушумящих генераторов радиосигналов СВЧ-диапазона	Подготовка к тестированию	20	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	20		
11 11. Средства радиофотоники в системах обработки сигналов антенных решеток	Подготовка к тестированию	10	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	10		

Согласована на портале № 59770

12 12. Средства радиофотоники в системах защищенной квантовой оптической связи	Подготовка к тестированию	20	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	20		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

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.	
ОПК-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

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
1 семестр				
Лабораторная работа	12	14	14	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	22	24	24	100
Нарастающим итогом	22	46	70	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
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

Согласована на портале № 59770

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. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Игнатов ; ред. С. В. Макаров ; рец.: А. М. Копылов, И. А. Деребезов ; худож. Е. А. Власова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2017 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/95150#3.

2. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. :Техносфера, 2006. - 588 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Прикладная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2004. - 414 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.).

2. Оптические устройства в радиотехнике : Учебное пособие для вузов / А. Ю. Гринев [и др.] ; ред. В. Н. Ушаков. - М. : Радиотехника, 2005. - 239[1] с. : ил., табл. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 238. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.).

3. Давыдов, В. Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / В. Н. Давыдов. — Москва : ТУСУР, 2016. — 139 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/110271.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы и устройства радиофотоники в системах радиосвязи: Методические указания по выполнению практических работ / А. С. Задорин - 2019. 109 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8986.

2. Методы и устройства радиофотоники в системах радиосвязи: Методические указания по выполнению лабораторных работ / А. С. Задорин - 2019. 69 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9010.

3. Методы и устройства радиофотоники в системах радиосвязи: Методические указания по самостоятельной работе / А. С. Задорин - 2019. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9011.

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 № 59770

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

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- AWR Design Environment;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Windows;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;

Согласована на портале № 59770

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- AWR Design Environment;
- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 13, 14;

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.

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,

Согласована на портале № 59770

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 1. Введение	ОПК-1, ПКР-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 2. Математические основы микроволновой радиофотоники.	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 3. Физические основы микроволновых радиофотонных систем (РФС)	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 4. Линейная фильтрация оптических сигналов.	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 5. Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем.	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 6. Фотоприемниые устройства РФС	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 7. Устройства управления оптическим излучением в РФС	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 8. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 59770

9 9. Оптические микрорезонаторы в устройствах обработки радиосигналов СВЧ-диапазона	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 10. Средства радиофотоники в конструкции малошумящих генераторов радиосигналов СВЧ-диапазона	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 11. Средства радиофотоники в системах обработки сигналов антенных решеток	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 12. Средства радиофотоники в системах защищенной квантовой оптической связи	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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
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

Согласована на портале № 59770

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. Каковы размеры открытого оптического резонатора в сравнении с длиной волны света? Каковы размеры открытого оптического резонатора в сравнении с длиной волны света? Варианты ответа: а) Они одинаковы; б) Длина волны света много больше размеров резонатора; в) Размеры резонатора много больше длины волны света; г) Расстояние между отражающими поверхностями равно половине длины волны света.
2. Как связаны длина открытого оптического резонатора и резонансная длина волны для продольных мод? Варианты ответа: а) Они пропорциональны друг другу; б) Они обратно пропорциональны друг другу; в) Они являются независимыми; г) Они равны друг другу.
3. Какие преимущества перед генераторами СВЧ обеспечивает использование оптоэлектронной конверсии? Варианты ответа: а) Снижение фазовых шумов и массогабаритных параметров. б) Снижение стоимости устройства. в) Повышение долговременной стабильности. г) Нет верного ответа.
4. Что такое декогеренция кубита? Варианты ответа:. а) Дифракция в материальной среде. б) Интерференция фотона в материальной среде. в) Нарушение когерентности, вызываемый взаимодействием фотона с окружающей средой. г) Нет верного ответа.
5. Каков уровень добротности оптических микрорезонаторов, возбуждаемых фундаментальными модами шепчущей галереи? Варианты ответа: а) ~100; б) ~10000. в) ~100000000. г) ~1000000000000.
6. Как связаны длина открытого оптического резонатора и резонансная длина волны для продольных мод? Варианты ответа: а) Они пропорциональны друг другу; б) Они обратно пропорциональны друг другу; в) Они являются независимыми; г) Они равны друг другу.
7. Что из себя представляет электромагнитное поле волноводной моды планарного оптического волновода? Варианты ответа: 1. Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении. б) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и стоячей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении. в) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении. г) Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и бегущей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
8. Зависит ли от длины волны света величина коэффициента отражения зеркал с

Согласована на портале № 59770

многослойным диэлектрическим покрытием? Варианты ответа: а) Нет, не зависит б) Да, зависит в) В видимом диапазоне эта зависимость очень слаба г) Зависит, но только в инфракрасном диапазоне

9. Зеркала газовых лазеров, работающих в видимом диапазоне, как правило, представляют собой многослойные диэлектрические структуры на прозрачной диэлектрической подложке. Почему для этого не используются металлические пленки на той же подложке? Варианты ответа: а) Металлические пленки имеют слишком низкий коэффициент отражения для света видимого диапазона б) Технология нанесения металлических пленок на подложку значительно сложнее, чем процесс получения многослойных диэлектрических зеркал в) Металлические пленки обладают более высоким поглощением света в видимом диапазоне, чем диэлектрические г) Металлические пленки не позволяют получить лазерное излучение с линейной поляризацией
10. Какое из следующих утверждений является наиболее правильным: Варианты ответа: а) длина волны лазерного излучения определяется условием баланса амплитуд; б) ширина спектральной линии излучения лазера определяется добротностью оптического резонатора; в) поляризация лазерного излучения зависит от типа активной среды; г) поляризация лазерного излучения зависит от добротности оптического резонатора.
11. Каково основное отличие конструкции лазерного диода и светодиода? Варианты ответа: а) Светодиод не имеет теплоотвода. б) Светодиод имеет меньшую угловую расходимость излучения. в) Светодиод не имеет оптического резонатора. г) Светодиод требует обратного смещения p-n перехода.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации лазеров.
2. Кубит. Неклонируемость кубита. Общие принципы квантовых вычислений.
3. Аксиомы квантовой механики. Векторное пространство квантовых состояний Чистые и смешанные квантовые состояния. Квантовые измерения.
4. Использование оптических микрорезонаторов для обработки радиосигналов СВЧ-диапазона.
5. Квантовая передача ключа одиночными фотонами. Алгоритм BB84.
6. Квантовая передача ключа одиночными фотонами. Алгоритм B92.
7. Виды электрооптической модуляции света: фазовая, поляризационная и модуляция интенсивности.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование малошумящего оптоэлектронного автогенератора с резонансной системой на основе оптического микрорезонатора.
2. Исследование системы квантового распределения ключей на основе протокола B92
3. Исследование системы квантового распределения ключей на основе протокола BB84
4. Исследование малошумящего оптоэлектронного автогенератора с задержанной обратной связью на основе оптического волокна.

9.2. Методические рекомендации

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

Согласована на портале № 59770

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:

– 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;

Согласована на портале № 59770

– 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 № 59770

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 3 от « 1 » 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РСС	А.С. Задорин	Разработано, 521229bc-219b-4531-a2f6-1da5347c4187

Согласована на портале № 59770