МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
(проректор по учебной работе)
_____ Л. А. Боков
«6» 07 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
(наименование учебной дисциплины)

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

Направление подготовки (специальность) 11.04.04. "Электроника и наноэлектроника"
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль "ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

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

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

Кафедра ФЭ физической электроники
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 Семестр 3

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

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	-	-	10						10	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	-	-	-						-	
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	-	-	28						28	часов
6.	Из них в интерактивной форме	-	-	12						12	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	-		80						80	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	-	-	108						108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена	-	-	-						-	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	-	-	108						108	часов
	(в зачетных единицах)	-	-	3						3	ЗЕ

Зачет 3 семестр

Томск 2015

Согласована на портале № 12271

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 57 от « 2 » 7 2015 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности)
11.04.04. « Электроника и наноэлектроника» № 1407, утвержденного 30.10. 2014 г. ,

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 2 » 07 2015 г., протокол № 57

Разработчик доцент каф. ФЭ — Мухачёв В.А.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

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

Декан__ФЭТ_ ,__доцент — Воронин А.И.
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей
и выпускающей
кафедрой ФЭ, профессор — Троян П.Е.
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Председатель методической комиссии
факультета ФЭ , доцент — Чистоедова И.А.
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Председатель методической комиссии
кафедры ФЭ, доцент — Чистоедова И.А.

Согласована на портале № 12271

1. Цели и задачи дисциплины «Планирование эксперимента»

Цель – знакомство с методами планирования многофакторного эксперимента и освоение методики обработки и анализа результатов однофакторного 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: федеральный компонент цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин.

Дисциплина «Планирование эксперимента», относится к факультативам ООП по направлению 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с ФГОС ВО. Дисциплина базируется на предметах: математика (математическая статистика), физика, информатика.

Знания по дисциплине могут быть полезны при изучении предметов: «Технология кремниевой наноэлектроники», «Приборно – технологическое моделирование», «Испытание и контроль изделий электронной техники», в научно-исследовательской работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-способность понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
-готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно- измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-3);
-способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
-способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5).

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 изготовляемых изделий.

Уметь:

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

Владеть навыками:

-правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
-обработки и интерпретирования результатов эксперимента.

Согласована на портале № 12271

5.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоёмкость (час)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
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, ПК-3, ПК-4, ПК-5
2	**Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.**	Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент.	**6**	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-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, ПК-3, ПК-4, ПК-5
4	**Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса**	Метод ранговой корреляции. Метод сверхнасыщенных планов (метод случайного баланса).	**2**	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-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
Предшествующие дисциплины										
1.	Высшая математика (математическая статистика)	+	+	+	+					
2.	Физика	+	+	+	+					
3.	Информатика	+	+	+	+					
Последующие дисциплины										
4.	Технология кремниевой наноэлектроники	+	+	+	+					
5.	Приборно-технологическое моделирование	+	+	+	+					
6.	Испытание и контроль изделий электронной техники	+	+	+	+					
7.	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+					
8.	Учебно-исследовательская работа	+	+	+	+					

Согласована на портале № 12271

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

Перечень компетенций	Формы контроля				
	Л		Пр.	СРС	
ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-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
Решение ситуационных задач		4		4
Мини-диспуты на лекциях	2			2
Итого интерактивных занятий	2	4	6	12

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, ПК-3, ПК-4, ПК-5
2	2	Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента	6	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
3	3	Построение матриц планирования ЦКОП и ЦКРП и обработка результатов измерений.	6	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
4	4	Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса	2	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-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	20	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-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	60	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Защита ИЗ, зачёт.

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

Согласована на портале № 12271

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**
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 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**	
	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. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. 2012г. http://miel.ru./index.php?option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92 сайт метод пособий кафедры ФЭ
2. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие - Томск: ТУСУР, 2007г.-116с., 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.- 232с. 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 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» и специальности 222900.62 «Нанотехнология и микросистемная техника » Томск: ТУСУР, 2012г.-13с., http://miel.ru./index.php?option=com content&viw=article&id=97&Itemid=92, сайт метод. пособий кафедры ФЭ
2. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторным работам/ Мухачёв В.А.- 2012, 24с., режим доступа свободный для скачивания: http://edu. tusur.ru/training/publications/1099

Согласована на портале № 12271

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 обсчёта и анализа результатов измерений.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Обьём 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 № 12271

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой физической электроники (ФЭ)
_____ **П. Е. Троян**
«17» ____12____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Планирование эксперимента
(полное наименование учебной дисциплины или практики)

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

Направление(я) подготовки (специальность)11.04.04 Электроника и наноэлектроника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(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 2015 года.

Зачет 3 семестр **Диф. зачет _____ семестр**
Экзамен _____семестр

Разработчик: доцент каф. ФЭ Мухачев В.А.

Томск 2016

Согласована на портале № 12271

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 понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники, выбирать методы и средства их решения	**Знать** основные законы электромагнетизма, физики твердого тела, основные направления развития электроники и наноэлектроники **Уметь** понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники **Владеть** методами и средствами их решения
ПК-3	Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	**Знать** основные принципы планирования однофакторного и многофакторного эксперимента и основные информационно-измерительные комплексы – как средство повышения точности измерений **Уметь** выбирать необходимую методику планирования эксперимента **Владеть** методикой обработки экспериментальных данных

Согласована на портале № 12271

ПК-4	Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	**Знать** основы планирования многофакторного эксперимента, методики и приборы для создания необходимых условий измерения исследуемых параметров . **Уметь** составлять матрицы планирования полного (ПФЭ) и дробного факторного эксперимента **Владеть** методиками выявления доминирующих факторов (метод ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа)
ПК-5	Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	**Знать** основные методы обработки экспериментальных данных, способы оценки погрешностей измерений **Уметь** анализировать полученные результаты и давать рекомендации по совершенствованию технологических приемов и устройств исследуемых систем **Владеть** основами оформления полученных результатов измерения и подготовки их к публикации

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: Способность понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники, выбирать методы и средства их решения.

Согласована на портале № 12271

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
Содержание этапов	**Знать** основные законы электромагнетизма, физики твердого тела, основные направления развития электроники и наноэлектроники	**Уметь** понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники, возможные пути и методы их решения	**Владеть** методикой экспериментальной проверки путей и средств решения проблем электроники и наноэлектроники
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия; • Индивидуальные работы;	• Практические занятия; • Защита индивидуальных заданий (ИЗ)
Используемые средства оценивания	• Тесты на лекциях и практических занятиях;	• На практических занятиях анализ некоторых путей решения проблем электроники	• Защита индивидуальных заданий

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени.

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 ПК-3 и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** основные принципы планирования эксперимента	**Уметь** выбирать необходимые информационно-измерительные комплексы и приборы	**Владеть** методикой работы на измерительных приборах и обработки экспериментальных данных

Согласована на портале № 12271

Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия	• Практические занятия; • Индивидуальные занятия
Используемые средства оценивания	• Тесты на лекциях • Разбор некоторых ситуаций при выборе методики измерений	• Выполнение двух индивидуальных заданий; • Составление матриц планирования	• Защита индивидуальных заданий

2.3 Компетенция ПК-4

ПК-4: Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 4.

Таблица 4– Этапы формирования компетенции ПК-4 и используемые средства оценивания

3. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** основные характеристики приборов для проведения необходимого эксперимента и основы планирования многофакторного эксперимента	**Уметь** составлять матрицы планирования полного (ПФЭ) и дробного факторного эксперимента	**Владеть** методиками выявления доминирующих факторов (метод ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа)
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия • Индивидуальные задания	• Практические занятия; • Индивидуальные задания
Используемые средства оценивания	• Тесты на лекциях • Опрос на практических занятиях	• Практические занятия • Индивидуальные задания	• Защита индивидуальных заданий

Согласована на портале № 12271

2.4 Компетенция ПК-5

ПК-5: Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5– Этапы формирования компетенции ПК-5 и используемые средства оценивания

4. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** основные методы обработки экспериментальных данных, методы оценки погрешностей измерений	**Уметь** анализировать результаты экспериментальных исследований и давать рекомендации по совершенствованию устройств исследуемых систем	**Владеть** методикой оформления полученных результатов измерения
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия • Индивидуальные задания	• Практические занятия; • Индивидуальные задания
Используемые средства оценивания	• Тесты на лекциях • Опрос на практических занятиях	• Практические занятия • Индивидуальные задания	• Защита индивидуальных заданий

1. Компетенция ОПК-1 - Способность понимать основные проблемы в области электроники и наноэлектроники, выбирать методы и средства их решения

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	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует методику работы

Согласована на портале № 12271

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-1 приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знает** основные законы электромагнетизма, физики твердого тела, основные направления развития электроники и наноэлектроники	**Умеет** решать задачи в области электроники, обладает потенциалом для принятия творческих решений	**Способен контролировать работу небольшой группы**
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основные законы электромагнетизма, физики твердого тела, основные направления развития электроники и наноэлектроники	Обладает практическими умениями для решения некоторых задач в области электроники	Берет ответственность за завершение задач в исследуемой области
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает общими знаниями в области электроники	Способен решать простые задачи	Работает при прямом наблюдении

2. Компетенция ПК-3 - Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 8**.

Согласована на портале № 12271

Таблица 8 – 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 **ПК-3** приведена в таблице 9.

Таблица 9 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знать** основные принципы планирования однофакторного эксперимента и основные приборы и информационно-измерительные комплексы	**Уметь** выбирать оптимальную методику измерений и необходимый информационно-измерительный комплекс	**Владеет** методикой обработки экспериментальных данных при однофакторном эксперименте

Согласована на портале № 12271

Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основные характеристики приборов, методики измерений при однофакторном эксперименте	**Умеет** использовать информационно-измерительные комплексы для проведения измерений	Владеет методикой обработки экспериментальных данных при однофакторном эксперименте
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** основные характеристики приборов и методику измерений на этих приборах	Умеет выбрать нужную методику планирования эксперимента	Способен обрабатывать экспериментальные результаты под руководством научного руководителя

3. Компетенция ПК-4 - Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 10**.

Таблица 10 – 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

Согласована на портале № 12271

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 **ПК-4** приведена в таблице 11.

Таблица 11 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	**Знать** основы планирования многофакторного эксперимента, методики и необходимые приборы и комплексы для проведения измерений	**Умеет** составлять матрицы планирования полного (ПФЭ) и дробного факторного эксперимента	**Владеть** методиками выявления доминирующих факторов (метод ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа)
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основы планирования многофакторного эксперимента и ориентируется в выборе необходимых приборов	**Умеет** составлять матрицы планирования полного факторного эксперимента	Владеет методикой выявления доминирующих факторов (методом ранговой корреляции)
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** виды планирования многофакторного эксперимента	**Умеет** составлять матрицы планирования под руководством научного руководителя	**Владеет** методом ранговой корреляции

4. Компетенция ПК-5 - Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 12**.

Таблица 12 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**

Согласована на портале № 12271

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 **ПК-5** приведена в таблице 13.

Таблица 13 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	**Знает** основные методики обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей измерений	**Умеет** анализировать полученные результаты и давать рекомендации по совершенствованию технологических приемов и устройств исследуемых систем	**Владеет** основами оформления полученных результатов измерения и подготовки их к публикации
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основные методики обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей измерений	**Умеет** анализировать полученные результаты	**Владеет** основами оформления полученных результатов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** основные методы обработки экспериментальных результатов	**Умеет** оценивать погрешности измерений	**Владеет** основами оформления результатов исследования

Согласована на портале № 12271

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, зачет.

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 (ρ), диэлектрической проницаемости (ε), ширины запрещенной зоны полупроводника (ΔЕ), 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&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.)

Согласована на портале № 12271

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 № 12271