

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Суслин А. В.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ _____

Нестеров Николай Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ _____

Жукова Анна Вячеславовна, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. _____

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-31 — способность работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства патронов и гильз
ОПК-10 — способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
ОПК-16 — способность разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-31

знания:

современные компьютерные информационные технологии обработки данных в научных исследованиях;
современных методов прикладной статистики: базовые процедуры обработки данных, методы математического планирования эксперимента, методы анализа временных рядов и контроля качества, многомерные методы статистического анализа;

умения:

проводить научные исследования исследований сложных технических и технологических систем;
использовать современные методы прикладной статистики в технических приложениях;

навыки:

использования компьютерных информационных технологий обработки данных в научных исследованиях.

ОПК-10

знания:

методологии проведения научных исследований сложных технических и технологических систем;

умения:

проводить научные исследования исследований сложных технических и технологических систем;
использовать современные методы прикладной статистики в технических приложениях;

навыки:

использования компьютерных информационных технологий обработки данных в научных исследованиях.

ОПК-16

знания:

современные компьютерные информационные технологии обработки данных в научных исследованиях;
современных методов прикладной статистики: базовые процедуры обработки данных, методы математического планирования эксперимента, методы анализа временных рядов и контроля качества, многомерные методы статистического анализа;

умения:

проводить научные исследования исследований сложных технических и технологических систем;
использовать современные методы прикладной статистики в технических приложениях;

навыки:

использования компьютерных информационных технологий обработки данных в научных исследованиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСТРЕЛОВ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-31	ОПК-10	ОПК-16
4	7	Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки. 1.1. Приближенные значения величин 1.2. Округление приближенных значений, правило дополнения 1.3. Знак ошибок приближенных значений 1.4. Классификация приближенных чисел 1.5. Верные цифры в приближенных значениях чисел 1.6. Запись приближенных значений чисел.	12	4	4	8	5	5	5
4	7	Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел. 2.1. Малые величины различных порядков 2.2 Сложение приближенных чисел 2.3. Умножение приближенных чисел 2.4. Практические рекомендации.	10	2	2	8	5	5	5
4	7	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей). 3.1. Основные задачи теории ошибок 3.2. Ошибки функций одной и двух независимых переменных 3.3. Ошибки функции нескольких независимых переменных 3.4 Вторая задача теории ошибок 3.5. Определение наиболее выгодных условий измерения (третья задача).	12	4	4	8	10	10	10
4	7	Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений. 4.1. Общие закономерности случайных ошибок 4.2. Основная формула теории случайных ошибок (закон нормального распределения) 4.3. Интеграл вероятностей и его вычисление 4.4. Постулат среднего арифметического 4.5. Мера точности для точных значений ошибок и для отклонений от среднего арифметического 4.6. Погрешности измерений – средняя арифметическая, вероятная и средняя 4.7. Геометрический значения σ , σ и σ 4.8. Ошибки среднего арифметического 4.9. Доверительный интервал и доверительная вероятность и их определение 4.10. Средние квадратичные ошибки функции измеренных величин 4.11. Принципы оценки пригодности результатов 4.12. Оценка однородности дисперсии 4.13. Сравнение результатов двух экспериментов 4.14. Обработка выборки экспериментальных данных.	24	8	8	16	30	30	30
4	7	Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента. 5.1. Графическое изображение результатов эксперимента 5.2. Функциональные шкалы и их применение.	8	2	2	6	10	10	10
4	7	Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей. 6.1. Линейный регрессионный анализ (графический метод определения коэффициентов регрессии, метод средних, метод наименьших квадратов, примеры) 6.2. Адекватность линейной модели. Доверительные границы 6.3. Основы корреляционного анализа 6.4. Основы дисперсионного анализа.	24	10	10	14	30	30	30
4	7	Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента. 7.1. Пассивный и активный эксперименты 7.2. Основные положения и определения 7.3. Факторы и требования, предъявляемые к ним 7.4. Выбор модели 7.5. Полный факторный эксперимент.	18	4	4	14	10	10	10
Всего за 7 семестр			108	34	34	74	100	100	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки.	Приближенные значения величин. Округление приближенных значений, правило дополнения. Знак ошибок приближенных значений. Классификация приближенных чисел. Верные цифры в приближенных значениях чисел. Запись приближенных значений чисел.	4
2	Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел.	Малые величины различных порядков Сложение приближенных чисел Умножение приближенных чисел 2.4. Практические рекомендации	2
3	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей).	Основные задачи теории ошибок. Ошибки функции одной и двух независимых переменных. Ошибки функции нескольких независимых переменных. Вторая задача теории ошибок. Определение наиболее выгодных условий измерения (третья задача)	4
4	Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений.	Общие закономерности случайных ошибок. Основная формула теории случайных ошибок (закон нормального распределения). Интеграл вероятностей и его вычисление. Постулат среднего арифметического. Мера точности для точных значений ошибок и для отклонений от среднего арифметического. Погрешности измерений – средняя арифметическая, вероятная и средняя. Геометрический значения σ , σ и σ . Ошибки среднего арифметического.	4
5		Доверительный интервал и доверительная вероятность и их определение. Средние квадратичные ошибки функции измеренных величин. Принципы оценки пригодности результатов. Оценка однородности дисперсии. Сравнение результатов двух экспериментов.	2
6		Обработка выборки экспериментальных данных	2
7	Раздел 5. Графический	Графическое изображение результатов эксперимента Функциональные шкалы и их применение	2

	анализ результатов эксперимента.		
8	Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей.	Линейный регрессионный анализ (графический метод определения коэффициентов регрессии, метод средних, метод наименьших квадратов, примеры).	4
9		Адекватность линейной модели. Доверительные границы.	2
10		Основы корреляционного анализа.	2
11		Основы дисперсионного анализа	2
12	Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента.	Пассивный и активный эксперименты Основные положения и определения Факторы и требования, предъявляемые к ним Выбор модели	2
13		Полный факторный эксперимент	2
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
2	Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
3		Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (1 задача, определение погрешностей вычислений с приближенными числами)	3
4	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей).	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
5		Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (2 задача, определение погрешностей вычислений функции с приближенными значениями аргументов)	3
6	Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
7		Выполнение домашнего задания ДЗ-2 (обработка выборки экспериментальных данных)	6
8	Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
9	Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
10		Выполнение домашнего задания ДЗ-3 (корреляционный анализ)	4
11		Выполнение домашнего задания ДЗ-4 (дисперсионный анализ)	3
12	Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
13		Выполнение домашнего задания ДЗ-5 (построение математической модели по результатам полного факторного двухуровневого эксперимента)	6
Всего за 7 семестр			74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					ДЗ, ТекК	ДР			ДЗ, ТекК	ДР		ДЗ		ДЗ	Вопр.Диф.Зач	ДР	Вопр.Диф.Зач, ДЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов. . Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении. Старый Оскол: ТНТ, 2021, эл. рес.
2. Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 65 экз.
3. С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://www.tnt-ebook.ru/> (ЭБС Тонкие Наукоёмкие Технологии (ТНТ));
2. <https://moodle.voenmeh.ru/course/view.php?id=4003> — БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова // Moodle: Вход на сайт;
3. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 (Электронная библиотека университета) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Prime 3.1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Mathcad Prime 3.1.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-31 способность работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства патронов и гильз;

ОПК-10 способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения;

ОПК-16 способность разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обработкой результатов экспериментальных исследований и с планированием экспериментов (приближенные значения величин и их ошибки; основные арифметические действия с приближенными значениями чисел; погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей); вероятностная оценка случайных погрешностей измерений; графический анализ результатов эксперимента; представление результатов эксперимента с помощью математических моделей; статистические методы планирования эксперимента).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (2) Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2)	5
Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (1 задача, определение погрешностей вычислений с приближенными числами)		3
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей).		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов. . Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2021 (5)	5
Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (2 задача, определение погрешностей вычислений функции с приближенными значениями аргументов)	Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3)	3
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4)	10
Выполнение домашнего задания ДЗ-2 (обработка выборки экспериментальных данных)	С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (4, 7, 11)	6
Итого по разделу 4		16
Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (6) Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов. . Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2021 (2)	7
Выполнение домашнего задания ДЗ-3 (корреляционный анализ)	С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (5)	4
Выполнение домашнего задания ДЗ-4 (дисперсионный анализ)	Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов	3

	эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (глава 7, п.9.3 и 9.4)	
Итого по разделу 6		14
Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. И. Нестеров. . Планирование и обработка результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (8, п.9.5) С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (9)	8
Выполнение домашнего задания ДЗ-5 (построение математической модели по результатам полного факторного двухуровневого эксперимента)	А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов. . Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2021 (2)	6
Итого по разделу 7		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Перечень домашних заданий:

Домашнее задание № 1. Определение погрешностей вычислений с приближенными числами и погрешностей вычислений функции с приближенными значениями аргументов.

1. Вычислить результат и определить абсолютную и относительные ошибки суммы (разности) и умножения (деления) приближенных чисел.

2. Вычислить результат и определить абсолютную и относительные ошибки функции.

Домашнее задание № 2. Определение характеристик выборки данных.

1. Рассчитать статистические характеристики исследуемой выборки.

2. Проанализировать выполненную работу, сделать выводы о близости полученного распределения к нормальному и определить достаточность числа опытов для обеспечения заданной погрешности.

3. Предоставить отчет.

Домашнее задание № 3. Корреляционный анализ.

1. Используя экспериментальные данные одного из вариантов, представленных в задании (по согласованию с преподавателем), рассчитать коэффициенты корреляции между каждой парой параметров.

2. Установить статистически значимые линейные связи.

3. Построить граф корреляционных связей. По графу выбрать параметр оптимизации и зависимые параметры.

4. Рассчитать коэффициенты линейной связи между зависимым параметром и параметром оптимизации.

5. Проанализировать выполненную работу и сделать выводы, в которых указать статистически значимые (в виде соответствующего уравнения) и незначимые связи между параметрами.

6. Предоставить отчет.

Домашнее задание № 4. Дисперсионный анализ.

1. Используя экспериментальные данные, представленные в задании, рассчитать характеристики дисперсионного анализа.

2. Проанализировать выполненную работу и сделать выводы о значимости влияния исследуемого фактора x на функцию отклика y .

3. Предоставить отчет.

Домашнее задание № 5. Построение математической модели по результатам полного факторного двухуровневого эксперимента

1. Используя экспериментальные данные одного из вариантов, представленных в задании, сформировать матрицу полного факторного двухуровневого эксперимента.

2. Определить основные уровни и интервалы варьирования факторов.

3. Произвести нормирование факторного пространства и представить матрицу полного факторного двухуровневого эксперимента в нормированном виде.

4. Построить уравнение математической модели и сформировать на основе нормированной матрицы эксперимента нормированную матрицу планирования.

5. Рассчитать коэффициенты уравнения математической модели.

6. Вычислить дисперсию воспроизводимости результатов эксперимента.

7. Проверить статистическую значимость коэффициентов модели. Исключив незначимые коэффициенты, упростить уравнение математической модели.

8. Определить дисперсию адекватности модели и рассчитать значение критерия Фишера. Проверить адекватность расчетной модели.

9. Проанализировать выполненную работу и сделать выводы о значимости коэффициентов регрессии и адекватности расчетной модели экспериментальным данным.

10. Предоставить отчет.

Отчет по домашнему заданию должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32. Домашнее задание считается принятым, если верно проведены все расчеты и сделаны соответствующие выводы.

Вопросы для текущего контроля

1. Сколько значащих цифр в числе?
2. Где правильно записано приближенное число с известным допуском отклонением?
3. Что называют абсолютной ошибкой приближенного значения некоторой величины?
4. Что называют относительной ошибкой приближенного значения некоторой величины?

5. Можно ли вычислить абсолютные и относительные ошибки результата измерений?
6. Систематические ошибки измерений?
7. Случайные ошибки измерений?
8. Грубые ошибки измерений?
9. Укажите свойства случайных ошибок при равнооточных многократных измерениях одной величины.
10. Абсолютная ошибка суммы двух приближенных чисел равна:
11. Абсолютная ошибка разности двух приближенных чисел равна:
12. Относительная ошибка произведения двух приближенных чисел равна:
13. Относительная ошибка частного двух приближенных чисел равна:
14. По какой формуле определяют абсолютную ошибку функции ?
15. По какой формуле определяют относительную ошибку функции ?
16. По какой формуле определяют предельную относительную ошибку функции ?
17. По какой формуле определяют предельную абсолютную ошибку функции ?
18. По какой формуле определяют предельную относительную ошибку функции нескольких переменных?
19. По какой формуле определяют предельную абсолютную ошибку функции нескольких переменных?
20. Среднее арифметическое результатов измерений определяют по формуле:
21. Смещенную дисперсию результатов измерений определяют по формуле:
22. Несмещенную дисперсию результатов измерений определяют по формуле:
23. Среднеквадратичное отклонение результатов измерений определяют по формуле:
24. Коэффициент асимметрии характеризует:
25. Коэффициент эксцесса характеризует:
26. Доверительная вероятность характеризует:
27. Для определения доверительного интервала используют коэффициент:
28. Доверительная вероятность – это ...
29. От чего зависит критическое значение коэффициента Стьюдента?
30. От чего зависит критическое значение коэффициента ρ а рн ой корреляции?
31. Коэффициент корреляции может изменяться в интервале
32. Если коэффициент корреляции равен нулю, то (введите правильные ответы)
33. Если коэффициент корреляции равен -1 или $+1$, то (введите правильные ответы)
34. Что означает знак «минус» у значения коэффициента корреляции?
35. Что означает знак «плюс» у значения коэффициента корреляции?
36. По какому критерию оценивают значимость фактора при проведении однофакторного дисперсионного анализа?
37. Критическое значение критерия Фишера зависит от ...
38. Дисперсионный анализ позволяет
39. Регрессионный анализ сводится к ...
40. При статистической оценке степени адекватности модели экспериментальным результатам используют методы:
41. Какой метод получения математической модели и оценки степени ее адекватности наиболее точный?
42. Основное положение метода наименьших квадратов:
43. Основное положение метода средних:
44. Адекватность линейной модели оценивают с помощью критерия ...
45. Если экспериментальное значение критерия Фишера меньше табличного (), то ...
46. Механические свойства металлической детали, полученной обработкой давлением, зависят от механических свойств исходной заготовки, величины деформации на последней вытяжке и режима термообработки. Определить зависимость между механическими свойствами детали и названными факторами. Какого типа эксперимент необходимо провести?
47. Надежность изделия зависит от ряда технологических факторов. Необходимо так подобрать значения этих факторов, чтобы надежность повысилась. Какого типа эксперимент необходимо провести?
48. При нормировании факторов верхнему уровню варьирования присваивается значение ..
49. При нормировании факторов нижнему уровню варьирования присваивается значение ..
50. Нулевой уровень фактора – это ...
51. Сколько независимых опытов необходимо провести в полном факторном эксперименте для двух факторов?
52. Сколько независимых опытов необходимо провести в полном факторном эксперименте для трех факторов?
53. Какая матрица является планом полного двухфакторного эксперимента?
54. Какой эксперимент называют полным факторным?
55. Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется симметричностью относительно центра эксперимента?
56. Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется ротабельностью?
57. Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется ортогональностью матрицы планирования?
58. Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется условием нормировки?
59. Какое уравнение регрессии получают в результате полного двухфакторного эксперимента?
60. Какое уравнение регрессии получают в результате полного трехфакторного эксперимента?
61. Какие из приведенных слагаемых уравнения регрессии называют линейными эффектами?
62. Какой из приведенных слагаемых уравнения регрессии называют эффектом взаимодействия?

Вопросы для текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы разрабатываются (обновляются) ежегодно в соответствии с материалами, изученными обучающимися.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы для приема дифференцированного зачета:

1. Классификация ошибок измерений.
2. Определение абсолютной и относительной ошибок измерения.

3. Правила записи приближенных чисел.
4. Правила округления приближенных чисел.
5. Вычисление суммы (разности) двух приближенных чисел.
6. Вычисление произведения (частного) двух приближенных чисел.
7. Вычисление абсолютной ошибки функции одной переменной.
8. Вычисление относительной ошибки функции одной переменной.
9. Вычисление абсолютной ошибки функции нескольких независимых переменных.
10. Вычисление относительной ошибки функции нескольких независимых переменных.
11. Перечислите основные статистические характеристики выборки.
12. С какой целью определяют интервал необходимого числа опытов?
13. Что показывает доверительный интервал?
14. Какими характеристиками можно оценивать близость закона распределения к нормальному?
15. Назначение корреляционного анализа.
16. Что характеризует коэффициент парной корреляции?
17. Приведите последовательность действий при корреляционном анализе.
18. От чего зависит критическое значение коэффициента корреляции?
19. Каким образом строят граф корреляционных связей?
20. Назначение дисперсионного анализа.
21. С какой целью производят нормирование факторного пространства?
22. Что показывает «шум» на гистограмме распределения факторов по уровню значимости?
23. По какому критерию оценивают значимость фактора при проведении дисперсионного анализа?
24. Перечислите варианты дублирования при проведении экспериментальных исследований.
25. Назначение матрицы эксперимента и матрицы планирования.
26. С какой целью проводят нормирование факторного пространства?
27. Как зависит число опытов в полном факторном эксперименте от количества факторов и числа уровней их варьирования?
28. Какие меры следует принять для получения математической модели, адекватной экспериментальным данным?

Дифференцированный зачет

Выставление оценки возможна путём оценки текущей успеваемости обучающегося в соответствии с регламентом балльно-рейтинговой системы и технологической картой дисциплины, размещённой в СДО Moodle.

Регламент балльно-рейтинговой системы для составления технологической карты и выставления оценки устанавливают приказом ректора.

Обучающийся может пройти итоговый контроль в виде стандартного зачёта с оценкой с ответом на вопросы согласно списку (3 вопроса; и более при спорной отметке) при условии выполнения всех домашних заданий.

Оценка «зачтено-отлично» выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «зачтено-хорошо» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических задач.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-31	ОПК-10	ОПК-16	
4	7	Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки.	12	4	4	8	5	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел.	10	2	2	8	5	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей).	12	4	4	8	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений.	24	8	8	16	30	30	30	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента.	8	2	2	6	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей.	24	10	10	14	30	30	30	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента.	18	4	4	14	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			108	34	34	74	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-31

Вопросы открытого типа:

- № 1 По какому критерию оценивают значимость фактора при проведении однофакторного дисперсионного анализа? По критерию ...
- № 2 Какой анализ позволяет оценить значимость влияния фактора на функцию отклика?
- № 3 Адекватность линейной модели оценивают с помощью критерия
- № 4 Механические свойства металлической детали, полученной обработкой давлением, зависят от механических свойств исходной заготовки, величины деформации на последней вытяжке и режима термообработки. Определить зависимость между механическими свойствами детали и названными факторами. Какого типа эксперимент необходимо провести?
- № 5 При нормировании факторов верхнему уровню варьирования присваивается значение
- № 6 При нормировании факторов нижнему уровню варьирования присваивается значение
- № 7 Среднее значение фактора в области его изменения при проведении эксперимента – это ...
- № 8 Сколько независимых опытов необходимо провести в полном факторном эксперименте для двух факторов?
- № 9 Сколько независимых опытов необходимо провести в полном факторном эксперименте для трех факторов?
- № 10 Дисперсионный анализ позволяет

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Регрессионный анализ сводится
1. к определению на основании экспериментальных данных коэффициентов модели
 2. к определению на основании экспериментальных данных коэффициентов модели (коэффициентов регрессии), оценки значимости этих коэффициентов и степени адекватности модели
 3. к оценке значимости коэффициентов модели
 4. к оценке адекватности модели
- № 2 При статистической оценке степени адекватности модели экспериментальным результатам используют
1. графический метод
 2. интерполяционный метод
 3. метод средних
 4. метод наименьших квадратов
 5. один из перечисленных методов или несколько из них
- № 3 Какой метод получения математической модели и оценки степени ее адекватности наиболее точный?
1. графический метод
 2. интерполяционный метод
 3. метод средних
 4. метод наименьших квадратов

№ 4

Основное положение метода наименьших квадратов:

1. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0$
2. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min$
3. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \rightarrow \min$
4. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = 0$

№ 5

Основное положение метода средних:

1. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0$
2. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min$
3. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \rightarrow \min$
4. $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = 0$

№ 6

Если экспериментальное значение критерия Фишера меньше табличного, то

1. модель неадекватна
2. при выбранном уровне значимости модель адекватно описывает экспериментальные результаты
3. коэффициенты модели значимы
4. эксперимент проведен с большими погрешностями измерений

№ 7 Надежность изделия зависит от ряда технологических факторов. Необходимо так подобрать значения этих факторов, чтобы надежность повысилась. Какого типа эксперимент необходимо провести?

1. Интерполяционный эксперимент
2. Пассивный эксперимент
3. Экстремальный эксперимент
4. Полный факторный эксперимент

№ 8 Какой эксперимент называют полным факторным?

1. Эксперимент, в котором все факторы имеют максимальное значение.
2. Эксперимент, в котором все факторы имеют все возможные значения из области определения.
3. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней варьирования факторов.
4. Эксперимент, в котором все факторы имеют все возможные значения из области варьирования.

№ 9

Какая матрица является планом полного двухфакторного эксперимента?

1.

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	+1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4
2.

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4
3.

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	-1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4
4.

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4
5	-1	-1	y_5

№ 10

Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется симметричностью относительно центра эксперимента?

1. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбцов каждого фактора равна нулю: $\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0$
2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов: $\sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = N$
3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю: $\sum x_{ji}x_{ui} = 0, (j \neq u, j(u) = 0, 1, \dots, K)$
4. Точность предсказания значений параметров оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления

№ 11

Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется ротатбельностью?

1. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбцов каждого фактора равна нулю: $\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0$
2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов: $\sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = N$
3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю: $\sum x_{ji}x_{ui} = 0, (j \neq u, j(u) = 0, 1, \dots, K)$
4. Точность предсказания значений параметров оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления

№ 12

Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется ортогональностью матрицы планирования?

1. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбцов каждого фактора равна нулю: $\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0$
2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов: $\sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = N$
3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю: $\sum x_{ji}x_{ui} = 0, (j \neq u, j(u) = 0, 1, \dots, K)$
4. Точность предсказания значений параметров оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления

№ 13

Полный факторный эксперимент обладает некоторыми свойствами. Какое свойство из нижеперечисленных называется условием нормировки?

1. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбцов каждого фактора равна нулю: $\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0$
2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов: $\sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = N$
3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю: $\sum x_{ji}x_{ui} = 0, (j \neq u, j(u) = 0, 1, \dots, K)$
4. Точность предсказания значений параметров оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления

№ 14

Какое уравнение регрессии получают в результате полного двухфакторного эксперимента?

1. $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$
2. $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$
3. $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$

№ 15

Какое уравнение регрессии получают в результате полного трехфакторного эксперимента?

1. $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$
2. $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$
3. $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$
4. $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$

№ 16

Какие из приведенных слагаемых уравнения регрессии называют линейными эффектами? Введите правильные ответы.

1. $b_1 x_1$
2. $b_{12} x_1 x_2$
3. $b_2 x_2$
4. $b_{123} x_1 x_2 x_3$

№ 17

Какой из приведенных слагаемых уравнения регрессии называют эффектом взаимодействия?

1. $b_1 x_1$
2. b_0
3. $b_2 x_2$
4. $b_{123} x_1 x_2 x_3$

ОПК-10

Вопросы открытого типа:

- № 1 Сколько значащих цифр в числе 101,00?
- № 2 Сколько значащих цифр в числе 0,0054?
- № 3 Сколько значащих цифр в числе $0,0007 \cdot 10$?
- № 4 Сколько значащих цифр в числе $3333 \cdot 103$?
- № 5 Сколько значащих цифр в числе $33 \cdot 103$?
- № 6 Абсолютная ошибка суммы двух приближенных чисел 99 ± 1 и $43,3 \pm 0,2$ равна \pm ____
- № 7 Абсолютная ошибка разности двух приближенных чисел 2750 ± 2 и $430,3 \pm 0,2$ равна \pm ____
- № 8 Абсолютная ошибка разности двух приближенных чисел 275 ± 1 и $45,00 \pm 0,05$ равна \pm ____
- № 9 Относительная ошибка частного двух приближенных чисел 2750 ± 1 ($\delta = 0,036\%$) и $430,3 \pm 0,2$ ($\delta = 0,046\%$) равна ____%
- № 10 Относительная ошибка частного двух приближенных чисел 100 ± 1 ($\delta = 1\%$) и $430,3 \pm 0,2$ ($\delta = 0,046\%$) равна ____%

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Где правильно записано приближенное число с известным допускаемым отклонением?

1. $27 \pm 0,2$
2. $27,0 \pm 0,2$
3. $27,00 \pm 0,2$
4. $27,00 \pm 0,0002$

- № 2 Где правильно записано приближенное число с известным допускаемым отклонением?

1. $460,4 \pm 0,18$
2. $460,402 \pm 0,18$
3. $460 \pm 0,18$
4. $460,40 \pm 0,18$

- № 3 Абсолютной ошибкой приближенного значения некоторой величины называют

- 1 погрешность измерения
- 2 разность между точным и приближенным значениями этой величины
- 3 цену деления на шкале применяемого инструмента или прибора
- 4 половину цены деления на шкале применяемого инструмента или прибора

№ 4 Относительной ошибкой приближенного значения некоторой величины называют

1. отношение цены деления на шкале применяемого инструмента или прибора к результату измерения
2. отношение погрешности измерения к результату измерения
3. отношение его абсолютной ошибки к точному значению величины
4. разность между точным и приближенным значениями этой величины

№ 5 Систематические ошибки измерений

1. связаны с неправильными показаниями приборов, ошибочностью метода измерения или постоянным внешним воздействием
2. являются следствием тех незначительных неточностей, которые неизбежны при установке приборов и отсчете их показаний
3. связаны с проявлением разовых внешних воздействий на приборы или экспериментатора
4. объясняются невнимательностью экспериментатора или незнанием им методик проведения измерений

№ 6 Случайные ошибки измерений

1. связаны с неправильными показаниями приборов, ошибочностью метода измерения или постоянным внешним воздействием
2. являются следствием тех незначительных неточностей, которые неизбежны при установке приборов и отсчете их показаний
3. связаны с проявлением разовых внешних воздействий на приборы или экспериментатора
4. объясняются невнимательностью экспериментатора или незнанием им методик проведения измерений

№ 7

По какой формуле определяют абсолютную ошибку функции $f(x)$?

1. $\pm \varepsilon_x f'(x)$
2. $\pm f'(x)dx \pm f''(x) \frac{dx^2}{2!} \pm f'''(x) \frac{dx^3}{3!} \pm \dots$
3. $\pm d[\ln f(x)]$
4. $f'(x)$

№ 8

По какой формуле определяют относительную ошибку функции $f(x)$?

1. $\pm \varepsilon_x f'(x)$
2. $\pm f'(x)dx \pm f''(x) \frac{dx^2}{2!} \pm f'''(x) \frac{dx^3}{3!} \pm \dots$
3. $\pm d[\ln f(x)]$
4. $f'(x)$

№ 9

По какой формуле определяют предельную относительную ошибку функции $f(x_1, x_2)$?

1. $f(x_1, x_2) \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2$
2. $\pm \left\{ \left| \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \right| + \left| \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 \right| \right\}$
3. $\pm d[\ln f(x_1, x_2)]$
4. $\pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2$

№ 10

По какой формуле определяют предельную абсолютную ошибку функции $f(x_1, x_2)$?

1. $f(x_1, x_2) \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2$
2. $\pm \left\{ \left| \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \right| + \left| \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 \right| \right\}$
3. $\pm d[\ln f(x_1, x_2)]$
4. $\pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 \pm \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2$

ОПК-16

Вопросы открытого типа:

- № 1 Коэффициент, характеризующий скошенность рассматриваемой функции плотности распределения вероятностей по сравнению с нормальным законом распределения – коэффициент ...
- № 2 Коэффициент, характеризующий степень остроты пика рассматриваемой кривой по сравнению с кривой нормального распределения – коэффициент ...
- № 3 Какой параметр характеризует достоверность или надежность измерения?
- № 4 Для определения доверительного интервала используют коэффициент ...
- № 5 Укажите максимальное значение коэффициента корреляции
- № 6 Укажите минимальное значение коэффициента корреляции
- № 7 Если связь между исследуемыми параметрами не существует или является нелинейной, то коэффициент корреляции равен
- № 8 Корреляционная зависимость между двумя признаками - это
- № 9 Корреляционный метод может быть применен, если число наблюдений больше
- № 10 В случае линейного уравнения регрессии связь между факторным и результативным признаками является тесной, если $r = \dots$

Вопросы закрытого типа:

- № 1

Среднее арифметическое результатов измерений определяют по формуле:

1. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
2. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
3. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$
4. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i$

№ 2

Смещенную дисперсию результатов измерений определяют по формуле:

1. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
2. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
3. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$
4. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i$

№ 3

Несмещенную дисперсию результатов измерений определяют по формуле:

1. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
2. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
3. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$
4. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i$

№ 4

Среднеквадратичное отклонение результатов измерений определяют по формуле:

1. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
2. $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$
3. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$
4. $\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2}$

№ 5 Доверительная вероятность – это ...

1. вероятность того, что истинное значение измеряемой величины попадает в данный доверительный интервал
 2. вероятность того, что истинное значение измеряемой величины равно среднеарифметическому значению результатов измерений
 3. вероятность того, что истинное значение измеряемой величины равно медианному значению результатов измерений
 5. вероятность доверия экспериментатора результатам измерений
- № 6 От чего зависит критическое значение коэффициента Стьюдента?
1. от доверительной вероятности
 2. от доверительной вероятности и степени свободы ($f = N - 1$, где N – число опытов)
 3. от доверительной вероятности и степени свободы ($f = N - 2$, где N – число опытов)
 4. от числа измерений
- № 7 От чего зависит критическое значение коэффициента парной корреляции?
1. от доверительной вероятности
 2. от решения экспериментатора
 3. от доверительной вероятности и степени свободы ($f = N - 2$, где N – число опытов)
 4. от числа измерений
- № 8 Что означает знак «минус» у значения коэффициента корреляции?
1. увеличение одного из исследуемых параметров влечет за собой увеличение другого
 2. увеличение одной из исследуемых параметров влечет за собой уменьшение другого
 3. связь между исследуемыми параметрами не существует
 4. уменьшение одного из исследуемых параметров влечет за собой уменьшение другого
- № 9 Что означает знак «плюс» у значения коэффициента корреляции?
1. увеличение одного из исследуемых параметров влечет за собой увеличение другого
 2. увеличение одной из исследуемых параметров влечет за собой уменьшение другого
 3. связь между исследуемыми параметрами не существует
 4. уменьшение одного из исследуемых параметров влечет за собой увеличение другого
- № 10 Коэффициент эксцесса
1. характеризует степень остроты пика рассматриваемой кривой по сравнению с кривой нормального распределения
 2. характеризует скошенность рассматриваемой функции плотности распределения вероятностей по сравнению с нормальным законом распределения
 3. служит для количественной оценки близости рассматриваемого распределения к нормальному
 4. характеризует достоверность или надежность измерения