

4960

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА

УТВЕРЖДАЮ
 Первый проректор – проректор
 по образовательной деятельности

В.А.Бородавкин

2021



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.ОЧ.37 Планирование и обработка результатов эксперимента

Специальность 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Уровень высшего образования Специалитет

Специализация Патроны и гильзы

Форма обучения Очная

Факультет Е «Оружие и системы вооружения»

Выпускающая кафедра Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем

Кафедра-разработчик Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем

рабочей программы

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)												Вид промежуточного контроля	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ					САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА							
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ	РЕФЕРАТ		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ.РАБОТЫ
ПРАКТИЧЕСК ИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ															
4	7	3	108	34	-	-	34	-	-	74	-	-	30	-	44	Диф. ЗАЧЕТ

Начальник отдела основных
 образовательных программ
 А.А.Русина

2021

— ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
/оборотная сторона титульного листа/

Рабочая программа составлена в соответствии с:

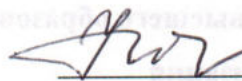
требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утвержденного приказом Минобрнауки России от 18 августа 2020 г. № 1055 (зарегистрирован Минюстом России 8 сентября 2020 г. № 59713);

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2017, регистрационный № 47415);

Положением об образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, утвержденным приказом ректора от 01.09.2017 № 319-О.

Программу составили: кафедра Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем,

Нестеров Н.И., доцент, к.т.н., доцент



Кулешова А.В., ассистент

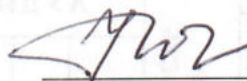


Эксперт: советник Президента Санкт-Петербургской
торгово-промышленной палаты, к.т.н., доцент Ревин Н.Н.



Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем «__» _____ 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой Нестеров Н.И.



Согласовано:

Декан факультета Е «Оружие и системы вооружения»
д.т.н. Шашурин А.Е.



Дисциплина обеспечена основной учебной литературой

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.



Б1.ОЧ.37 Планирование и обработка результатов эксперимента

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО _____	3
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	4
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	9
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	9
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	10

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы _____	11
Приложение 2. Технологии и формы преподавания _____	12
Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы _____	15
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	18
Приложение 5. Фонды оценочных средств _____	20
Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы _____	25
Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу _____	27

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование общепрофессиональных компетенций: ОПК-10 (Способен 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 (Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения); профессиональной компетенции ПСК-31 (Способен 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).

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений: современные компьютерные информационные технологии обработки данных в научных исследованиях (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31);

на уровне воспроизведения: современных методов прикладной статистики: базовые процедуры обработки данных, методы математического планирования эксперимента, методы анализа временных рядов и контроля качества, многомерные методы статистического анализа (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31);

на уровне понимания: методологии проведения научных исследований сложных технических и технологических систем (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31);

умения:

теоретические: проводить научные исследования исследований сложных технических и технологических систем (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31);

практические: использовать современные методы прикладной статистики в технических приложениях (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31);

навыки: использования компьютерных информационных технологий обработки данных в научных исследованиях (ОПК-10, ОПК-16, ПСК -31).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Планирование и обработка результатов эксперимента» является дисциплиной обязательной части Блока 1 программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Дифференциальное исчисление», «Физика» и служит основой для освоения дисциплин: «Физические основы пластической деформации», «Теория пластичности», «Теория обработки металлов давлением», «Технология листовой штамповки», «Технология холодной объемной штамповки», при изучении которых обучающиеся проводят лабораторные работы, имеющие исследовательский характер, «Основы научных исследований».

Предварительно сформированные компетенции: УК01, УК02, УК03, УК04, УК05, УК06, УК07, УК08, УК09, УК10, УК11, ОПК03, ОПК06, ПК91, ПК94.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ		
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-10	ОПК-16	ПСК-31
4	7	1	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%
		2	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%
		3	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей) 3.1. Основные задачи теории ошибок 3.2. Ошибки функции 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	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 , ρ и η 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%
	5	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%

6	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%
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 ПО ДИСЦИПЛИНЕ		108	34	-	34	-	74	100%	100%	100%

3.2. Аудиторный практикум

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	№ п/п	СОДЕРЖАНИЕ	Выполнение (час)
			Ауд.
Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки	1, 2	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
Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел	3	Малые величины различных порядков. Сложение приближенных чисел. Умножение приближенных чисел. Практические рекомендации	2
Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория	4, 5	Основные задачи теории ошибок. Ошибки функции одной и двух независимых переменных. Ошибки	4

ошибок (погрешностей)		функции нескольких независимых переменных. Вторая задача теории ошибок. Определение наиболее выгодных условий измерения (третья задача)	
Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений	6, 7, 8, 9	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 , ρ и η . Ошибки среднего арифметического. 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. Обработка выборки экспериментальных данных	8
Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента	10	Графическое изображение результатов эксперимента. Функциональные шкалы и их применение	2
Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей	11, 12, 13, 14, 15	Линейный регрессионный анализ (графический метод определения коэффициентов регрессии, метод средних, метод наименьших квадратов, примеры). Адекватность линейной модели. Доверительные границы. Основы корреляционного анализа. Основы дисперсионного анализа	10
Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента	16, 17	Пассивный и активный эксперименты. Основные положения и определения. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Выбор модели. Полный факторный эксперимент	4
ВСЕГО:			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	СРС, часов
Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
	Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (1 задача, определение погрешностей вычислений с приближенными числами)	3
Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей)	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
	Выполнение домашнего задания ДЗ-1 (2 задача, определение погрешностей вычислений функции с приближенными значениями аргументов)	3
Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
	Выполнение домашнего задания ДЗ-2 (обработка выборки экспериментальных данных)	6
Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
	Выполнение домашнего задания ДЗ-3 (корреляционный анализ)	6
	Выполнение домашнего задания ДЗ-4 (дисперсионный анализ)	6
Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
	Выполнение домашнего задания ДЗ-5 (построение математической модели по результатам полного факторного двухуровневого эксперимента)	6
ВСЕГО:		74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7						ДЗ -1				П, ДЗ -2					ДЗ -3	ДЗ -4	ДЗ-5 Диф. зачет

Условные обозначения:

П – посещаемость;

ДЗ – домашнее задание.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем в следующих формах:

- письменные домашние задания;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – своевременное выполнение письменных домашних заданий;
- оценка посещаемости занятий.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине – дифференцированный зачет, который проходит в форме теста при условии выполнения пяти домашних заданий.

Фонды оценочных средств, включающие домашние задания, варианты индивидуальных заданий, контрольные вопросы к домашним заданиям, позволяющие оценить результаты образования по дисциплине, тестовые вопросы, примеры выполнения домашних заданий включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. **Нестеров, Николай Иванович.** Планирование и обработка результатов эксперимента [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Н. И. Нестеров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 141 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 132. - Прил.: с. 133-138. - ISBN 978-5-906920-25-6 (66 экз.).

2. **Нестеров, Николай Иванович.** Планирование и обработка результатов эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Н. И. Нестеров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02584.pdf. - Библиогр.: с. 132. - Прил.: с. 133-138. - ISBN 978-5-906920-25-6.

3. **Планирование и обработка результатов эксперимента** [Текст] : учебник для вузов / С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 507 с. : граф., схемы, табл. - Авт. указ. на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 506-507. - Аббревиатура: с. 9-10. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 480-505. - ISBN 978-5-94178-678-7 (7 экз.).

4. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебник / Бочкарев С. В., Васильева Т. В., Галиновский А. Л. [и др.] 1– Старый Оскол : ТНТ, 2020. – 508 с. - ISBN 978-5-

94178-678-7. Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/594> (дата обращения: 26.11.2020).

5.2. Дополнительная литература:

1. **Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении** [Текст] : учебное пособие для вузов / А. И. Барботько [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 499 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 473-477. - Прил.: с. 478-499. - ISBN 978-5-94178-402-8 (28 экз.).

2. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении : Учебное пособие / Барботько А. И., Кудинов В. А., Понкратов П. А., Барботько А. А. – 3-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2020. – 500 с. - ISBN 978-5-94178-402-8. Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/206> (дата обращения: 26.11.2020).

3. **Румшицкий, Лев Зимонович.** Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] : Справочное руководство / Л. З. Румшицкий; Ред. И. М. Овчинникова. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971. - 192 с. : граф., табл. - Дополнение : с. 161 - 169. - Приложение : с. 170 - 192. (3 экз.).

4. **Статистические методы обработки** экспериментальных данных и планирование экспериментов [Текст] : лабораторный практикум / А. С. Афанасьев [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 1993. - 38 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 33. - Приложение : с. 34 – 37 (42 экз.).

5.3. Интернет-ресурсы:

- <https://moodle.voenmeh.ru> – электронный образовательный ресурс по дисциплине «Планирование и обработка результатов эксперимента», автор Н.И.Нестеров;
- <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> . Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

- <https://urait.ru>. Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;

- <http://e.lanbook.com>. ЭБС Лань;

- www.tnt-ebook.ru

5.4. Программное обеспечение: MathCad, Exel.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- демонстрация мультимедийных материалов;
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет;

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ ноутбук).

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Планирование и обработка результатов эксперимента» является дисциплиной обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки студентов по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели (специализация «Патроны и гильзы»). Дисциплина реализуется на факультете «Оружие и системы вооружения» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций: ОПК-10 (Способен 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 (Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения); профессиональной компетенции ПСК-31 (Способен 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).

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).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: аудиторный практикум, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме домашних заданий и промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины по очной форме составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены практические (34 часа) занятия и 74 часа самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

(рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

информационные технологии – использование электронных образовательных ресурсов при выполнении домашних заданий (MathCad, Excel);

проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для выполнения и защиты домашних заданий;

контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением при изучении дисциплин учебного плана, в будущей инженерной и(или) научно-исследовательской деятельности;

обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения;

междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи;

опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

ВИДЫ И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Вид учебных занятий – практическое занятие и самостоятельная работа студентов.

На практическом занятии необходимо разобрать основные положения по тематике рассматриваемого раздела. В конце каждого занятия необходимо стимулировать студентов на опережающее изучение рекомендованной литературы по теме следующего занятия.

Дисциплина изучается параллельно с дисциплиной «Физические основы пластической деформации», в рамках которой выполняется лабораторная работа «Определение функциональной зависимости «интенсивность напряжений (σ_i) – интенсивность деформации (ϵ_i)» металлов и сплавов по результатам испытания цилиндрических образцов растяжением», имеющая прикладной и научно-исследовательский характер. Поэтому при изложении вопросов по 2 – 5 разделам дисциплины рекомендуется приводить примеры вычислений, определения ошибок вычислений, округлений, основанные на лабораторной работе. Необходимо неоднократно указывать, каким образом полученные студентами знания и умения должны быть применены при выполнении, обработке результатов вычислений с использованием измерений, полученных на конкретных приборах или с использованием конкретных измерительных устройств. Домашние задания № 1 и № 2 должны содержать варианты, связанные с тематикой лабораторной работы.

В этом же семестре изучаются дисциплины «Обработка металлов давлением», «Механика деформируемого твердого тела». Возможно рассмотрение примеров и выдача вариантов домашних заданий из предметной области этих дисциплин.

Рекомендуется приводить примеры расчетов, обработки результатов экспериментальных исследований, в т.ч. лабораторных работ, оценки влияния различных факторов на технологические параметры процессов обработки металлов давлением, использовать варианты

домашних заданий в соответствии с рабочими программами дисциплин, изучаемых в последующих семестрах: «Теория пластичности», «Теория обработки металлов давлением», «Технология листовой штамповки», «Технология холодной объемной штамповки», «Технологияковки и объемной штамповки». Таким образом у студента должно сформироваться мнение о необходимости изучения дисциплины и об обязательности применения полученных знаний и умений в дальнейшей деятельности.

Самостоятельная работа студентов должна носить опережающий характер, т.к. вид и объем аудиторных занятий не предполагает изучение теоретических основ рассматриваемых тем. Также для усвоения предлагаемого на занятии материала студенту в некоторых случаях необходимо вспомнить положения, формулы из ранее изученных дисциплин.

Оформление домашних заданий по дисциплине, отчетов по лабораторным работам, выполняемым на кафедре «Высокоэнергетические устройства автоматических систем», расчетно-пояснительных записок по курсовым проектам и работам, выпускной квалификационной работы бакалавра производится в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Рекомендуется при выдаче домашнего задания изложить студентам некоторые положения ГОСТ 7.32-2017, тексты домашних заданий оформить в соответствии с требованиями этого стандарта.

Полностью изучить текст ГОСТ 7.32-2017 студенты должны самостоятельно.

Практические занятия – 34 часа.

Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки.

Занятие № 1. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Введение. Характеристика дисциплины. Приближенные значения величин. Округление приближенных значений, правило дополнения. Запись приближенных значений чисел

Занятие № 2. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Знак ошибок приближенных значений. Классификация приближенных чисел. Верные цифры в приближенных значениях чисел.

Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел.

Занятие № 3. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Малые величины различных порядков. Сложение приближенных чисел. Умножение приближенных чисел. Практические рекомендации. Объяснение домашнего задания № 1 (задача № 1), выдача индивидуальных заданий.

Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей).

Занятие № 4. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Основные задачи теории ошибок. Ошибки функции одной и двух независимых переменных. Объяснение домашнего задания № 1 (задача № 2).

Занятие № 5. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Ошибки функции нескольких независимых переменных. Вторая задача теории ошибок. Определение наиболее выгодных условий измерения (третья задача)

Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений.

Занятие № 6. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. 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.

Занятие № 7. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Погрешности измерений – средняя арифметическая, вероятная и средняя. Геометрические значения σ , ρ и η . Ошибки среднего арифметического. Доверительный интервал и доверительная вероятность и их определение. Средние квадратичные ошибки функции измеренных величин.

Занятие № 8. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Принципы оценки пригодности результатов. Оценка однородности дисперсии. Сравнение результатов двух экспериментов.

Занятие № 9. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Обработка выборки экспериментальных данных. Объяснение домашнего задания № 2, выдача индивидуальных заданий.

Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента.

Занятие № 10. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Графическое изображение результатов эксперимента. Функциональные шкалы и их применение.

Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей.

Занятие № 11. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Линейный регрессионный анализ, графический метод определения коэффициентов регрессии, метод средних.

Занятие № 12. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Метод наименьших квадратов. Решение примеров.

Занятие № 13. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Адекватность линейной модели. Доверительные границы.

Занятие № 14. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций. Основы корреляционного анализа. Объяснение домашнего задания № 3, выдача индивидуальных заданий.

Занятие № 15. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций. Основы дисперсионного анализа. Объяснение домашнего задания № 4, выдача индивидуальных заданий.

Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента.

Занятие № 16. Информационное занятие с разбором конкретных ситуаций и решением примеров. Пассивный и активный эксперименты. Основные положения и определения. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Выбор модели. Полный факторный эксперимент. Объяснение домашнего задания № 5, выдача индивидуальных заданий.

Занятие № 17. Прием домашних заданий и проведение дифференцированного зачета.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 34 часа аудиторных занятий и 74 часа, 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 п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоем- кость, час.	Рекомендации
Раздел 1. Приближенные значения величин и их ошибки			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	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	8	Основная литература: № 1, 2 (глава 1); № 3, 4 (глава 2). Дополнительная литература: № 3 (стр. 161-169).
Раздел 2. Основные арифметические действия с приближенными значениями чисел			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	2.1. Малые величины различных порядков 2.2. Сложение приближенных чисел 2.3. Умножение приближенных чисел 2.4. Практические рекомендации	5	Основная литература: № 1, 2 (глава 2).
Выполнение домашнего задания № 1.1	Определение погрешностей арифметических действий с приближенными числами	3	Основная литература: № 1, 2 (глава 1, глава 2, п.9.1)
Итого по разделу		8	

Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей)			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	3.1. Основные задачи теории ошибок 3.2. Ошибки функции 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)	5	Основная литература: № 1, 2 (глава 3); Дополнительная литература: № 1, 2
Выполнение домашнего задания № 1.2	Определение погрешностей вычисления функций нескольких переменных	3	Основная литература: № 1, 2 (глава 3, п.9.1)
Итого по разделу		8	
Раздел 4. Вероятностная оценка случайных погрешностей измерений			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	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 , ρ и η 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	10	Основная литература: № 1, 2 (глава 4); № 3, 4 (глава 4, глава 7, глава 11). Дополнительная литература: № 1, 2; № 3 (глава 2).
Выполнение домашнего задания № 2	Определение характеристик выборки данных	6	Основная литература: № 1, 2 (п.9.2); № 3, 4 (глава 11). Дополнительная литература: № 4 (лабораторная работа № 1)
Итого по разделу		16	

Раздел 5. Графический анализ результатов эксперимента			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	5.1. Графическое изображение результатов эксперимента 5.2. Функциональные шкалы и их применение	6	Основная литература: № 1, 2 (глава 5); № 3, 4 (глава 6).
Раздел 6. Представление результатов эксперимента с помощью математических моделей			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	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	2	Основная литература: № 1, 2 (глава 7); № 3, 4 (глава 5). Дополнительная литература: № 1, 2; № 3 (главы 3, 4, 5); № 4 (лабораторная работа № 1)
Выполнение домашнего задания № 3	Корреляционный анализ	6	Основная литература: № 1, 2 (глава 7, п.9.3). Дополнительная литература: № 4 (лабораторная работа № 1)
Выполнение домашнего задания № 4	Дисперсионный анализ	6	Основная литература: № 1, 2 (глава 7, п.9.4).
Итого по разделу		14	
Раздел 7. Статистические методы планирования эксперимента			
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц	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	8	Основная литература: № 1, 2 (глава 8); № 3, 4 (глава 9). Дополнительная литература: № 1; №5 (лабораторная работа № 2).
Выполнение домашнего задания № 5	Построение математической модели по результатам полного факторного двухуровневого эксперимента	6	Основная литература: № 1, 2 (глава 8, п.9.5). Дополнительная литература: № 4 (лабораторная работа № 2)
Итого по разделу		14	
ИТОГО		74	

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	<p>По указанию преподавателя прочитать теоретический материал по предстоящей теме по рекомендованной преподавателем литературе. При необходимости расширить перечень используемой литературы как из перечня рекомендуемой рабочей программой дисциплины, так и найденной самостоятельно. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить, сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.</p> <p>Написание конспекта на практическом занятии: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.</p> <p>При решении примеров обязательно провести промежуточные выкладки, на запись которых на практическом занятии не хватает времени.</p>
Выполнение домашних заданий	<p>При выполнении домашних заданий внимательно проанализировать задание, перечень формул, которые необходимо использовать при выполнении, последовательность расчетов. Определить, знания каких дисциплин (разделов дисциплин), изученных ранее, потребуются при выполнении задания (например, частные производные, полный дифференциал функции). Если вариант задания основан на определенной предметной области обработки металлов давлением, изучить ее основы. При проведении расчетов обращать внимание на количество оставляемых знаков после запятой в соответствии с количеством знаков в исходных данных, с количеством знаков в табличных значениях статистических критериев.</p> <p>Отчет по домашнему заданию оформлять по требованиям ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.</p> <p>При подготовке к защите домашних заданий необходимо найти в рекомендованной литературе, в необходимых случаях, законспектировать ответы на все контрольные вопросы, прилагаемые к домашним заданиям.</p> <p>В случае непосещения более 50% практических занятий для получения зачета необходимо изучить пропущенные темы, неподкрепленные выполнением домашних заданий, законспектировать основные положения. Для получения оценки (дифференцированный зачет) необходимо ответить на вопросы преподавателя по этим темам.</p>
Подготовка к дифференцированному зачету	<p>При подготовке к дифференцированному зачету необходимо ориентироваться на конспекты, рекомендуемую литературу и тестовые вопросы.</p>

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ

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.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить знания студентов по данной дисциплине, включают в себя:

- домашние задания (ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5);
- комплект тестовых вопросов для письменного тестирования (Т);
- комплект тестовых вопросов для проведения дистанционного тестирования знаний студентов (ДТ).

Образцы выполненных домашних заданий хранятся на кафедре в УМК дисциплины.

Обучающиеся могут выбрать вариант прохождения тестирования: письменное или дистанционное. Допуском к итоговому тестированию является выполнение пяти домашних заданий.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-10	ОПК-16	ПСК-31	
4	7	1	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%	ДЗ1; Т или ДТ
		2	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%	ДЗ1; Т или ДТ

	3	Раздел 3. Погрешности приближенных значений функций и общая теория ошибок (погрешностей) 3.1. Основные задачи теории ошибок 3.2. Ошибки функции 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%	Д31; Т или ДТ
	4	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 \square 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%	Д32; Т или ДТ
	5	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%	Т или ДТ

6	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%	ДЗ3; ДЗ4; Т или ДТ
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%	ДЗ5; Т или ДТ
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ		108	34	-	34	-	74	100%	100%	100%	

Вопросы письменного тестирования

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?

Вопросы дистанционного тестирования

1. Сколько значащих цифр в числе?
2. Где правильно записано приближенное число с известным допускаемым 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 равноточных 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 $f(x)$?
15. По какой формуле определяют относительную ошибку функции $f(x)$?
16. По какой формуле определяют предельную относительную ошибку функции $f(x_1, x_2)$?
17. По какой формуле определяют предельную абсолютную ошибку функции $f(x_1, x_2)$?
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 парной 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 ($F_{\text{эксп}} < F_{\text{табл}}$), 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 ротатбельностью?
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?

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Домашние задания считаются выполненными, если задание выполнено в полном объеме, правильно, оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

Дифференцированный зачет.

Критерий оценивания на итоговом тестировании: правильность ответов на 90% вопросов и более – зачтено-отлично, от 70% до 90% - зачтено-хорошо, от 50% до 70% - зачтено-удовлетворительно, менее 50% - не зачтено.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: **«Планирование и обработка результатов эксперимента».**

2. Кафедра: Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем.

3. Перечень основной учебной литературы:

3.1. **Нестеров, Николай Иванович.** Планирование и обработка результатов эксперимента [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Н. И. Нестеров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 141 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 132. - Прил.: с. 133-138. - ISBN 978-5-906920-25-6 (66 экз.).

3.2. **Нестеров, Николай Иванович.** Планирование и обработка результатов эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Н. И. Нестеров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02584.pdf. - Библиогр.: с. 132. - Прил.: с. 133-138. - ISBN 978-5-906920-25-6.

3.3. **Планирование и обработка результатов эксперимента [Текст] :** учебник для вузов / С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 507 с. : граф., схемы, табл. - Авт. указ. на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 506-507. - Аббревиатура: с. 9-10. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 480-505. - ISBN 978-5-94178-678-7 (7 экз.).

3.4. Планирование и обработка результатов эксперимента : Учебник / Бочкарев С. В., Васильева Т. В., Галиновский А. Л. [и др.] 1– Старый Оскол : ТНТ, 2020. – 508 с. - ISBN 978-5-94178-678-7. Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/594> (дата обращения: 26.11.2020).

4. Перечень дополнительной литературы:

4.1. **Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении [Текст] :** учебное пособие для вузов / А. И. Барботько [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 499 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 473-477. - Прил.: с. 478-499. - ISBN 978-5-94178-402-8 (28 экз.).

4.2. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении : Учебное пособие / Барботько А. И., Кудинов В. А., Понкратов П. А., Барботько А. А. – 3-е

изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2020. – 500 с. - ISBN 978-5-94178-402-8. Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/206> (дата обращения: 26.11.2020).

4.2. **Румшиский, Лев Зимонович.** Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] : Справочное руководство / Л. З. Румшиский; Ред. И. М. Овчинникова. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971. - 192 с. : граф., табл. - Дополнение : с. 161 - 169. - Приложение : с. 170 - 192. (3 экз.).

4.3. **Статистические методы обработки** экспериментальных данных и планирование экспериментов [Текст] : лабораторный практикум / А. С. Афанасьев [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 1993. - 38 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 33. - Приложение : с. 34 – 37 (42 экз.).

Директор библиотеки



(Н.В.Сесина)

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ
НА 202___/202___ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика Е4 «___»_____202___г.

Заведующий кафедрой _____/_____/