

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2016 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 | 12        | 12    | 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 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Заведующий каф. КИПР \_\_\_\_\_ В. М. Карабан

Заведующий обеспечивающей каф.  
КИПР

\_\_\_\_\_ В. М. Карабан

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

Декан РКФ \_\_\_\_\_ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф.  
КИПР

\_\_\_\_\_ В. М. Карабан

Эксперты:

Доцент каф. КИПР \_\_\_\_\_ А. А. Чернышёв

Ст. преподаватель каф. КИПР \_\_\_\_\_ Н. Н. Кривин

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Знакомство с методами планирования многофакторного эксперимента и освоение методики обработки и анализа результатов однофакторного эксперимента.

### 1.2. Задачи 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 ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования, Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (распред.), Эксперимент: планирование, проведение, анализ.

## 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;

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 разрабатываемых изделий.
- **уметь** - обрабатывать и анализировать результаты измерений при однофакторном эксперименте, оценивать систематические и случайные погрешности измерений, надёжности полученных результатов; - выявлять доминирующие факторы, влияющие на свойства разрабатываемого изделия с помощью метода ранговой корреляции, метода сверхнасыщенных планов.
- **владеть** - правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной лаборатории и производства; - обработки и интерпретирования результатов эксперимента.

## 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  |
|------------------------------|-------------|-----------|
|                              |             | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)   | 28          | 28        |
| Лекции                       | 18          | 18        |
| Практические занятия         | 10          | 10        |
| Из них в интерактивной форме | 12          | 12        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Самостоятельная работа (всего)                | 80  | 80  |
| Проработка лекционного материала              | 24  | 24  |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 56  | 56  |
| 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  | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 2 семестр   |        |                      |                        |                               |                         |
| 1 Однофакторный эксперимент   | 4      | 0                    | 6                      | 10                            | ОПК-1                   |
| 2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования  | 6      | 3                    | 21                     | 30                            | ОПК-1                   |
| 3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП) | 6      | 5                    | 37                     | 48                            | ОПК-1                   |
| 4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса  | 2      | 2                    | 16                     | 20                            | ОПК-1                   |
| 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  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-----------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| 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 | 4               | ОПК-1                   |

|   |   |    |       |
|---|---|----|-------|
|   | измерений.  |    |       |
|   | Итого   | 4  |       |
| 2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования  | Выбор шага эксперимента. Построение матрицы планирования. Дробный факторный эксперимент.              | 6  | ОПК-1 |
|   | Итого   | 6  |       |
| 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 |
|   | Итого   | 6  |       |
| 4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса  | Метод ранговой корреляции. Метод сверхнасыщенных планов (метод случайного баланса).                   | 2  | ОПК-1 |
|   | 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 Компьютерные технологии в научных исследованиях  | +   | + |   | + |
| 2 Методы математического моделирования   | +   | + |   | + |
| 3 Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств | +   | + |   | + |
| Последующие дисциплины   |   |   |   |   |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.)   |   | + |   | + |
| 2 Эксперимент: планирование, проведение, анализ  | +   | + | + | + |

### 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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

|  | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

|             |        |                      |                        |  |
|-------------|--------|----------------------|------------------------|--|
| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа |  |
| ОПК-1       | +      | +                    | +                      | Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Отчет по практическому занятию |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы                     | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 2 семестр                  |                                    |                      |       |
| Решение ситуационных задач | 8                                  |                      | 8     |
| Мини-лекция                |                                    | 4                    | 4     |
| Итого за семестр:          | 8                                  | 4                    | 12    |
| Итого                      | 8                                  | 4                    | 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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр   |  |                 |                         |
| 2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования  | Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Обработка результатов измерений полного факторного эксперимента.                        | 3               | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 3               |                         |
| 3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный композиционный рототабельный план (ЦКРП) | Распределения Пуассона, Гаусса. Систематические и случайные погрешности. Критерии Стьюдента и Фишера. Оценка суммарной погрешности косвенного измерения. | 2               | ОПК-1                   |
|   | Построение матриц планирования ЦКОП и ЦКРП и обработка результатов измерений.  | 3               |                         |

|  |  |    |       |
|--|--|----|-------|
|  | Итого  | 5  |       |
| 4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса | Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса | 2  | ОПК-1 |
|  | Итого  | 2  |       |
| Итого за семестр   |  | 10 |       |

### 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, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля   |
|--|---|-----------------|-------------------------|--|
| 2 семестр  |   |                 |                         |  |
| 1 Однофакторный эксперимент  | Проработка лекционного материала              | 6               | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
|  | Итого   | 6               |                         |  |
| 2 Полный факторный эксперимент. Матрица планирования   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 15              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
|  | Проработка лекционного материала              | 6               |                         |  |
|  | Итого   | 21              |                         |  |
| 3 Центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП) и центральный рототабельный план (ЦКРП) | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 15              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
|  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16              |                         |  |
|  | Проработка лекционного материала              | 6               |                         |  |
|  | Итого   | 37              |                         |  |
| 4 Выявление наиболее существенных факторов исследуемого процесса                               | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест |
|  | Проработка лекционного материала              | 6               |                         |  |
|  | Итого   | 16              |                         |  |
| Итого за семестр   |   | 80              |                         |  |
| Итого  |   | 80              |                         |  |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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                        |  |   |   |                  |
| Отчет по индивидуальному заданию | 15   | 10  | 15  | 40               |
| Отчет по практическому занятию   | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Тест                             | 15   | 15  | 15  | 45               |
| Итого максимум за период         | 35   | 30  | 35  | 100              |
| Нарастающим итогом               | 35   | 65  | 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)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 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. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебное пособие / В. А. Муха-



чев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 103. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

## **12.2. Дополнительная литература**

1. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов : учебник для вузов / В. Г. Блохин [и др.] ; ред. О. П. Глудкин. - М. : Радио и связь, 1997. - 229[2] с. : ил., табл. - (Учебник для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 228. - ISBN 5-256-01289-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

## **12.3 Учебно-методические пособия**

### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1099>, дата обращения: 14.07.2017.

2. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания по организации самостоятельной работы для магистров направления подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств / Озеркин Д. В. - 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5035>, дата обращения: 14.07.2017.

3. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5930>, дата обращения: 14.07.2017.

### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

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

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое 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 10, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 40, 4 этаж, ауд. 401/403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная (1 шт.); Автоматизированное рабочее место (не менее 10 шт.); Серверная станция (1 шт.); Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.);

Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.); Мультимедийный проектор Toshiba TDPT350 (1 шт.); Сканер Mustek P3600 (1 шт.); Microsoft Office (не менее 10 шт.).

### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. 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.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Планирование эксперимента**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– Заведующий каф. КИПР В. М. Карабан

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций  |
|-------|---|---|
| ОПК-1 | способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения | <p>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 разрабатываемых изделий.;</p> <p>Должен уметь - обрабатывать и анализировать результаты измерений при однофакторном эксперименте, оценивать систематические и случайные погрешности измерений, надёжности полученных результатов; - выявлять доминирующие факторы, влияющие на свойства разрабатываемого изделия с помощью метода ранговой корреляции, метода сверхнасыщенных планов.;</p> <p>Должен владеть - правильной эксплуатацией основных приборов и оборудования современной лаборатории и производства; - обработки и интерпретирования результатов эксперимента.;</p> |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций 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)          | Знает факты, принципы,  | Обладает диапазоном   | Берет ответственность за   |

|                                       |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| уровень)                              | процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | 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  |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-1

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

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 и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|----------------------------------|---|---|--|
| Содержание этапов                | Основные законы электромагнетизма, физики твёрдого тела, основные направления развития электроники и нанoeлектроники  | понимать основные проблемы в области электроники и нанoeлектроники  | методами и средствами их решения   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>                         |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | 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; |

|                                       |  |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определённых проблем в области исследования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Берёт ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает своё поведение к обстоятельствам в решении проблемы;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении ;</li> </ul>   |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Тестовые задания

- Определение погрешностей при однофакторном эксперименте;
- Вычисление систематических и случайных погрешностей при однофакторном эксперименте;
- Особенности планирования многофакторного эксперимента;
- Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ);
- Порядок статической обработки результатов ПФЭ;
- Сравнение результатов разных серий измерений (критерии Стьюдента, Фишера, Кохрена)

#### 3.2 Темы индивидуальных заданий

- Обработка результатов однофакторного эксперимента (4 варианта измерений: удельного сопротивления, диэлектрической проницаемости, ширины запрещённой зоны полупроводника, концентрации примеси в варикапах)
  - Проверка правильности настройки установок для производства тонкоплёночных резисторов при серийном производстве (10 вариантов)

#### 3.3 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.
- Построение матриц планирования ЦКОП и ЦРКП и обработка результатов измерений.
- Метод ранговой корреляции и метод случайного баланса

#### 3.4 Зачёт

- Выбор методики эксперимента, измерительных приборов, вычисление погрешности прибора по классу точности;
- Вычисление систематической, случайной и суммарной погрешности при однофакторном эксперименте;
- Методика определения доверительной вероятности, необходимого числа измерений при заданной доверительном интервале;
- Полный факторный эксперимент (ПФЭ), построение матрицы планирования (ПФЭ).
- Центральные композиционные планы: центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП), центральный композиционный рототабельный план (ЦРКП);
- Сравнение результатов разных серий экспериментов: критерии Стьюдента, Фишера, Кохрена;

- Порядок статистической обработки и анализ результатов ПФЭ;
- Выявление доминирующих факторов методом ранговой корреляции и однофакторного дисперсионного анализа.

#### **4 Методические материалы**

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

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

##### **4.1. Основная литература**

1. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебное пособие / В. А. Мухачев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 103. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов : учебник для вузов / В. Г. Блохин [и др.] ; ред. О. П. Глудкин. - М. : Радио и связь, 1997. - 229[2] с. : ил., табл. - (Учебник для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 228. - ISBN 5-256-01289-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

##### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Оценка погрешностей измерений: Методические указания к лабораторной работе / Мухачев В. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1099>, свободный.

2. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания по организации самостоятельной работы для магистров направления подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств / Озеркин Д. В. - 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5035>, свободный.

3. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология нанoeлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5930>, свободный.

##### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Yandex, Google, edu.tusur.ru