МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е.Троян

«___»_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направления подготовки **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Профиль(и) **«Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике»**

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 **Семестр** 3

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции	-	-	18	-	-	-			18	часов
2.	Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-			-	часов
3.	Практические занятия	-	-	18	-	-	-			18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	-	-	-	-	-	-			-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	-	-	36	-	-	-			36	часов
6.	Из них в интерактивной форме	-	-	8	-	-	-			8	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	-	-	108	-	-	-			108	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	-	-	144	-	-	-			144	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена	-	-	-	-	-	-			-	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	-	-	144	-	-	-			144	часов
	(в зачетных единицах)	-	-	4	-	-	-			4	ЗЕТ

Зачет 3 **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 12442

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 77 от « 11 » 1 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС) по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (квалификация (бакалавр), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.03.2015 г. № 177.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от « 11 » января 2017 г., протокол № 77.

Разработчик:
Доцент кафедры ФЭ _____ / В.А.Мухачев

Заведующий кафедрой
Профессор кафедры ФЭ _____ / П.Е. Троян

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

Декан ФЭТ _____ / А.И. Воронин

Зав. профилирующей
кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Зав. выпускающей
кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Эксперты:
Председатель методической
комиссии факультета ФЭТ _____ / И.А.Чистоедова

Председатель методической
комиссии кафедры ФЭ _____ / И.А. Чистоедова

Согласована на портале № 12442

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – освоение студентами теоретических знаний и практических навыков в области планирования и обработки результатов эксперимента.

Задачи изучения дисциплины – в результате студенты должны:

- знать современные методы планирования однофакторных и многофакторных экспериментов;
- уметь обрабатывать экспериментальные данные: оценивать погрешность измерений, доверительную вероятность (надежность) полученных результатов, исключать грубые погрешности, рассчитывать необходимое число экспериментов при указанной надежности;
- выявлять решающие факторы при многофакторном эксперименте.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Планирование эксперимента», входящая в блок дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.3.1) в государственных образовательных стандартах 3-го поколения предназначена для ознакомления студентов с современными методами планирования эксперимента и обработки результатов измерений.

Основой для изучения дисциплины «Обработка результатов эксперимента» являются разделы математики:

- Математический анализ;
- Математическая статистика.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем;
- УИР;
- НИР.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1).

Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5).

3.2. В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать - основные законы распределения погрешностей измерений физических величин;

- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы измерения;
- основные методы планирования однофакторного и многофакторного экспериментов;
- методики обработки экспериментальных данных.

Уметь - использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;

- применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных проблем.

Владеть навыками:

- определения доверительных интервалов и доверительной вероятности при небольшом числе измерений;
- выявления грубых погрешностей;
- выявления наиболее существенных факторов, влияющих на исследуемый процесс;
- обработки и интерпретации результатов эксперимента.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)		**36**
В том числе:		
Лекции	18	18

Согласована на портале № 12442

Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	**109**	**108**
В том числе:		
Проработка лекций, подготовка к практическим занятиям	36	36
Выполнение двух индивидуальных заданий	72	72
Вид промежуточной аттестации (зачет)		
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные единицы трудоемкости	**4**	**4**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Однофакторный эксперимент	4	4	24	32	ОПК-1, ОПК-5
2.	Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.	6	6	36	48	ОПК-1, ОПК-5
3.	Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	6	6	36	48	ОПК-1, ОПК-5
4.	Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	2	2	12	16	ОПК-1, ОПК-5

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1	Однофакторный эксперимент	Методика физического эксперимента. Выбор измерительных приборов. Обработка результатов эксперимента. Сравнение результатов разных серий измерений. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка погрешности косвенных измерений.	**4**	ОПК-1, ОПК-5
2	Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.	Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент	**6**	ОПК-1, ОПК-5
3	Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП)	Центральные композиционные планы: ЦКОП и ЦКРП. Матрицы планирования. Достоинства и недостатки планов.	**6**	ОПК-1, ОПК-5
4	Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса	Метод ранговой корреляции. Однофакторный дисперсионный анализ.	**2**	ОПК-1, ОПК-5

Согласована на портале № 12442

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Математика (математическая статистика)	+	+	+	+			
2	Физика	+	+	+	+			
3	Инженерная и компьютерная графика	+	+	+	+			
Последующие дисциплины								
1	Вакуумная и плазменная электроника	+	+	+	+			
2	Материаловедение наноструктурированных материалов	+	+	+	+			
3	Физика конденсированного состояния	+	+	+	+			
4	Физические основы электроники	+	+	+	+			
5	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+			
6	Учебно-исследовательская работа	+	+	+	+			

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

Перечень компетенций	Формы контроля			
	Л	Пр.	СРС	
ОПК-1	+	+	+	Мини-диспуты, тесты
ОПК-5	+	+	+	Мини-диспуты, тесты, защита индивидуальных заданий

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы / Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные работы (час)	Всего
Защита индивидуальных заданий		6		6
Мини-диспуты на лекциях	2			2
Итого интерактивных занятий	2	6		8

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (учебным планом не предусмотрено)

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	1	Распределения Пауссона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения.	4	ОПК-1, ОПК-5
2.	2	Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного	6	ОПК-1, ОПК-5

Согласована на портале № 12442

		эксперимента		
3.	**3**	Построение матриц планирования ЦКОП и ЦКРП и обработка результатов измерений.	**6**	ОПК-1, ОПК-5
4.	**4**	Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса	**2**	ОПК-1, ОПК-5

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	Проработка лекций, подготовка к практическим занятиям	**36**	ОПК-1, ОПК-5	Тестовый опрос на практике, мини-диспуты
2	Выполнение двух индивидуальных заданий (ИЗ): 1. Обработка экспериментальных данных при однофакторном эксперименте. 2. Проверка правильности настройки двух технологических установок для получения большой партии пленочных резисторов.	**72**	ОПК-1, ОПК-5	Защита ИЗ, зачет

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

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 и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	**6**
Индивидуальное задание № 1	40		**40**
Индивидуальное задание № 2		35	**35**
Тесты	11	8	**19**
Итого максимум за период:	**54**	**46**	**100**
Нарастающим итогом	**54**	**100**	**100**

Зачёт ставится при успешном выполнении обоих индивидуальных заданий.

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**

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)

Согласована на портале № 12442

2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

12.1.1. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента. - Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012.- 116с. - [электронный ресурс] - http://miel.ru./index.php.option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92 сайт метод. пособий кафедры ФЭ

12.1.2. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента. - Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007.-116с.

12.2 Дополнительная литература

12.2.1. Блохин В.Г., Глудкин О.П., Гуров А.И., Ханин М.А. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов/ Под редакцией О.П. Глудкина.- М.: Радио и связь, 1997.-232с. (28 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Мухачёв В.А. Планирование эксперимента: учебно-методическое пособие к аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль программы «Микроэлектроника и твердотельная электроника». - Томск: ТУСУР, 2012.-13 с, - [электронный ресурс] http://miel.ru./index.php.option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92, сайт метод. пособий кафедры ФЭ

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 и поисковые системы

1. Базы для двух индивидуальных заданий (48 вариантов)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины:

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

Согласована на портале № 12442

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 сформированное™ 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 14.

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 № 12442

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;

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Объем часов, предусмотренных учебным планом, не позволяет раскрыть в лекциях подробно и глубоко материал. Поэтому главное внимание – самостоятельной работе студентов с методическим пособием. В течение семестра студенты должны выполнить два индивидуальных задания по разным темам курса. На практических занятиях происходит обсуждение и разбор методов обработки результатов однофакторного и многофакторного эксперимента и защита индивидуальных заданий.

Согласована на портале № 12442

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Планирование эксперимента
(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность)28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) «Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике»
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет электронной техники (ФЭТ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра физической электроники (ФЭ)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 **Семестр 3**

Учебный план набора 2016 года.

Зачет 3 семестр **Диф. зачет _____семестр**

Экзамен _____семестр

Разработчик: доцент каф. ФЭ Мухачев В.А.

Томск 2017

Согласована на портале № 12442

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Планирование эксперимента» 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 «Планирование эксперимента» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Планирование эксперимента» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.	Знать основные законы физики, основы дифференциального и интегрального анализа, основные законы распределения случайных величин; **Уметь** вычислять доверительные вероятности при небольшом числе измерений, определять систематические и случайные погрешности измерений; **Владеть** практическими навыками определения погрешностей измерительных приборов, выбором методики измерений, необходимого числа измерений.

Согласована на портале № 12442

ОПК-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	**Знать** законы распределения случайных величин (Пуассона и Гаусса), способы построения гистограмм, закон сложения случайных величин, виды планирования многофакторного эксперимента; **Уметь** обрабатывать результаты однофакторного и многофакторного эксперимента, строить матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ), выявлять доминирующие факторы методом ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа; **Владеть** методами сравнения результатов разных серий измерений (критерии Стьюдента и Фишера), порядком статистической обработки и анализом результатов ПФЭ.

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Согласована на портале № 12442

Таблица 2.– Этапы формирования компетенции ОПК-1 и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные законы физики, основы дифференциального анализа, основные законы и виды распределения случайных величин	**Уметь** определять закон распределения случайных величин, анализировать случайные и систематические закономерности в эксперименте	**Владеть** методикой математического анализа случайных распределений погрешностей измерений и сопоставления (сложения) с ошибками измерительных приборов.
Виды занятий	Лекции; Практические занятия;	Практические занятия; Индивидуальные работы;	Практические занятия; Защита индивидуальных заданий;
Используемые средства оценивания	Тесты на лекциях и практических занятиях; Анализ некоторых случаев с выбором методики и обсчета измерений с выставлением оценки	Выбор адекватной методики измерений и способа обсчета результатов измерений по индивидуальному заданию	Защита индивидуальных заданий

2 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

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

Согласована на портале № 12442

Таблица 3– Этапы формирования компетенции ОПК-5 и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** основные понятия и законы распределения Гаусса и Пуассона, методики обработки однофакторного и многофакторного экспериментов, виды планирования многофакторного эксперимента и выявления доминирующих факторов .	**Уметь** вычислять доверительные вероятности при небольшом числе измерений, определять систематические и случайные погрешности измерений	**Владеть** практическими навыками определения погрешностей измерительных приборов, выбором методики измерений, расчетом необходимого числа измерений
Виды занятий	Лекции; Практические занятия;	Практические занятия; Индивидуальные задания;	Практические занятия; Индивидуальные задания;
Используемые средства оценивания	Тесты; Опрос на занятиях	Выполнение двух индивидуальных заданий; Составление матриц планирования	Защита индивидуальных заданий; Способы выявления доминирующих факторов

1. Компетенция ОПК-1 - способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в таблице 4

Таблица 4 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 12442

критерии			
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
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуе-мыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-1 **приведена в таблице 5.**

Таблица 5 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знает** основные законы физики, основы дифференциального и интегрального анализа, основные законы и виды распределения случайных величин	**Уметь** определять закон распределения случайных величин, анализировать случайные и систематические закономерности в эксперименте	**Владеть** методикой математического анализа случайных распределений погрешностей измерений и сопоставления (сложения) с ошибками измерительных приборов
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основные законы физики, математического анализа, виды распределения случайных величин	**Умеет** определять законы распределения случайных величин, вычислять случайные и систематические погрешности .	Владеет методикой выбора измерительных приборов и вычисления суммарной погрешности измерений
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** основные законы физики и дифференциального и	**Умеет** решать простые задачи	Может выбрать необходимые измерительные приборы

Согласована на портале № 12442

	интегрального исчисления		и вычислить систематические и случайные погрешности при участии специалиста

2. Компетенция ОПК-5 - способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 6**.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за 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

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции **ОПК-5** приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знает** основы распределения (Пуассона и Гаусса), методики обработки однофакторного и многофакторного экспериментов, виды	**Умеет** вычислять доверительные вероятности погрешностей измерений, вычислять систематические и	**Владеет** практическими навыками определения погрешностей приборов, выбором методики измерений, составление матриц планирования при многофакторном

Согласована на портале № 12442

	планирования многофакторного эксперимента и способы выявления доминирующих факторов	случайные ошибки измерений, определять необходимое число измерений при заданных доверительном интервале и вероятности	эксперименте.
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основные характеристики распределения Гаусса, методики обработки однофакторного эксперимента, знаком с видами планирования многофакторного эксперимента и способами выявления формирующих факторов	**Умеет** вычислять доверительные вероятности, систематические, случайные и суммарные погрешности измерений, определять необходимое число измерений при заданных доверительном интервале и доверительной вероятности .	Владеет практическими навыками определения погрешностей приборов, выбором методики измерений, способами выявления доминирующих факторов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** методику обработки результатов однофакторного эксперимента и способы выявления доминирующих факторов	Умеет вычислять систематические и случайные погрешности измерений, определять необходимое число измерений для достижения нужной доверительной вероятности	Владеет навыками определения погрешностей приборов, выбором методики измерений, составление матрицы планирования под руководством преподавателя.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе: тесты, контрольные работы, индивидуальные задания, практические задания, лабораторные работы, экзамен.

Типовые задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Согласована на портале № 12442

3.1. Индивидуальные задания (ИЗ):

Тема ИЗ № 1 – Обработка результатов однофакторного эксперимента (4 варианта измерений: удельного сопротивления (ρ), диэлектрической проницаемости (ε), ширины запрещенной зоны полупроводника (ΔE), концентрации примеси в варикапах *(N).*

Тема ИЗ № 2 – Проверка правильности настройки установок для производства тонкопленочных резисторов при серийном производстве (10 вариантов).

3.2. Тесты по следующим разделам:

1) Определение погрешностей при однофакторном эксперименте;

2) Вычисление систематических и случайных погрешностей при однофакторном эксперименте;

3) Особенности планирования многофакторного эксперимента;

4) Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ);

5) Порядок статистической обработки результатов ПФЭ;

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

3.4. Темы практических занятий:

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

2) Вычисление систематической, случайной и суммарной погрешности при однофакторном эксперименте;

3) Методика определения доверительной вероятности, необходимого числа измерений при заданном доверительном интервале;

4) Полный факторный эксперимент (ПФЭ), построение матрицы планирования (ПФЭ);

5) Центральные композиционные планы: центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП), центральный композиционный ротатабельный план (ЦКРП);

6) Сравнение результатов разных серий измерений: критерии Фишера, Кохрена, Стьюдента;

7) Порядок статистической обработки и анализ результатов ПФЭ;

8) Выявление доминирующих факторов методом ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа;

9) Защита индивидуальных заданий, зачетное занятие.

Согласована на портале № 12442

4 Методические материалы

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

4.1. Основная литература

4.1.1. Мухачев В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента. - Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012.- 116с. - [электронный ресурс] - http://miel.ru./index.php?option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92 сайт методических пособий каф. ФЭ.

4.1.2. Мухачев В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2007г. – 116с., 49 экз.

4.2. Дополнительная литература

4.2.1. Блохин В.Г., Глудкин О.П., Гуров А.И., Ханин М.А. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов/ под ред. О.П.Глудкина. – М.: Радио и связь, 1997. – 223с. (28 экз.)

4.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

4.3.1. Мухачев В.А. Планирование эксперимента. - Учебно-методическое пособие к аудиторным практическим занятиям и самостоятельное работе для студентов специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», Томск: ТУСУР, 2016.- 13 с. – [электронный ресурс] - http://miel.ru./index.php?option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92 сайт методических пособий каф. ФЭ.

4.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

4.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации лекционных и практических занятий необходимы: компьютер с необходимым программным обеспечением, проектор и экран.

Согласована на портале № 12442

Согласована на портале № 12442