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

ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2019 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	12	12	часов
Самостоятельная работа	96	96	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	2

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 № 55401

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка обучающихся к исследованию и разработке приборов и систем управления оптическим излучением, предназначенных как для физических исследований и проведения высокоточных измерений, так и для создания перспективных систем и комплексов на основе изучения базовых физических принципов функционирования основных элементов лазерных систем.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение навыков разработки и проектирования устройств управления оптическим излучением.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.02.
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		
ПКР-5. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПКР-5.1. Знает современные технологические процессы производства изделий микро- и наноэлектроники.	Знает основные принципы и физические эффекты, обеспечивающие эффективное управление оптическим излучением.
	ПКР-5.2. Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий микроэлектроники.	Умеет применять полученные знания при теоретическом анализе и экспериментальном исследовании физических процессов и оптических явлений, лежащих в основе методов управления оптическим излучением
	ПКР-5.3. Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками анализа информации о новых методах управления оптическим излучением и типах оптических устройств при проектировании технологических процессов производства изделий устройств управления оптическим излучением.

Согласована на портале № 55401

ПКР-9. Готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	ПКР-9.1. Знает методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий микроэлектроники.	Знает методы авторского сопровождения разрабатываемых приборов и устройств управления оптическим излучением.
	ПКР-9.2. Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий микроэлектроники.	Умеет выявлять и анализировать результаты поверки приборов и устройств управления оптическим излучением.
	ПКР-9.3. Владеет навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронной техники.	Владеет навыками анализа и подготовки отчетности по результатам поверки приборов и устройств управления оптическим излучением.
ПКР-11. Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПКР-11.1. Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач.	Знает эффективные алгоритмы и их программные реализации для решения научно-исследовательских задач в области управления оптическим излучением.
	ПКР-11.2. Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования.	Умеет использовать эффективные алгоритмы и их программные реализации для исследования и проектирования приборов управления оптическим излучением.
	ПКР-11.3. Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет навыками методами и приемами разработки, проектирования и использования устройств управления оптическим излучением.

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 4 зачетных единиц, 144 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	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	96	96
Подготовка к зачету	36	36
Подготовка к тестированию	22	22
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	14	14
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8

Согласована на портале № 55401

Подготовка к контрольной работе	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	2	-	-	4	6	ПКР-5, ПКР-9
2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	2	4	4	26	36	ПКР-5, ПКР-9, ПКР-11
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	4	6	4	26	40	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	4	4	4	20	32	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
5 Волоконно - оптические гироскопы	4	4	-	12	20	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
6 Волоконные лазеры	2	-	-	8	10	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
Итого за семестр	18	18	12	96	144	
Итого	18	18	12	96	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
2 семестр			
1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. Краткая история вопроса.	2	ПКР-5, ПКР-9
	Итого	2	

Согласована на портале № 55401

2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; некварцевые ВС, особенности физических свойств и характеристик ВС для волоконно-оптических датчиков. Делители световых пучков, сумматоры, направленные ответвители, поляризаторы, оптические вентили, фазовые пластинки. Интегрально-оптические интерферометры, модуляторы интенсивности света и фазовые модуляторы, элементы для сдвига частоты света	2	ПКР-5, ПКР-9
	Итого	2	
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Датчики амплитудного типа для измерения температуры, механических величин, концентрации химических веществ. Датчики поляризационного типа для измерения магнитного поля, напряженности электрического поля, давления и ускорения. Датчики на основе сдвига частоты света для измерения скорости твердых тел, скорости сыпучих или жидких веществ. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования, области применения датчиков с волокном - линией передачи.	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	4	
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Датчики с использованием модуляции потерь для измерения микроперемещений, датчики на основе эффектов люминесценции. Волоконно-оптические брэгговские решетки и датчики на их основе. Датчики на основе интерференции света. Интерферометрические схемы Маха - Цендера, Майкельсона, Фабри – Перо. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования и области применения датчиков с волокном в качестве чувствительного элемента.	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 55401

5 Волоконно - оптические гироскопы	Эффект Саньяка, основные схемы лазерных и волоконно – оптических гироскопов, основные характеристики и методы их улучшения, методы повышения чувствительности и снижения шумов. Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	4	
6 Волоконные лазеры	История развития волоконно-оптических лазеров. Особенности конструкции и основные характеристики современных волоконных лазеров средней и большой мощности. Принцип работы, особенности конструкции, основные характеристики волоконных рамановских лазеров.	2	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	2	
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
2 семестр			
2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов	4	ПКР-11, ПКР-5
	Итого	4	
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков.	6	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	6	
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо.	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 55401

5 Волоконно - оптические гироскопы	Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9
	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
2 семестр			
2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	Акустооптический модулятор лазерного излучения	4	ПКР-11, ПКР-5
	Итого	4	
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Исследование характеристик кремниевого полупроводникового фотодиода	4	ПКР-11, ПКР-5
	Итого	4	
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда»	4	ПКР-11, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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
2 семестр				
1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	Подготовка к зачету	2	ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Итого	4		
2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	Подготовка к зачету	8	ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПКР-11, ПКР-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	готовка к е отчета по	4	ПКР-11, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной

Согласована на портале № 55401

3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Подготовка к зачету	8	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	6	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-11, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-11, ПКР-5	Лабораторная работа
	Итого	26		
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Подготовка к зачету	8	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-11, ПКР-5	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-11, ПКР-5	Лабораторная работа
	Итого	20		
5 Волоконно - оптические гироскопы	Подготовка к зачету	6	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	12		

Согласована на портале № 55401

6 Волоконные лазеры	Подготовка к зачету	4	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		96		
Итого		96		

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-5	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-9	+	+		+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-11	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)

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	0	0	0	0
Защита отчета по лабораторной работе	0	3	6	9
Контрольная работа	5	0	5	10
Лабораторная работа	0	2	4	6
Тестирование	15	15	15	45
Отчет по практическому занятию (семинару)	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	30	40	100

Согласована на портале № 55401

Нарастающим итогом	30	60	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
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. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2013. 198 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709.

2. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Абрис, 2012. - 656 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. – 516 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).

2. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / А. И. Башкиров, С. М. Шандаров - 2012. 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1578.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптоэлектронные активные и пассивные компоненты оптических систем: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2018. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8071.

2. Волоконные лазеры: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2018. 29 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8301.

Согласована на портале № 55401

3. Радиофотоника: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 34 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8438.

4. Акустооптический модулятор лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8053.

5. Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда»: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений подготовки «Фотоника и оптоинформатика» и «Электроника и наноэлектроника» / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2013. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3494.

6. Исследование характеристик кремниевого полупроводникового фотодиода: Методические указания к лабораторной работе / В. В. Щербина, Н. И. Буримов - 2013. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2819.

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.

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: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;

Согласована на портале № 55401

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд "Оптика" - 2 шт.;
- Генератор АКИП-3409/3 - 2 шт.;
- Источник питания "Марс";
- Генератор Г5-54;
- Генератор функциональный АКТАКОМ АНР-3121;
- Мультиметр: DT 0205A, S-Line DT-830B;
- Осциллограф: Tektronix TBS2000, Rigol;
- Мультиметр Mastech MY68;
- Лабораторные стенды "Электрооптический эффект" - 2 шт., "Фазовый портрет" - 2 шт.;
- Лабораторный стенд "Полупроводниковые фотоприемники";
- Лабораторный стенд "Полупроводниковый лазер";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

Согласована на портале № 55401

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 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	ПКР-5, ПКР-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Оптические компоненты волоконнооптических датчиков	ПКР-5, ПКР-9, ПКР-11	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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 практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 55401

4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
5 Волоконно - оптические гироскопы	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
6 Волоконные лазеры	ПКР-11, ПКР-5, ПКР-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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 № 55401

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. В волоконном световоде показатель преломления сердцевины:
   а) должен быть равен показателю преломления внутренней оболочки;
   б) должен быть меньше показателя преломления внутренней оболочки;
   в) должен быть больше показателя преломления внутренней оболочки;
   г) должен быть меньше показателя преломления внешней оболочки
2. В градиентном волоконном световоде показатель преломления:
   а) не изменяется в пределах сердцевины, резко уменьшаясь на границе с внутренней оболочкой;
   б) плавно уменьшается от центра сердцевины к краям;
   в) плавно увеличивается от центра сердцевины к краям;
   г) плавно изменяется вдоль оси световода.
3. Основная мода волоконного световода HE11:
   а) характеризуется нулевым значением напряженности электрического поля в центре сердцевины;
   б) максимальным значением напряженности электрического поля в центре сердцевины;

Согласована на портале № 55401

в) постоянным значением напряженности электрического поля в сердцевине;
г) постоянным значением напряженности магнитного поля в сердцевине.

4. Волноводная дисперсия в волоконных световодах заключается:
а) в зависимости магнитной проницаемости сердцевины от длины волны излучения;
б) в зависимости показателя преломления сердцевины от длины волны излучения;
в) в зависимости показателя преломления внутренней оболочки от длины волны излучения;
г) в зависимости постоянной распространения моды от длины волны излучения.
5. В активирующих примесях волоконных световодов для получения лазерной генерации используются:
а) электронные переходы между уровнями незаполненной внутренней f-оболочки ионов редкоземельных элементов; б) колебательно-вращательные переходы;
в) только безызлучательные переходы;
г) только спонтанные переходы
6. Для создания состояния инверсии населенностей в активной области волоконного лазера
а) столкновения 1-го рода;
б) накачка электронным пучком;
в) оптическая накачка;
г) электронно-дырочная рекомбинация в пределах узкозонной области гетероструктуры
7. Брэгговские зеркала в волоконных световодах реализуются:
а) за счет отражения от атомных плоскостей кристаллов;
б) за счет сколов торцов волокон, ортогональных их оси;
в) за счет периодических возмущений магнитной проницаемости волокна;
г) за счет фотоиндуцированных решеток показателя преломления в волоконном световоде
8. В схемах накачки активных световодов используется:
а) точечное облучение сфокусированным излучением через цилиндрическую боковую поверхность;
б) сканирование пучка накачки по боковой поверхности световода;
в) принцип распределения вводимого излучения накачки по длине активного световода с использованием набора V-образных канавок или двойного волоконного световода с общим полимерным покрытием;
г) генерация излучения накачки в световоде за счет катодолюминесценции.
9. Пространственный период брэгговской решетки, обеспечивающей селективное отражение:
а) пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды;
б) прямо пропорционален половине длины волны генерируемого излучения и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;
в) прямо пропорционален половине длины волны излучения накачки и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;
г) обратно пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды.
10. Использование брэгговских зеркал в волоконных лазерах обеспечивает:
а) многомодовую генерацию в широкой области спектра;
б) эффективное использование излучения накачки;
в) одномодовую генерацию излучения с высокой степенью монохроматичности и большой длиной когерентности;
г) импульсный режим генерации.
11. Достоинством технологических волоконных лазеров является:
а) доставка излучения с использованием коллимирующих устройств;
б) доставки излучения с помощью волоконного кабеля необходимой длины (50 м и более);
в) доставка излучения с использованием фокусирующих устройств;
г) доставка излучения через атмосферный канал.

Согласована на портале № 55401

12. В волоконных световодах восприимчивостью третьего порядка определяется:
    а) параметрическое четырехволновое смешение;
    б) линейное распространение света в волокне;
    в) генерация второй гармоники;
    г) эффект оптического выпрямления.
13. Для обеспечения минимальной интенсивности света на выходе интерферометрического волноводного модулятора Маха-Цендера на его плечи нужно подать напряжение:
    а) равное полуволновому напряжению;
    б) равное удвоенному значению полуволнового напряжения;
    в) равное значению, превышающему полуволновое напряжение в 1,41 раза;
    г) равное половине полуволнового напряжения.
14. В p-i-n-фотодиоде i-слой собственного полупроводника:
    а) обеспечивает увеличение емкости фотоприемного устройства и уменьшение поглощения регистрируемого светового излучения;
    б) обеспечивает увеличение емкости фотоприемного устройства и увеличение поглощениярегистрируемого светового излучения;
    в) обеспечивает уменьшение емкости фотоприемного устройства и увеличение поглощения регистрируемого светового излучения;
    г) обеспечивает уменьшение предельного обратного напряжения смещения при фотодиодном режиме.
15. В фотоприемных устройствах граничная частота демодуляции:
    а) прямо пропорциональна собственной постоянной времени фотодиода;
    б) обратно пропорциональна собственной постоянной времени фотодиода;
    в) обратно пропорциональна квадрату собственной постоянной времени фотодиода;
    г) прямо пропорциональна корню квадратному из собственной постоянной времени фотодиода
16. Для лазерных интерферометрических систем целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:
    а) вследствие высокой степени монохроматичности и большой длины когерентности излучения;
    б) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;
    в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;
    г) вследствие большой длины лазерного резонатора.
17. Для систем лазерной спектроскопии целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:
    а) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;
    б) вследствие высокой степени монохроматичности генерируемого излучения;
    в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;
    г) вследствие большой длины лазерного резонатора.
18. Использование волоконных лазерных систем резки наиболее целесообразно:
    а) для тонких листовых материалов;
    б) для толстых листовых материалов;
    в) для профилированных материалов;
    г) для пищевых продуктов.
19. При полном внутреннем отражении:
    а) отраженная волна в оптически более плотной среде отсутствует;
    б) отраженная волна в оптически менее плотной среде отсутствует;
    в) преломленная волна в оптически более плотной среде отсутствует;
    г) преломленная волна в оптически менее плотной среде отсутствует.
20. Частотная дисперсия света это:
    а) зависимость фазовой скорости световых волн в световодах от их поляризации;
    б) вращение плоскости поляризации световой волны;
    в) перераспределение интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн;
    г) совокупность явлений, обусловленных зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света.

Согласована на портале № 55401

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках.
2. Основные параметры ВОД.
3. Механизмы птерь света в волоконных световодах.
4. Неволоконные компоненты волоконно – оптических устройств: фазовые пластинки.
5. Оптические изоляторы: пример реализации.
6. Пример электрооптического модулятора интенсивности света.
7. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.
8. Структурная схема распределенной ВО измерительной системы, принцип ее работы
9. Принцип построения датчика температуры с измерением теплового излучения в ВОД с волокном - линией передачи.
10. Схема оптического зонда для измерения смещений и колебаний.
11. Принцип действия и схема ВОД поляризационно - вращательного типа.
12. Схема датчика магнитного поля на основе эффекта Фарадея (волокно - линия передачи).
13. Типы волоконно - оптических интерферометров.
14. Базовая схема гомодинного интерферометра Маха - Цендера.
15. Выражение для интенсивности света на выходе интерферометра Маха - Цендера.
16. Как выбирают рабочую точку в интерферометре Маха - Цендера?
17. Схема и принцип работы интерферометра Фабри - Перо. Пример ВОД на основе интерферометра Фабри - Перо.
18. Суть эффекта Саньяка. Классическая схема волоконно - оптического гироскопа.
19. Схема волоконно - оптического гироскопа с кольцевым резонатором пассивного типа.
20. Волоконно-оптические брэгговские решетки и длинно-периодные волоконные решетки – что это такое и в чем их различия?
21. Соотношение между периодом волоконно-оптической брэгговской решетки и длиной волны света, на которой решетка является брэгговской.
22. Принцип работы чувствительного элемента датчика упругих деформаций на основе волоконно-оптической брэгговской решетки.
23. Методы формирования ВОБР. Пример схемы формирования ВОБР.
24. Пример схемы обработки сигнала датчика на основе ВОБР.
25. Схема волоконно-оптического лазера. Основные компоненты. Пути достижения высокой выходной мощности в таких лазерах.
26. Суть эффекта комбинационного рассеяния света. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Запишите формулы Френеля для поляризации, нормальной к плоскости падения, и поясните все обозначения.
2. Вычислите коэффициент отражения для волны, падающей нормально из воздуха на границу раздела со средой, имеющей показатель преломления n = 1,5.
3. Вычислите значение угла Брюстера для волны, падающей нормально из воздуха на границу раздела со средой, имеющей показатель преломления n = 1,5.
4. Как изменяется с углом падения фаза коэффициента отражения для волн, поляризованных в плоскости падения?
5. Что такое акустооптический эффект?
6. В чем отличие двуосного кристалла от одноосного?
7. В чем отличие продольного электрооптического эффекта от поперечного?
8. Как из результатов работы определить значение электрооптического коэффициента?
9. 1. Как измеряется эффективность дифракции ПАОМ
10. В чем различия между режимами дифракции Рамана-Ната и Брэгга?
11. Дифрагированная волна это….
12. Как измеряется эффективность работы АОМ?

9.1.4. Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 55401

1. Акустооптический модулятор лазерного излучения
2. Исследование характеристик кремниевого полупроводникового фотодиода
3. Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда»

9.1.5. Темы практических занятий

1. Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов
2. Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков.
3. Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо.
4. Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.

9.1.6. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Из уравнений Максвелла в дифференциальной форме и материальных уравнений для изотропной непроводящей среды получить волновое уравнение для вектора электрической напряженности E , считая свободные заряды и сторонние токи отсутствующими.
2. Монохроматическая световая волна накачки с максимальной амплитудой продольной компоненты Ezm=10 В/м при z = 0, распространяется в активированном волоконном световоде, характеризуемом для неё коэффициентом затухания 50 дБ/км. Определите максимальную амплитуду напряженности поля для данной волны при z = 60 м.
3. Монохроматическая световая волна накачки с максимальной интенсивностью Im(0)=100 Вт/м2 при z = 0, распространяется в активированном волоконном световоде, характеризуемом для неё коэффициентом затухания 400 дБ/км. Определите максимальную интенсивность для данной волны при z = 7,5 м.
4. Запишите балансное уравнение для числа частиц на уровне 3 четырехуровневой системы волоконного лазера на основе световода из кварцевого стекла, легированного ионами Nd3+ , с учетом воздействующего на нее электромагнитного поля, имеющего частоту w41 , и всех других возможных переходов.
5. Волоконный лазер с синхронизацией мод генерирует в периодическом режиме импульсы с длительностью 100 пс и частотой повторения 100 МГц и имеет среднюю выходную мощность 1 Вт. Оцените для данного лазера мощность и энергию в импульсе генерации.

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 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

Согласована на портале № 55401

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;

– 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:

Согласована на портале № 55401

– 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 № 55401

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 73 от «12» 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ЭП	В. Дю	Разработано, 73f269b2-fd48-4478-85e8-00d695cea241
и.о. заведующего кафедрой, каф. ЭП	Н.И. Буримов	Разработано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca

Согласована на портале № 55401