**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

# Обработка результатов эксперимента

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 36 | 36 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 12 | 12 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Зачет: 3 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 33453

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) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденного 06.03.2015 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 № 33453

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

освоение студентами теоретических знаний и практических навыков в области обработки результатов, полученных в ходе проведения эксперимента.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Научиться оценивать погрешность измерений, доверительную вероятность (надёжность) полученных результатов, исключать грубые погрешности, рассчитывать необходимое число экспериментов при указанной надёжности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Обработка результатов эксперимента» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Планирование эксперимента, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумная и плазменная электроника, Методы анализа и контроля наноструктурированнных материалов и систем, Метрология и технические измерения, Научно-исследовательская работа, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Учебно-исследовательская работа в семестре-3, Учебно-исследовательская работа в семестре-4, Физика пленочных наноструктур.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ПК-2 готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

– ПК-9 готовностью использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; - основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; - основные законы распределения погрешностей измерений физических величин; - основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; - методики обработки экспериментальных данных.

– **уметь** - использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; - аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; - анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов; - организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники; - применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных проблем.

– **владеть** - навыками обработки и представления экспериментальных данных; - методиками определения доверительных интервалов и доверительной вероятности при небольшом числе измерений; - методиками выявления грубых погрешностей; - методиками выявления наиболее существенных факторов, влияющих на исследуемый процесс; - методиками анализа и систематизации результатов исследований; - навыками обработки и интерпретации результатов эксперимента.

Согласована на портале № 33453

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 36 | 36 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Из них в интерактивной форме | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа (всего) | 108 | 108 |
| Выполнение индивидуальных заданий | 50 | 50 |
| Проработка лекционного материала | 14 | 14 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 44 | 44 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 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 н | м. ра б., | в (б ез | ир уе м ые ко м |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | |
| 1 Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента | 4 | 4 | 25 | 33 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| 2 Порядок статистической обработки полного факторного эксперимента | 6 | 6 | 33 | 45 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| 3 Обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП) | 4 | 4 | 25 | 33 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| 4 Обработка результатов центрального композиционного рототабельного плана (ЦКРП) | 4 | 4 | 25 | 33 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 108 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 108 | 144 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента | Критерий Кохрена. Критерий Стьюдента. Значимость коэффициентов полинома. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 33453

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Порядок статистической обработки полного факторного эксперимента | Проверка однородности дисперсий. Проверка адекватности измерений. Пример статистической обработки и анализа результатов полного факторного эксперимента. | 6 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП) | Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКОП на конкретном примере. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Обработка результатов центрального композиционного рототабельного плана (ЦКРП) | Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКРП на конкретном примере. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 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 Математика | + | + | + | + |
| 2 Планирование эксперимента | + | + | + | + |
| 3 Физика | + | + | + | + |
| 4 Физика конденсированного состояния | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Вакуумная и плазменная электроника | + | + | + | + |
| 2 Методы анализа и контроля наноструктурированнных материалов и систем | + | + | + | + |
| 3 Метрология и технические измерения | + | + | + | + |
| 4 Научно-исследовательская работа | + | + | + | + |
| 5 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | + | + | + | + |
| 6 Преддипломная практика | + | + | + | + |
| 7 Учебно-исследовательская работа в семестре-3 | + | + | + | + |
| 8 Учебно-исследовательская работа в семестре-4 | + | + | + | + |
| 9 Физика пленочных наноструктур | + | + | + | + |

Согласована на портале № 33453

### 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-5 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-2 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-3 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-9 | + | + | + | 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| Мозговой штурм | 6 | | 6 |
| Решение ситуационных задач | | 6 | 6 |
| Итого за семестр: | 6 | 6 | 12 |
| Итого | 6 | 6 | 12 |

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента | Распределения Пуассона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Порядок | Построение матрицы планирования полного | 6 | ОПК-5, |

Согласована на портале № 33453

| | | | |
|---|---|---|---|
| статистической обработки полного факторного эксперимента | факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента. | | ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП) | Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКОП. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Обработка результатов центрального композиционного рототабельного плана (ЦКРП) | Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКРП. | 4 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Статистическая проверка гипотез о свойствах эксперимента | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 | Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 12 | | |
| | Итого | 25 | | |
| 2 Порядок статистической обработки полного факторного эксперимента | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 | Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 5 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 14 | | |
| | Итого | 33 | | |
| 3 Обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП) | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 | Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 12 | | |
| | Итого | 25 | | |

Согласована на портале № 33453

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Обработка результатов центрального композиционного рототабельного плана (ЦКРП) | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-9 | Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 12 | | |
| | Итого | 25 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| Итого | | 108 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 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.

Согласована на портале № 33453

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. — 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: 21.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Юнаков Ю. Л. Математическая обработка результатов измерений/ШпаковП.С., ЮнаковЮ.Л. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 410 с.: ISBN 978-5-7638-3077-4 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=550266 (дата обращения: 21.06.2018).

### 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: 21.06.2018).

#### 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

Согласована на портале № 33453

## 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 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.

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 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.

#### 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;

Согласована на портале № 33453

- 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 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.

Согласована на портале № 33453

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 $\sigma$?

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

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 $\delta$ - систематическая погрешность;

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

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

Согласована на портале № 33453

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

Согласована на портале № 33453

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.

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;

Согласована на портале № 33453

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) 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).

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Критерий Кохрена. Критерий Стьюдента. Значимость коэффициентов полинома.

Проверка однородности дисперсий. Проверка адекватности измерений. Пример статистической обработки и анализа результатов полного факторного эксперимента.

Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКОП на конкретном примере.

Порядок статистической обработки и анализ результатов ЦКРП на конкретном примере.

### 14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

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

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

Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКОП.

Порядок статистической обработки результатов измерений ЦКРП.

## 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 № 33453

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 № 33453