

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:



Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий
Кочевский А.А.

9 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента»

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль: «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»

Луганск – 2023 г.

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента» по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «28» февраля 2018 года № 145.

СОСТАВИТЕЛЬ:

докт. техн. наук, профессор Сёмин Д. А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики  В.В.Малый

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «__» _____ 20__ г., протокол № _____.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

 Н.Н. Ветрова.

© Сёмин Д. А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – овладение методологией и приобретение практических навыков планирования экспериментальных исследований с последующей обработкой полученных данных.

Задачи: сформировать теоретические знания и практические навыки по планированию, организации, методике обработки данных и анализа результатов экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента» входит в обязательную часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания дифференциального и интегрального исчисления, векторной алгебры и теории поля, основных теорем и законов теории вероятностей;

умения применять законы теории для решения практических задач;

навыки постановки и решения задач разделов курса «математика».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Физика», теоретическим фундаментом лабораторного практикума по обязательным дисциплинам профессионального цикла направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» по профилю подготовки «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмوماتика» и выполнения квалификационной бакалаврской выпускной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3. Способен участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности, расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов	ПК-3.1. Знать методы анализа и обработки научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников.	Знать: методы анализа и обработки научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников, необходимый математический аппарат планирования эксперимента и статистические методы обработки его результатов.
	ПК-3.2. Уметь проводить испытания и эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать	Уметь: применять математический аппарат для решения задач планирования эксперимента и статистических

	результаты исследований; проводить технико-экономическое обоснование планируемых капиталовложений.	методов обработки его результатов.
	ПК-3.3. Владеть навыками составления отчетов по анализу результатов испытаний.	Владеть: навыками составления отчетов по анализу результатов испытаний

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	- (- зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	85	-
Лекции	51	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	-
Лабораторные работы	-	-
Расчетно-графическая работа	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	23	-
Итоговая аттестация	зачет	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Общие сведения об измерениях.

Классификация измерений. Погрешности измерений.

Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.

Тема 2. Некоторые сведения из теории вероятностей.

Случайная величина. Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность. Случайные погрешности. Сложение случайных погрешностей. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности.

Тема 3. . Применение теории вероятностей к обработке результатов эксперимента.

Параллельные измерения. Обнаружение грубых погрешностей. Учёт систематической и случайной погрешностей. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.

Тема 4. Погрешности косвенных измерений.

Тема 5. Планирование эксперимента.

Выбор факторов. Анализ априорной информации при выборе экспериментальной области факторного пространства. Построение планов полного факторного эксперимента. Свойства матриц планирования. Основные эффекты и эффекты взаимодействия. Дробный факторный эксперимент. Рандомизация условий эксперимента.

Тема 6. Регрессионный анализ.

Определения и терминология.

Метод наименьших квадратов.

Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели. Интерпретация модели. Графическое представление результатов измерений. Дополнительные сведения по построению ортогональных планов многофакторных экспериментов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	<i>Тема 1. Введение. Общие сведения об измерениях.</i> Классификация измерений. Погрешности измерений. Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.	8	-
2	<i>Тема 2. Некоторые сведения из теории вероятностей.</i> Случайная величина. Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность. Случайные погрешности. Сложение случайных погрешностей. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности	8	-
3	<i>Тема 3. Применение теории вероятностей к обработке результатов эксперимента.</i> Параллельные измерения. Обнаружение грубых погрешностей. Учёт систематической и случайной погрешностей. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.	8	-
4	<i>Тема 4. Погрешности косвенных измерений.</i>	8	-
5	<i>Тема 5. Планирование эксперимента.</i> Выбор факторов. Анализ априорной информации при выборе экспериментальной области факторного пространства. Построение планов полного	10	-

	факторного эксперимента. Свойства матриц планирования. Основные эффекты и эффекты взаимодействия. Дробный факторный эксперимент. Рандомизация условий эксперимента.		
6	<i>Тема 6. Регрессионный анализ.</i> Определения и терминология. Метод наименьших квадратов. Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели. Интерпретация модели. Графическое представление результатов измерений. Дополнительные сведения по построению ортогональных планов многофакторных экспериментов.	9	-
Итого:		51	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.	2	-
2	Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность.	6	-
3	Параллельные измерения. Обнаружение грубых погрешностей. Учёт систематической и случайной погрешностей. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.	6	-
4	Погрешности косвенных измерений.	4	-
5	Построение планов полного факторного эксперимента. Свойства матриц планирования. Основные эффекты и эффекты взаимодействия. Дробный факторный эксперимент. Рандомизация условий эксперимента.	8	-
6	Метод наименьших квадратов. Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели. Интерпретация модели.	6	-
7	Графическое представление результатов измерений	2	-
Итого:		34	-

4.5. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Работа с конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям и к зачету.	4	-
2	Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность.		8	-
3	Параллельные измерения. Обнаружение грубых погрешностей. Учёт систематической и случайной погрешностей. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.		10	-
4	Погрешности косвенных измерений.		2	-
5	Построение планов полного факторного эксперимента. Свойства матриц планирования. Основные эффекты и эффекты взаимодействия. Дробный факторный эксперимент. Рандомизация условий эксперимента.		6	-
6	Метод наименьших квадратов. Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели. Интерпретация модели.		6	-
7	Графическое представление результатов измерений		4	-
Итого:			23	-

4.7. Индивидуальные задания. Учебным планом выполнение индивидуального задания не предусмотрено.

5. Образовательные технологии.

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента» используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Форма организации обучения Методы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента
Работа в команде		+	
Игра	+	+	
Методы проблемного обучения	+		+
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа	+	+	+
Поисковый метод			+

6. Формы контроля освоения дисциплины

По данному курсу предусматриваются следующие формы контроля знаний:

- текущий контроль (самоконтроль);
- промежуточный контроль;
- итоговый контроль.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

Комбинированный контроль (устный или письменный) усвоения теоретического материала и содержания практических занятий.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучающихся по данной дисциплине, помещаются в УМКД.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25% на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в	

утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Введение в планирование экспериментов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.П. Адлер. - М. : МИСиС, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237705.html>

2. Планирование и техника эксперимента [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Кулагина Т. А. - Красноярск : СФУ, 2017. - <http://www.medcollegelib.ru/book/sfu002.html>

3. Методология и практика планирования эксперимента в России [Электронный ресурс] / Адлер Ю.П. - М. : МИСиС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239907.html>

4. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Электронный ресурс] / Кобзарь А.И. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113755.html>

б) дополнительная литература:

1. Демченко З.А., Методология научно-исследовательской деятельности (направление подготовки 15.03.02 и 15.04.02 "Технологические машины и оборудование") / Демченко З.А. - Архангельск : ИД САФУ, 2015. - 83 с. - ISBN 978-5-261-01059-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010593.html>

2. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий - М.: Наука, 1976. - 280 с.

3. Коваленко А.О. Планування та обробка результатів випробувань гідропневмосистем: Навчальний посібник / Коваленко А.О., Сьомін Д.О., Роговий А.С., Пілавов М.В. – Луганськ: Вид-во СЛУ ім. В. Даля, 2011. – 216 с.

в) методические указания

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента гидронеомосистем» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Семин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля. 2015 – 32 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобр-науки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются презентационная техника (проектор, экран, ноутбук), наборы слайдов (либо раздаточный материал в бумажном виде) или кинофильмов; демонстрационные приборы и лабораторные стенды кафедры «Гидрогазодинамика».

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird

Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-3. Способен участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности, расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов	Пороговый	Знать: методы анализа и обработки научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников, необходимый математический аппарат планирования эксперимента и статистические методы обработки его результатов.
		Базовый	Уметь: применять математический аппарат для решения задач планирования эксперимента и статистических методов обработки его результатов.
		Высокий	Владеть: навыками составления отчетов по анализу результатов испытаний
Основной			
Заключительный			

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-3	Способен участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности, расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов	Тема 1. Введение. Общие сведения об измерениях.	3
			Тема 2. Некоторые сведения из теории вероятностей.	3
			Тема 3. Применение теории вероятностей к обработке результатов эксперимента.	3
			Тема 4. Погрешности косвенных измерений.	3
			Тема 5. Планирование эксперимента.	3
			Тема 6. Регрессионный анализ.	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
2	ПК-3	<p>Знать: методы анализа и обработки научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников, необходимый математический аппарат планирования эксперимента и статистические методы обработки его результатов.</p> <p>Уметь: применять математический аппарат для решения задач планирования эксперимента и статистических методов обработки его результатов.</p> <p>Владеть: навыками составления отчетов по анализу результатов испытаний</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4. Тема 5. Тема 6.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, зачет

9. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Теория оптимального планирования и обработки результатов экспери-
мента»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Классификация измерений. Погрешности измерений.
2. Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.
3. Случайная величина. Законы распределения случайных величин.
4. Нормальный закон распределения и его свойства.
5. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность.
6. Случайные погрешности.
7. Сложение случайных погрешностей.
8. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности.
9. Параллельные измерения.
10. Обнаружение грубых погрешностей.
11. Учёт систематической и случайной погрешностей.
12. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.
13. Выбор факторов.
14. Анализ априорной информации при выборе экспериментальной области факторного пространства.
15. Построение планов полного факторного эксперимента.
16. Свойства матриц планирования.
17. Основные эффекты и эффекты взаимодействия.
18. Дробный факторный эксперимент.
19. Рандомизация условий эксперимента.
20. Определения и терминология.
21. Метод наименьших квадратов.
22. Обработка результатов эксперимента.
23. Проверка адекватности модели.
24. Интерпретация модели.
25. Графическое представление результатов измерений.
26. Дополнительные сведения по построению ортогональных планов многофакторных экспериментов.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала***

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)

зачтено	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
зачтено	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
Не зачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

№ п/п	Название темы
1,2	Погрешность округления, отсчитывания, точность вычислений.
3-4	Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Вероятность.
5-6	Параллельные измерения. Обнаружение грубых погрешностей. Учёт систематической и случайной погрешностей. Порядок операций при обработке экспериментальных данных прямых измерений.
7-8	Погрешности косвенных измерений.
9-11	Построение планов полного факторного эксперимента. Свойства матриц планирования. Основные эффекты и эффекты взаимодействия. Дробный факторный эксперимент. Рандомизация условий эксперимента.
12-16	Метод наименьших квадратов. Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели. Интерпретация модели.
17	Графическое представление результатов измерений

Тема и задание курсовой работы. Учебным планом не предусмотрено.

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Теория оптимального планирования и обработки результатов эксперимента» соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение..

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии

института транспорта и логистики _____ Е.И Иванова.