МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 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: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 55479

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

1. ознакомиться с современными методами планирования однофакторных и многофакторных экспериментов.
2. выработать навыки планирования и постановки эксперимента и верификации полученных данных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Специализированный модуль (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает основные модели жизненного цикла проекта, его этапы и фазы, их характеристики и особенности	Знает этапы планирования эксперимента и методы обработки полученных результатов
	УК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности	Умеет планировать эксперимент и обрабатывать полученные результаты измерений
	УК-2.3. Имеет навыки работы в области проектной деятельности и реализации проектов	Имеет навыки планирования и обработки результатов эксперимента в профессиональной деятельности

Согласована на портале № 55479

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Знает содержание организации и руководства деятельностью рабочего коллектива (группы), социально-психологические характеристики рабочего коллектива (группы), основы поддержания нравственных отношений в рабочем коллективе (группе)	Знает методику планирования эксперимента и последовательность действий другим лицам, участвующим в постановке эксперимента
	УК-3.2. Умеет организовывать работу коллектива (группы) для достижения поставленной цели	Умеет выполнять планирование эксперимента и разбиение его на составляющие, а также организовать выполнение отдельных операций другими лицами
	УК-3.3. Владеет основными методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде, а также методами организации работы коллектива (группы)	Владеет методами и приёмами распределения задания в группе лиц с учетом интересов участников группы
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету	12	12
Подготовка к тестированию	12	12
Выполнение практического задания	20	20
Выполнение творческого задания	12	12
Проведение информационного поиска	6	6
Подготовка мультимедийной презентации	6	6
Подготовка к дискуссии	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108

Согласована на портале № 55479

Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Математический аппарат планирования эксперимента и обработки результатов измерений	12	8	18	38	УК-2, УК-3
2 Применение методов моделирования для планирования и оптимизации эксперимента	4	8	42	54	УК-2, УК-3
3 Методы верификации результатов экспериментов	2	2	12	16	УК-2, УК-3
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Математический аппарат планирования эксперимента и обработки результатов измерений	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.	12	УК-2, УК-3
	Итого	12	

Согласована на портале № 55479

2 Применение методов моделирования для планирования и оптимизации эксперимента	Теория размерности и теория подобия для планирования эксперимента. Методы построения математических моделей и натурное моделирование.	4	УК-2
	Итого	4	
3 Методы верификации результатов экспериментов	Метод ранговой корреляции. Однофакторный дисперсионный анализ.	2	УК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Математический аппарат планирования эксперимента и обработки результатов измерений	Расчёт погрешностей и неопределённостей измерений и их сравнительный анализ	2	УК-2
	Применение методов теории размерностей и теории подобия в планировании экспериментов	2	УК-2, УК-3
	Построение матриц планирования эксперимента	2	УК-2, УК-3
	Статистические распределения в планировании экспериментов	2	УК-2, УК-3
	Итого	8	
2 Применение методов моделирования для планирования и оптимизации эксперимента	Математические модели и планирование эксперимента	2	УК-2, УК-3
	Натурное моделирование в планировании и оптимизации экспериментов	2	УК-2, УК-3
	Программные продукты для моделирования, планирования и оптимизации эксперимента	2	УК-2, УК-3
	Построение модели эксперимента	2	УК-2, УК-3
	Итого	8	
3 Методы верификации результатов экспериментов	Рассмотрение основных подходов к верификации экспериментальных результатов	2	УК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 55479

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Математический аппарат планирования эксперимента и обработки результатов измерений	Подготовка к зачету	4	УК-2, УК-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	УК-2, УК-3	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	УК-2, УК-3	Практическое задание
	Итого	18		
2 Применение методов моделирования для планирования и оптимизации эксперимента	Подготовка к зачету	4	УК-2	Зачёт
	Выполнение практического задания	10	УК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	4	УК-2	Тестирование
	Выполнение творческого задания	12	УК-2, УК-3	Творческое задание
	Проведение информационного поиска	6	УК-2, УК-3	Информационный поиск
	Подготовка мультимедийной презентации	6	УК-2, УК-3	Мультимедийная презентация
	Итого	42		
3 Методы верификации результатов экспериментов	Подготовка к зачету	4	УК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	УК-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	4	УК-3	Дискуссия
	Итого	12		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 55479

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
УК-2	+	+	+	Зачёт, Практическое задание, Тестирование, Мультимедийная презентация, Творческое задание, Информационный поиск
УК-3	+	+	+	Зачёт, Практическое задание, Тестирование, Мультимедийная презентация, Дискуссия, Творческое задание, Информационный поиск

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Зачёт	0	0	25	25
Практическое задание	5	5	0	10
Тестирование	10	5	5	20
Мультимедийная презентация	5	0	5	10
Дискуссия	5	5	0	10
Творческое задание	0	5	10	15
Информационный поиск	5	5	0	10
Итого максимум за период	30	25	45	100
Нарастающим итогом	30	55	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

Согласована на портале № 55479

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Мифтахутдинова, Ф. Р. Планирование и организация эксперимента : учебное пособие / Ф. Р. Мифтахутдинова. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. — 256 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/193510.

2. 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: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/1510560c7f98/f/PE_lec.pdf.

7.2. Дополнительная литература

1. Казаков, А. В. Планирование эксперимента и измерение физических величин : учебное пособие / А. В. Казаков. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 89 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160896.

2. Планирование, организация, проведение эксперимента и патентоведение : учебное пособие / Т. В. Рязанова, Н. Ю. Демиденко, И. С. Почекутов, О. Н. Еременко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/147489.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Планирование эксперимента : методические указания / составитель Л. С. Прохасько. — Челябинск : ЮУрГУ, 2017. — 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/197836.

2. Мухачёв В.А. Планирование эксперимента: Учебно-методическое пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/150686346989/f/PE_pract.pdf.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 55479

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. 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 проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 125 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2013;
- Windows 10;

8.3. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.4. 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.

Согласована на портале № 55479

При занятиях с обучающимися 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 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Математический аппарат планирования эксперимента и обработки результатов измерений	УК-2, УК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Применение методов моделирования для планирования и оптимизации эксперимента	УК-2, УК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Мультимедийная презентация	Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций
		Творческое задание	Примерный перечень тем для творческих заданий
		Информационный поиск	Вид информационного поиска, перечень задач информационного поиска и содержание задания по видам поиска
3 Методы верификации результатов экспериментов	УК-2, УК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 55479

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 55479

1. 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.
2. Какой физический смысл имеет среднеквадратичная погрешность 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.
3. 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.
4. 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.
5. Какой физический смысл коэффициента "сигма" в нормальном законе распределения?
   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
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Какие результаты измерений считаются грубыми и их следует отбросить?
   1) вероятность появления такого результата меньше 0,9;

Согласована на портале № 55479

2) вероятность появления такого результата меньше 0,5;
3) вероятность появления такого результата меньше или равно 0,01;
4) вероятность появления такого результата меньше или равно 0,1.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Понятие погрешностей и неопределённостей измерений.
2. Основы теории анализа размерностей физических величин.
3. Основы теории подобия и её применение.
4. Полный факторный эксперимент.
5. Дробный факторный эксперимент.
6. Правила построения матриц планирования эксперимента.
7. Критерии Стьюдента и Фишера.
8. Методы выявления наиболее существенных факторов, влияющих на исследуемый процесс.

9.1.3. Темы практических заданий

1. Расчёт погрешностей и неопределённостей измерений и их сравнительный анализ
2. Применение методов теории размерностей и теории подобия в планировании экспериментов
3. Построение матриц планирования эксперимента
4. Статистические распределения в планировании экспериментов
5. Программные пакеты для планирования эксперименита

9.1.4. Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций

1. Основные термины и принципы расчетов погрешности и неопределённости.
2. Метод анализа размерности в планировании эксперимента.
3. Планирование эксперимента и натурное моделирование на основе теории подобия.
4. Планирование и обработка результатов эксперимента на основе программных пакетов с открытой лицензией.
5. Проблемы верификации результатов эксперимента.

9.1.5. Примерный перечень тем для творческих заданий

1. Сформулировать и с помощью метода анализа размерностей решить одну из задач магистерской диссертации.
2. Сформулировать и с помощью теории подобия решить одну из задач магистерской диссертации.
3. Разработать матрицу планирования экспериментов для выполнения магистерской диссертации и на её основе определить оптимальные режимы.
4. Выполнить экспериментальные измерения нескольких величин (не менее 10 измерений для одной величины) по магистерской диссертации, на основании полученных данных рассчитать погрешность и неопределённость полученных значений величин.
5. Предложить методику верификации данных, полученных при выполнении математического моделирования при подготовке магистерской диссертации.

9.1.6. Вид информационного поиска, перечень задач информационного поиска и содержание задания по видам поиска

Выполнить поиск научных публикаций по одной из предложенных тематик:
1. Производство светодиодов.
2. Производство транзисторов.
3. Изготовление полупроводниковых сенсорных элементов.
4. Выращивание полупроводниковых кристаллов.
5. Выращивание оптических кристаллов.
6. Свободная тема (по теме подготавливаемой магистерской диссертации или ранее защищенной ВКР бакалавра).

Содержание задач поиска:

Согласована на портале № 55479

1. Выполнить поиск в сети Интернет с использованием доступных поисковых систем и библиографических баз данных не менее 3 публикаций в периодических изданиях по предложенной тематике.
2. Определить, какие методы планирования эксперимента были использованы в постановке задачи исследования в каждой публикации.
3. Определить, какие методы обработки результатов эксперимента были использованы при интерпретации результатов в каждой публикации.
4. Определить, какие методы верификации полученных данных были применены в исследованиях.
5. Сформулировать, какие из использованных в этих работах методов планирования, обработки результатов эксперимента, а также их верификации могут быть применены в вашей работе.

9.1.7. Примерный перечень тем для дискуссий

1. Использование теории погрешностей измерений для выполнения магистерской диссертации.
2. Перспективы использования понятия "неопределённость измерений" для выполнения магистерской диссертации.
3. Использование методов планирования экспериментов для выполнения магистерской диссертации.
4. Использование программных пакетов для моделирования при выполнении магистерской диссертации и методы верификации моделей.
5. Оценка наиболее существенных факторов и связанных с ними возможных ошибок при выполнении магистерской диссертации.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены

Согласована на портале № 55479

дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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 № 55479

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 114 от «19» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Заведующий кафедрой, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ФЭ	А.В. Мостовщиков	Разработано, 12b8ccf2-4949-4991-b8b4-96d4ef60ed2d

Согласована на портале № 55479