

2/19

**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  
 «6» 07 2016 г.

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ РАБОТЫ  
 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
 Профиль(и) «Микроэлектроника и твердотельная электроника»

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	-	-	-						-	
3.	Практические занятия	-	-	18						18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	-	-	-						-	
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 2016

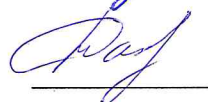
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (квалификация (бакалавр)), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015г. № 218.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от «30» 06 2016 г., протокол № 71

Разработчик:  
Доцент каф. ФЭ

 /В.А.Мухачёв

Заведующий кафедрой  
Профессор кафедры ФЭ

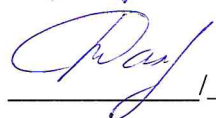
 / П.Е.Троян

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

/Декан ФЭТ


 /Воронин А.И.

Зав. профилирующей  
кафедрой ФЭ

 / Троян П.Е.

Зав. выпускающей  
кафедрой ФЭ

Эксперты:  
Председатель методической  
Комиссии факультета ФЭТ

 /И.А.Чистоедова

Председатель методической  
Комиссии кафедры ФЭ

 /И.А.Чистоедова

### 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 (надёжность) полученных результатов, исключать грубые погрешности, рассчитывать необходимое число экспериментов при указанной надёжности;
- выявлять решающие факторы при многофакторном эксперименте.

### 2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Обработка результатов эксперимента», входящая в блок дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.3.2) предназначена для ознакомления студентов с современными методами планирования эксперимента, приобретения навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов, и обработки результатов измерения.

Предполагается, что бакалавр, независимо от профиля подготовки, должен понимать и использовать в своей практической деятельности базовые концепции и методы, развитые в современном естествознании.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

#### 3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

Способностью использовать основные приёмы 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 их 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			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		-	-	36	
В том числе:					
Лекции	18	-	-	18	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	18	-	-	18	
<b>Самостоятельная работа</b>	108	-	-	108	
В том числе:					
Проработка лекций, подготовка к практическим занятиям	36	-	-	36	
Выполнение двух индивидуальных заданий	72	-	-	72	
Вид аттестации (зачет)	-	-	-		
Общая трудоемкость час	144	-	-	144	

зач. ед.	4	-	-	4	
----------	---	---	---	---	--

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час. (без экзама)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента	4	4	18	26	ОПК-1, ОПК-5
2	Порядок статистической обработки полного факторного эксперимента	6	6	2	54	ОПК-1, ОПК-5
3	Обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП)	4	4	36	44	ОПК-1, ОПК-5
4	Обработка результатов центрального композиционного рототабельного плана (ЦКРП)	4	4	12	20	ОПК-1, ОПК-5

### 5.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоёмкость (час)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента	Критерий Кохрена. Критерий Стьюдента. Значимость коэффициентов полинома.	4	ОПК-1, ОПК-5
2	Порядок статистической обработки полного факторного эксперимента	Проверка однородности дисперсий. Проверка адекватности измерений. Пример статистической обработки и анализа результатов полного факторного эксперимента.	6	ОПК-1, ОПК-5
3	Обработка и анализ результатов ЦКОП	Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКОП на конкретном примере.	4	ОПК-1, ОПК-5
4	Обработка и анализ результатов ЦКРП	Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКРП на конкретном примере.	4	ОПК-1, ОПК-5

### 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	8	9
<b>Предшествующие дисциплины</b>										
1.	Математика (математическая статистика)	+	+	+	+					
2.	Физика	+	+	+	+					
3.	Инженерная и компьютерная графика	+	+	+	+					
<b>Последующие дисциплины</b>										
4.	Вакуумная и плазменная электророника	+	+	+	+					
5.	Материаловедение наноструктурированных материалов	+	+	+	+					
6.	Физика конденсированного	+	+	+	+					

	состояния									
7.	Физические основы электроники	+	+	+	+					
8.	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+					
9.	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

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, СРС – самостоятельная работа студента

#### 6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	СРС (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

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	1	Распределения Пуассона, 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 эксперимента	6	ОПК-1, ОПК-5
3	3	Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКОП	4	ОПК-1, ОПК-5
4	4	Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКРП	4	ОПК-1, ОПК-5

#### 9 Самостоятельная работа

В	Тематика самостоятельной работы	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции ОК, ПК	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 плёночных резисторов	72	ОПК-1, ОПК-5	Защита ИЗ, зачёт.

## 10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено учебным планом

## 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 на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	5	5	10
Индивидуальное задание №1	45		45
Индивидуальное задание №2		37	37
Компонент своевременности	4	4	8
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>54</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

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 75% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 74% 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	E (посредственно)
	60 - 64	F (неудовлетворительно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### 12.1 Основная литература:

1. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента.- Учебное пособие, 2012 - [электронный ресурс] - [http://miel.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=92](http://miel.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=92), сайт метод пособий кафедры ФЭ

2. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента.- Учебное пособие.

- Томск: ТУСУР, 2007.-116 с., (49 экз.).

### 12.2 Дополнительная литература:

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.- 232 с. (28 экз.).

### 12.3 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 микроэлектроника» профиль программы «Микроэлектроника и твердотельная электроника», Томск: ТУСУР, 2012.-13 с., - [электронный ресурс] - [http://miel.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=92](http://miel.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=92), сайт метод. пособий кафедры ФЭ

2. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторным работам/ Мухачёв В.А.- 2012, 24 с., режим доступа свободный для скачивания: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1099>

#### **12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Базы для двух индивидуальных заданий (48 вариантов).

#### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Лаборатории кафедры с компьютерами для обчёта и анализа результатов измерений.

#### **14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Объём 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.

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  
« 6 » 07 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Обработка результатов эксперимента**

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

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

Направление(я) подготовки (специальность) **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) **«Микроэлектроника и твердотельная электроника»**  
(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 2016





## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Обработка результатов 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 «Обработка результатов 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.	<b>Знать</b> основные законы физики, основы дифференциального и интегрального анализа, основные законы распределения случайных величин; <b>Уметь</b> вычислять доверительные вероятности при небольшом числе измерений, определять систематические и случайные погрешности измерений; <b>Владеть</b> практическими навыками определения погрешностей измерительных приборов, выбором методики измерений, необходимого числа измерений.

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

## 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.

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

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

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

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
<b>Содержание этапов</b>	<b>Знать</b> основные понятия и законы распределения Гаусса и Пуассона, методики обработки однофакторного и многофакторного экспериментов, виды планирования многофакторного эксперимента и выявления доминирующих факторов	<b>Уметь</b> вычислять доверительные вероятности при небольшом числе измерений, определять систематические и случайные погрешности измерений	<b>Владеть</b> практическими навыками определения погрешностей измерительных приборов, выбором методики измерений, расчетом необходимого числа измерений
<b>Виды занятий</b>	Лекции; Практические занятия;	Практические занятия; Индивидуальные задания;	Практические занятия; Индивидуальные задания;
<b>Используемые средства оценивания</b>	Тесты; Разбор сложных ситуаций при выборе методики измерений	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 критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует методику работы

	пониманием границ применимости		
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми 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**

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<b>Знает</b> основные законы физики, основы дифференциального и интегрального анализа, основные законы и виды распределения случайных величин	<b>Уметь</b> определять закон распределения случайных величин, анализировать случайные и систематические закономерности в эксперименте	<b>Владеть</b> методикой математического анализ случайных распределений погрешностей измерения и сопоставления (сложения) с ошибками измерительных приборов
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	<b>Знает</b> основные законы физики, математического анализа, виды распределения случайных величин	<b>Умеет</b> определять законы распределения случайных величин, вычислять случайные и систематические погрешности	Владеет методикой выбора измерительных приборов и вычисления суммарной погрешности измерений
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	<b>Знает</b> основные законы физики и дифференциального и интегрального исчисления	<b>Умеет</b> решать простые задачи	Может выбрать необходимые измерительные приборы 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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<b>Знает</b> основы распределения (Пуассона и Гаусса), методики обработки однофакторного и многофакторного экспериментов, виды планирования многофакторного эксперимента и	<b>Умеет</b> вычислять доверительные вероятности погрешностей измерений, вычислять систематические и случайные ошибки измерений, определять необходимое число	<b>Владеет</b> практическими навыками определения погрешностей приборов, выбором методики измерений, составление матриц планирования при многофакторном эксперименте.

	способы выявления доминирующих факторов	измерений при заданных доверительном интервале и вероятности	
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	<b>Знает</b> основные характеристики распределения Гаусса, методики обработки однофакторного эксперимента, знаком с видами планирования многофакторного эксперимента и способами выявления формирующих факторов	<b>Умеет</b> 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 прибором выбором методики измерений, способами выявления доминирующих факторов
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	<b>Знает</b> методику обработки результатов однофакторного эксперимента и способы выявления доминирующих факторов	<b>Умеет</b> вычислять систематические и случайные погрешности измерений, определять необходимое число измерений для достижения нужной доверительной вероятности	Владеет навыками определения погрешностей прибором выбором методики измерений, составлении 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:



### **3.1. Индивидуальные задания (ИЗ):**

**Тема ИЗ № 1** – Обработка результатов однофакторного эксперимента (4 варианта измерений: удельного сопротивления ( $\rho$ ), диэлектрической проницаемости ( $\varepsilon$ ), ширины запрещенной зоны полупроводника ( $\Delta E$ ), 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.

## 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&view=article&id=97&Itemid=92](http://miel.ru./index.php?option=com_content&view=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 самостоятельной работе для студентов специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», Томск: ТУСУР, 2016.- 13 с., - [электронный ресурс] - [http://miel.ru./index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=92](http://miel.ru./index.php?option=com_content&view=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.

