МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

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

Зачет: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33852

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от « 19 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Ассистент каф. ФЭ	_____	Ю. С. Жидик
Доцент каф. ФЭ	_____	В. А. Мухачев
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова
Профессор кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	Т. И. Данилина

Согласована на портале № 33852

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение студентами теоретических знаний и практических навыков в области планирования эксперимента.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомиться с современными методами планирования однофакторных и многофакторных экспериментов;

– выработать навык выявлять решающие факторы при многофакторном эксперименте.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, Приборно-технологическое моделирование.

Последующими дисциплинами являются: Испытание и контроль изделий электронной техники, Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика, Физические основы надежности изделий твердотельной электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ПК-3 готовностью 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-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - основные приемы представления экспериментальных данных; - современные эффективные методики проведения экспериментального исследования; - методы анализа и систематизации результатов исследований; - основные методы планирования однофакторного и многофакторного экспериментов; - особенности метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники; - методики обработки экспериментальных данных.

– **уметь** - представлять результаты проведенного эксперимента; - использовать методики проведения экспериментального исследования; - анализировать и систематизировать результаты исследований; - планировать однофакторные и многофакторные эксперименты; - метрологически обеспечить производство материалов и изделий электронной техники.

– **владеть** - методиками представления результатов проведенного эксперимента; - методиками проведения экспериментального исследования; - методиками анализирования и систематизирования результатов исследований; - методиками планирования однофакторных и многофакторных экспериментов; - методиками метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 33852

		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	28
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	80	80
Выполнение индивидуальных заданий	46	46
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Ле к., ч	ра к. за	м. ра б.,	в (б ез	ир уе м ые ко м
2 семестр					
1 Однофакторный эксперимент	4	3	19	26	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.	6	3	29	38	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП).	6	4	20	30	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса.	2	0	12	14	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
Итого за семестр	18	10	80	108	
Итого	18	10	80	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	ое мк ос	ые ко
2 семестр			
1 Однофакторный эксперимент	Методика физического эксперимента. Выбор измерительных приборов. Обработка результатов эксперимента. Сравнение результатов разных серий измерений. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка погрешности косвенных измерений.	4	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
2 Полный факторный эксперимент. Матрица	Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент.	6	ОПК-1, ПК-3, ПК-

Согласована на портале № 33852

планирования.	Итого	6	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
	Итого	6	
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса.	Метод ранговой корреляции. Однофакторный дисперсионный анализ.	2	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	+	+	+	+
2 Приборно-технологическое моделирование	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Испытание и контроль изделий электронной техники	+	+	+	+
2 Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС	+	+	+	+
3 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+
4 Преддипломная практика	+	+	+	+
5 Физические основы надежности изделий твердотельной электроники	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 33852

ПК-3	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
2 семестр			
Мозговой штурм	4		4
Решение ситуационных задач		6	6
Итого за семестр:	4	6	10
Итого	4	6	10

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Однофакторный эксперимент	Распределения Пауссона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения.	3	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	3	
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.	Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента.	3	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	3	
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП).	Построение матриц планирования ЦКОП и ЦКРП и обработка результатов измерений.	4	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		10	

Согласована на портале № 33852

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Однофакторный эксперимент	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	10		
	Итого	19		
2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	15		
	Итого	29		
3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	11		
	Итого	20		
4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Выполнение индивидуальных заданий	10		
	Итого	12		
Итого за семестр		80		
Итого		80		

Согласована на портале № 33852

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Зачет			20	20
Опрос на занятиях	5	5		10
Отчет по индивидуальному заданию	25	25		50
Отчет по практическому занятию	5	5		10
Тест			10	10
Итого максимум за период	35	35	30	100
Нарастающим итогом	35	70	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 33852

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 116 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Mukhachev/PE_lec.pdf (дата обращения: 26.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Бесшапошннкова В.И. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности : учеб. пособие / В.И. Бесшапошннкова. — М. : ИНФРА-М. 2017. — 224 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=543099 (дата обращения: 26.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мухачёв В.А. Планирование эксперимента: Учебно-методическое пособие.- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.- 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Mukhachev/PE_pract.pdf (дата обращения: 26.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР - https://edu.tusur.ru/
2. Электронная библиотека - www.elibrary.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для

Согласована на портале № 33852

проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

Согласована на портале № 33852

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Чему равно максимальное значение доверительной вероятности, если доверительный интервал $l = 2\sigma(\bar{x})$?
   1) 0,68;
   2) 0,9;
   3) 0,95;
   4) 0,997.

2. Каков физический смысл стандартной (среднеквадратичной) погрешности?
   1) используется при любом законе распределения случайных величин;
   2) характеризует погрешность метода измерений или каждого отдельного измерения;
   3) имеет смысл среднеквадратичной погрешности среднеарифметической величины;
   4) характеризует систематическую погрешность.

3. Какой физический смысл среднеквадратичной погрешности среднего арифметического?
   1) характеризует погрешность метода измерений;
   2) характеризует систематическую погрешность;
   3) характеризует случайную погрешность среднего арифметического;
   4) используется при любом законе распределения случайных величин.

4. В каких случаях при записи суммарной погрешности измерений используется одна значащая цифра?
   1) Всегда, эта цифра соответствует разряду сомнительной величины;
   2) арифметические вычисления погрешности производят, используя три значащие цифры (при этом погрешность вычислений не превышает 1%): если первая значащая цифра меньше четырех;
   3) если первая значащая цифра больше трёх;
   4) если первая значащая цифра больше пяти.

5. Что такое доверительный интервал?
   1) интервал значений, внутри которого находятся результаты измерений с заданной доверительной вероятностью;
   2) вероятность (частота) появления данного результата измерений;
   3) интервал значений, вероятность попадания внутрь которого равна 0,95;
   4) интервал значений, вероятность попадания внутрь которого равна 0,997.

6. Нормальный закон распределения выражается формулой:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

Какой физический смысл коэффициентов σ?

1) вероятность попадания внутрь доверительного интервала результатов измерений;
2) дисперсия (разброс) результатов измерений *x*;
3) среднее квадратичное отклонение величины *x*;
4) доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95

Согласована на портале № 33852

7. Нормальный закон распределения случайных величин выражается формулой:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

Каков физический смысл $f(x)$?

1) плотность вероятности - вероятность попадания в единичный интервал значений величины *x* вблизи результата измерений;
2) математическое ожидание величины *x;*
3) среднеквадратичное отклонение величины *x;*
4) частота появления именно такого результата измерения

8. Суммарная погрешность $\Delta\varepsilon$ есть сумма систематической и случайной погрешностей: формула (1). Почему же при нахождении суммарной погрешности измерений используются только формула (2) и (3)?

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\delta^2 + \sigma^2(\bar{x})} \quad (1)$$

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\delta^2 + (2\sigma(\bar{x}))^2} \quad (2)$$

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\delta^2 + (3\sigma(\bar{x}))^2} \quad (3)$$

где δ - систематическая погрешность;

$\sigma(\bar{x})$ - среднеквадратичная среднего арифметического.

1) Δ_Σ, полученная по формуле (1), имеет минимальную величину, что не соответствует действительности;
2) Δ_Σ - (по формуле 3) имеет максимальную величину, что не всегда соответствует действительности;
3) Δ_Σ - (по формуле 1) имеет малую надежность;
4) Доверительные вероятности $\Delta_\Sigma(2)$ и $\Delta_\Sigma(3)$ $\alpha \geq 0{,}9$ - это наиболее близкие значения α систематической погрешности.

9. При оценке выскакивающих значений, какой уровень значимости (вероятность выпадания этого значения измеряемой величины) является критическим?

1) 0,1;
2) 0,05;
3) 0,025;
4) 0,01.

10. Чем отличается полный факторный эксперимент (ПФЭ) от дробного факторного эксперимента (ДФЭ)?

1) в ПФЭ учитываются все возможные факторы, влияющие на функцию отклика;
2) в ДФЭ не учитываются взаимодействия между факторами;
3) в ДФЭ учитываются взаимодействия между факторами;
4) в ДФЭ учитываются только три главных фактора, влияющие на функцию отклика.

11. Какое минимальное число экспериментов следует запланировать в линейной модели, если число учитываемых факторов K = 3?

1) 6;
2) 8;
3) 10;

Согласована на портале № 33852

4) 16.

12. Какое минимальное число опытов следует запланировать в линейной модели, если число учитываемых факторов K = 3 и используется минимальное число параллельных опытов?

1) 4;
2) 6;
3) 8;
4) 16.

13. Какие правила следует обязательно учитывать при построении матрицы планирования полного факторного эксперимента?

1) первая строка матрицы в столбцах, соответствующих рассматриваемым в эксперименте факторам (X_1 и X_2), заполняется безразмерным символом, соответствующим нижнему уровню значений фактора, т. е. символом (-) ;
2) первая строка матрицы в столбцах, соответствующих рассматриваемым в эксперименте факторам (X_1 и X_2), заполняется безразмерным символом, соответствующим верхнему уровню значений фактора, т. е. символом (+);
3) продолжение заполнения столбца, соответствующего первому фактору, производится со знаком (-);
4) продолжение заполнения столбцов производится последовательным чередованием противоположных знаков (+) и (-).

14. При использовании критерия Стьюдента вычисляется t-критерий по формуле:

1) $t = \frac{|M(x) - \bar{x}|}{\sigma(x)}$;

2) $t = \frac{|M(x) - \bar{x}|}{\sigma(\bar{x})}$;

3) $t = \frac{\sigma(x)}{\sqrt{n}}$;

4) $t = \frac{\sigma(\bar{x})}{\sqrt{n}}$;

где $M(x) -$ математическое ожидание: например установка настроена на получение

резисторы номиналом 1000 Ом – это значение и будет математическим ожиданием.

15. Самый простой способ выявления наиболее существенных факторов, влияющих на исследуемый процесс:

1) метод случайного баланса;
2) метод ранговой корреляции;
3) метод центрального композиционного рототабельного плана;
4) метод центрального композиционного ортогонального плана.

16. К Какой главной ошибке приводит неправильный выбор интервала варьирования исследуемого фактора?

1) неправильная оценка только коэффициента взаимодействия исследуемых факторов;
2) неправильный выбор математической модели;
3) неправильная оценка всех коэффициентов влияния в выбранной математической модели (завышенные или заниженные значения);
4) неправильная оценка числа опытов.

Согласована на портале № 33852

17. В математической статистике существует понятие «статистический вес». Какая величина аналогична этому понятию в теории погрешностей измерений?

1) доверительный интервал;
2) доверительная вероятность;
3) среднее арифметическое измеряемой величины;
4) средняя квадратичная погрешность среднего арифметического.

18. Допустим, что зависимость функция отклика (Y) от исследуемых факторов (X) квадратичная. Чему должно быть равно минимальное число уровней варьирования?

1) 2;
2) 3;
3) 4;
4) 5.

19. Какие результаты измерений считаются грубыми и их следует отбросить?

1) вероятность появления такого результата $\alpha < 0{,}9$;

2) вероятность появления такого результата $\alpha < 0{,}5$;

3) вероятность появления такого результата $\alpha \leq 0{,}01$;

4) вероятность появления такого результата $\alpha \leq 0{,}1$.

20. Допустим, модель исследуемого процесса является линейной функцией:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2.$$

Какой из предложенных ниже ответов является верными?

1) b_0 —коэффициент, характеризующий степень влияния случайных факторов на значение Y в центре плана;

2) b_1, b_2 —коэффициенты, характеризующие степень влияния факторов x_1 и x_2 на функцию Y;

3) b_{12} — коэффициент, равный произведению b_1 и b_2;

4) b_0 — величина интервала варьирования

14.1.2. Темы индивидуальных заданий

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

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

14.1.3. Зачёт

Дисциплина считается зачтенной при освоении студентом следующих основных вопросов:

1) Методика физического эксперимента;

Согласована на портале № 33852

2) Определение погрешностей при однофакторном эксперименте;
3) Определение погрешностей при многофакторном эксперименте;
4) Вычисление систематических погрешностей при однофакторном эксперименте;
5) Вычисление случайных погрешностей при однофакторном эксперименте;
6) Оценка суммарной погрешности прямых измерений;
7)Погрешности косвенных измерений;
8) Особенности планирования многофакторного эксперимента;
9) Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ);
10) Порядок статистической обработки результатов ПФЭ;
11) Сравнение результатов разных серий измерений (критерии Стьюдента, Фишера, Кохрена);
12) Дробный факторный эксперимент;
13) Центральные композиционные планы;
14) Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП);
15) Центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП);
16) Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента;
17) Порядок статистической обработки и анализ результатов полного факторного эксперимента
18) Выявление доминирующих факторов с помощью метода ранговой корреляции;
19) Применение однофакторного дисперсионного анализа для выявления факторов, оказывающих влияние на функцию отклика;
20) Метод сверхнасыщенных планов для выявления доминирующих факторов (метод случайного баланса).

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Методика физического эксперимента. Выбор измерительных приборов. Обработка результатов эксперимента. Сравнение результатов разных серий измерений. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка погрешности косвенных измерений.

Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент.

Центральные композиционные планы: ЦКОП и ЦКРП. Матрицы планирования. Достоинства и недостатки планов.

Метод ранговой корреляции. Однофакторный дисперсионный анализ.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

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

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

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 33852

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 33852