МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Всего аудиторных занятий	28	28	часов
4	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
5	Самостоятельная работа	80	80	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22014

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 5 » 6 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Заведующий каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

Доцент каф. КИПР _____ А. А. Чернышёв

Ст. преподаватель каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 22014

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Знакомство с методами планирования многофакторного эксперимента и освоение методики обработки и анализа результатов однофакторного эксперимента.

1.2. Задачи дисциплины

– В результате студенты должны:

– - знать современные методы планирования однофакторных и многофакторных экспериментов;

– - уметь обрабатывать экспериментальные данные: оценивать погрешность измерений, доверительную вероятность (надёжность) полученных результатов, исключать грубые погрешности, рассчитывать необходимое число экспериментов при указанной надёжности;

– - выявлять решающие факторы при многофакторном эксперименте.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Планирование эксперимента» (ФТД.1) относится к блоку ФТД.1.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования, Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Эксперимент: планирование, проведение, анализ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - теоретические основы современных методов обработки результатов эксперимента, основные виды распределений, встречающихся при физических исследованиях; - методы оценки систематических и случайных погрешностей при однофакторном эксперименте, методику нахождения необходимого числа измерений и доверительного интервала по заданной доверительной вероятности; - методы планирования многофакторного эксперимента (ПФЭ, ЦКОП, ЦКРП); - методы выявления наиболее значимых факторов, влияющих на свойства разрабатываемых изделий.

– **уметь** - обрабатывать и анализировать результаты измерений при однофакторном эксперименте, оценивать систематические и случайные погрешности измерений, надёжности полученных результатов; - выявлять доминирующие факторы, влияющие на свойства разрабатываемого изделия с помощью метода ранговой корреляции, метода сверхнасыщенных планов.

– **владеть** - правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной лаборатории и производства; - обработки и интерпретирования результатов эксперимента.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	28
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Из них в интерактивной форме	12	12

Согласована на портале № 22014

Самостоятельная работа (всего)	80	80
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	56	56
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Однофакторный эксперимент	4	0	6	10	ОПК-1
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования	6	3	21	30	ОПК-1
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	6	5	37	48	ОПК-1
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	2	2	16	20	ОПК-1
Итого за семестр	18	10	80	108	
Итого	18	10	80	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Однофакторный эксперимент	Методика физического эксперимента. Выбор измерительных приборов. Обработка результатов эксперимента. Сравнение результатов разных серий измерений. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка погрешности косвенных	4	ОПК-1

Согласована на портале № 22014

	измерений.		
	Итого	4	
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования	Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент.	6	ОПК-1
	Итого	6	
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	Центральные композиционные планы: ЦКОП и ЦРКП. Матрицы планирования. Достоинства и недостатки планов.	6	ОПК-1
	Итого	6	
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	Метод ранговой корреляции. Метод сверхнасыщенных планов (метод случайного баланса).	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Компьютерные технологии в научных исследованиях	+	+		+
2 Методы математического моделирования	+	+		+
3 Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств	+	+		+
Последующие дисциплины				
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+		+
2 Эксперимент: планирование, проведение, анализ	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 22014

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
2 семестр			
Решение ситуационных задач	8		8
Мини-лекция		4	4
Итого за семестр:	8	4	12
Итого	8	4	12

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования	Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента.	3	ОПК-1
	Итого	3	
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	Распределения Пуассона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения.	2	ОПК-1
	Построение матриц планирования ЦКОП и ЦРКП и обработка результатов измерений.	3	

Согласована на портале № 22014

	Итого	5	
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Однофакторный эксперимент	Проработка лекционного материала	6	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	6		
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	21		
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16		
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	37		
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	16		
Итого за семестр		80		
Итого		80		

Согласована на портале № 22014

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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				
Отчет по индивидуальному заданию	15	10	15	40
Отчет по практическому занятию	5	5	5	15
Тест	15	15	15	45
Итого максимум за период	35	30	35	100
Нарастающим итогом	35	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебное пособие / В. А. Муха-

Согласована на портале № 22014

чев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 103. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов : учебник для вузов / В. Г. Блохин [и др.] ; ред. О. П. Глудкин. - М. : Радио и связь, 1997. - 229[2] с. : ил., табл. - (Учебник для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 228. - ISBN 5-256-01289-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1099, дата обращения: 14.07.2017.
2. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания по организации самостоятельной работы для магистров направления подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств / Озеркин Д. В. - 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5035, дата обращения: 14.07.2017.
3. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5930, дата обращения: 14.07.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 10, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 40, 4 этаж, ауд. 401/403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная (1 шт.); Автоматизированное рабочее место (не менее 10 шт.); Серверная станция (1 шт.); Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.);

Согласована на портале № 22014

Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.); Мультимедийный проектор Toshiba TDPT350 (1 шт.); Сканер Mustek P3600 (1 шт.); Microsoft Office (не менее 10 шт.).

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 22014

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 22014

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Планирование эксперимента

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:
- Заведующий каф. КИПР В. М. Карабан

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22014

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Должен знать - теоретические основы современных методов обработки результатов эксперимента, основные виды распределений, встречающихся при физических исследованиях; - методы оценки систематических и случайных погрешностей при однофакторном эксперименте, методику нахождения необходимого числа измерений и доверительного интервала по заданной доверительной вероятности; - методы планирования многофакторного эксперимента (ПФЭ, ЦКОП, ЦКРП); - методы выявления наиболее значимых факторов, влияющих на свойства разрабатываемых изделий.; Должен уметь - обрабатывать и анализировать результаты измерений при однофакторном эксперименте, оценивать систематические и случайные погрешности измерений, надёжности полученных результатов; - выявлять доминирующие факторы, влияющие на свойства разрабатываемого изделия с помощью метода ранговой корреляции, метода сверхнасыщенных планов.; Должен владеть - правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной лаборатории и производства; - обработки и интерпретирования результатов эксперимента.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый	Знает факты, принципы,	Обладает диапазоном	Берет ответственность за

Согласована на портале № 22014

уровень)	процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные законы электромагнетизма, физики твёрдого тела, основные направления развития электроники и наноэлектроники	понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники	методами и средствами их решения
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по индивидуальному заданию; • Тест; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Тест; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует методику работы;

Согласована на портале № 22014

Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определённых проблем в области исследования;	• Берёт ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает своё поведение к обстоятельствам в решении проблемы;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– Определение погрешностей при однофакторном эксперименте;

– Вычисление систематических и случайных погрешностей при однофакторном эксперименте;

– Особенности планирования многофакторного эксперимента;

– Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ);

– Порядок статической обработки результатов ПФЭ;

– Сравнение результатов разных серий измерений (критерии Стьюдента, Фишера, Кохрена)

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Обработка результатов однофакторного эксперимента (4 варианта измерений: удельного сопротивления, диэлектрической проницаемости, ширины запрещённой зоны полупроводника, концентрации примеси в варикапах)

– Проверка правильности настройки установок для производства тонкоплёночных резисторов при серийном производстве (10 вариантов)

3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Распределения Пуассона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения.

– Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента.

– Построение матриц планирования ЦКОП и ЦРКП и обработка результатов измерений.

– Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса

3.4 Зачёт

– Выбор методики эксперимента, измерительных приборов, вычисление погрешности прибора по классу точности;

– Вычисление систематической, случайной и суммарной погрешности при однофакторном эксперименте;

– Методика определения доверительной вероятности, необходимого числа измерений при заданной доверительном интервале;

– Полный факторный эксперимент (ПФЭ), построение матрицы планирования (ПФЭ).

– Центральные композиционные планы: центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП), центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП);

– Сравнение результатов разных серий экспериментов: критерии Сьюдента, Фишера, Кохрена;

Согласована на портале № 22014

– Порядок статистической обработки и анализ результатов ПФЭ;

– Выявление доминирующих факторов методом ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебное пособие / В. А. Мухачев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 103. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов : учебник для вузов / В. Г. Блохин [и др.] ; ред. О. П. Глудкин. - М. : Радио и связь, 1997. - 229[2] с. : ил., табл. - (Учебник для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 228. - ISBN 5-256-01289-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1099, свободный.
2. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания по организации самостоятельной работы для магистров направления подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств / Озеркин Д. В. - 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5035, свободный.
3. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5930, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

Согласована на портале № 22014