

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



(подпись)

Могильная Е.П.

18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение
Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Муховатый А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки «11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
обработки металлов давлением и сварки А.С.С. Стоянов А.А.

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

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института _____
«18» 04 _____ 2023 г., протокол № 3 .

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий и инженерной механики Мурин Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

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

Целью дисциплины: получение студентами знаний об организации и планировании научно-исследовательского эксперимента, а также применяемых общих методах расчета для построения интерполяционных моделей и оптимизации процессов.

Задачи:

Изучение дисциплины должно обеспечить знание:

- теории планирования эксперимента для статистической обработки результатов в профессиональной деятельности;
- общих численных методов решения задач обработки практических данных;
- изучение порядка построения интерполяционных моделей и оптимизации процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Организация и планирование эксперимента» относится к базовой части профессионального цикла. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; основные понятия и методы решения оптимизационных задач; основные направления развития современной науки и техники, умения выполнять расчеты с применением современных технических средств; использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, навыки систематизации информации.

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина, являются: «Высшая математика», «Материаловедение», «Технология и оборудование сварки плавлением», «Технология и оборудование сварка давлением» и «Теория процессов сварки».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства	ПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а также технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации. ПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и	Знать: основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; основные понятия и методы решения оптимизационных задач; общие методики разработки при планировании эксперимента; алгоритмов и методик проведения процессов вычислительных экспериментов при решении задач исследования технологических процессов.
		Уметь: выполнять расчеты с

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а также выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта. ПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции).	применением современных технических средств; использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе исследовательской деятельности. Владеть: навыками систематизации информации; умением оценивать результаты измерений; инструментарием для решения задач с использованием планирования эксперимента в своей области; навыками нахождения и использования справочных литературных данных.

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)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	56	16
в том числе:		
Лекции	14	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	42	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	18	18
Самостоятельная работа студента (всего)	88	128
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные сведения о теории вероятностей и математической статистик. Основные определения теории вероятностей и математической статистики. Функции распределения случайной величины. Моменты функции распределения. Нормальный закон распределения. Вариационный ряд и его характеристики. Законы распределения. Надежность оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения. Первичная обработка результатов эксперимента. Критерии значимости. Критерии согласия.

Тема 2. Корреляционный и регрессионный анализ

Основные понятия. Основные допущения регрессионного анализа. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Основные допущения корреляционного анализа. Определение выборочного коэффициента корреляции. Множественная корреляция.

Тема 3. Основы теории ошибок. Основные сведения о единицах физических величин. Виды измерений и погрешностей. Закон сложения случайных погрешностей. Погрешности косвенных измерений. Погрешности косвенных измерений Учет систематических и случайных погрешностей.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Основные сведения о теории вероятностей и математической статистик.	4	2
2	Тема 2. Корреляционный и регрессионный анализ	6	4
3	Тема 3. Основы теории ошибок	4	2
Итого:		14	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Дисперсионный анализ	6	2
2	Корреляционный анализ	6	2
3	Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке	4	
4	Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки	4	
5	Априорное ранжирование факторов	6	
6	Полный факторный эксперимент	8	4
7	Планирование эксперимента при отыскании экстремальной области	8	
Итого:		42	8

4.5. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Дисперсионный анализ	Подготовка к практическим занятиям	10	20
2	Корреляционный анализ		10	20
3	Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке		10	15
4	Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки		10	10
5	Априорное ранжирование факторов		10	10
6	Полный факторный эксперимент		10	20
7	Планирование эксперимента при отыскании экстремальной области		10	15
8	Получение статистической математической модели исследуемого технологического процесса	Выполнение индивидуального задания	18	18
Итого:			88	128

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и практическим занятиям;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа и технология развивающего обучения.

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

а) основная литература:

1. Юдин, Ю. В. Организация и математическое планирование эксперимента :

учебное пособие / Ю. В. Юдин, М. В. Майсурадзе, Ф. В. Водолазский. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 124 с.

2. Хуснутдинова Э.М., Коныхина И.А., Хафизов И.И. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Планирование эксперимента» по

направлению 27.03.02 «Управление качеством»: методические указания к контрольной работе / Э.М. Хуснутдинова, И.А. Конахина, И.И. Хафизов. - Казань: Казанский федеральный университет, 2019. – 35 с.

3. Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. Методы планирование эксперимента и обработки данных: учеб. пособие / Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 131 с.

4. Ревина И.В. Планирование эксперимента. Методические указания / И.В. Ревина – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 50 с.

б) дополнительная литература:

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 268 с.

2. Володарский Е.Т., Малиновский Б.Н., Туз Ю.М. Планирование и организация измерительного эксперимента. – Киев: Вища школа, 1987. – 280 с.

3. Горский В.Г., Адлер Ю.П., Талалай А.М. Планирование промышленных экспериментов. – М.: Металлургия, 1978. – 112 с.

4. Зажигаев Л.С., Кашьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. – М.: Атомиздат, 1978. – 232 с.

5. Моргунов А.П., Ревина И.В. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учеб. Пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 430 с.

в) электронные библиотечные системы и ресурсы:

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

2. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Моделирование физико-химических процессов дуговой сварки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

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

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	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	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/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Организация и планирование эксперимента»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства	ПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а также	Тема 1. Основные сведения о теории вероятностей и математической статистик.	1

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
			<p>технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации. ПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а также выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта. ПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны</p>	<p>Тема 2. Корреляционный и регрессионный анализ</p>	<p>1</p>
				<p>Тема 3. Основы теории ошибок</p>	<p>1</p>

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
			труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции).		

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства	ПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а также технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации. ПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на	Знать: основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; основные понятия и методы решения оптимизационных задач; общие методики разработки при планировании эксперимента; алгоритмов и методик проведения процессов вычислительных экспериментов при решении задач исследования технологических	Тема 1, Тема 2, Тема 3.	Индивидуальное задание

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		<p>соответствие нормативным документам и техническим условиям, а также выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта.</p> <p>ПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции).</p>	<p>процессов.</p> <p>Уметь: выполнять расчеты с применением современных технических средств; использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе исследовательской деятельности.</p> <p>Владеть: навыками систематизации информации; умением оценивать результаты измерений; инструментарием для решения задач с использованием планирования эксперимента в своей области; навыками нахождения и использования справочных литературных данных.</p>		

Фонды оценочных средств по дисциплине «Организация и планирование эксперимента»

Индивидуальное задание

Индивидуальное задание предназначено для закрепления знаний, полученных на лекционных, практических занятиях по данной дисциплине и ранее изученных дисциплин: теория сварочных процессов, технология и оборудование сварки плавлением, прикладная математика. При выполнении индивидуального задания студент приобретает базовые навыки по расчету и получению закономерностей, определяющих протекание рабочих процессов в машинах и аппаратах, изучить физические и физико-химических явлений, из которых состоят эти процессы,.

Тема индивидуального задания: «Получение статистической математической модели исследуемого процесса».

Контрольная работа составляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на выполнение;
- содержание;
- введение;
- разработка статистической модели;
- проверка значимости коэффициентов регрессии;
- проверка адекватности статистической модели;
- заключение;
- список использованной литературы.

После изучения литературы студент приступает к самостоятельной работе по выполнению расчета в следующей последовательности:

1. Определяются верхнее и нижнее (максимальное и минимальное) значение исследуемых факторов.
 2. Составляется матрица планирования полного факторного эксперимента в виде таблицы.
 3. Проводится проверка воспроизводимости результатов исследования.
 4. Составляется математическая модель в виде уравнения регрессии с учетом межфакторных взаимодействий.
 5. Определяются значения коэффициентов регрессии.
 6. Проверяется значимость коэффициентов регрессии.
 7. Проводится проверка адекватности полученной математической модели.
 8. Составляется расчетная зависимость с использованием истинных физических величин.
 9. Составляется заключение по результатам проведенной работы.
 10. Указывается список использованной литературы, в которой включаются лишь те источники, на которые есть ссылка в записке.
- В качестве исходных данных представлены диапазоны трех независимых факторов и для них были поставлены эксперименты по плану ПФЭ 2^3 . Для

данных факторов необходимо построить уравнение регрессии, учитывая взаимодействия факторов, проверить полученную модель на адекватность и произвести ее интерпретацию.

Варианты заданий

Вариант 1

Диапазоны факторов:

$$z_1: z_1^- = 4, \quad z_1^+ = 7;$$

$$z_2: z_2^- = 7, \quad z_2^+ = 9;$$

$$z_3: z_3^- = 7, \quad z_3^+ = 10.$$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	0,45	0,46	0,45
2	+	-	-	0,41	0,41	0,41
3	-	+	-	0,44	0,44	0,44
4	+	+	-	0,42	0,43	0,44
5	-	-	+	0,44	0,45	0,44
6	+	-	+	0,378	0,374	0,376
7	-	+	+	0,38	0,385	0,384
8	+	+	+	0,33	0,33	0,3

Вариант 2

Диапазоны факторов:

$$z_1: z_1^- = 4, \quad z_1^+ = 7;$$

$$z_2: z_2^- = 7, \quad z_2^+ = 9;$$

$$z_3: z_3^- = 7, \quad z_3^+ = 10.$$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	0,27	0,26	0,25
2	+	-	-	0,24	0,24	0,23
3	-	+	-	0,26	0,26	0,26
4	+	+	-	0,172	0,176	0,18
5	-	-	+	0,27	0,28	0,26
6	+	-	+	0,262	0,265	0,263
7	-	+	+	0,236	0,235	0,239
8	+	+	+	0,17	0,17	0,17

Вариант 3

Диапазоны факторов:

$$z_1: z_1^- = 3, z_1^+ = 6;$$

$$z_2: z_2^- = 2, z_2^+ = 4;$$

$$z_3: z_3^- = 5, z_3^+ = 7.$$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	1,23	1,24	1,25
2	+	-	-	0,803	0,802	0,805
3	-	+	-	0,98	0,99	0,97
4	+	+	-	0,474	0,476	0,475
5	-	-	+	0,27	0,28	0,26
6	+	-	+	0,926	0,926	0,918
7	-	+	+	0,49	0,49	0,49
8	+	+	+	0,694	0,692	0,696

Вариант 4

Диапазоны факторов:

$$z_1: z_1^- = 12, z_1^+ = 20;$$

$$z_2: z_2^- = 3 \cdot 10^4, z_2^+ = 5 \cdot 10^4;$$

$$z_3: z_3^- = 140, z_3^+ = 160.$$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	1,2	1,15	1,25
2	+	+	-	1,25	1,3	1,35
3	+	-	+	1,15	1,05	1,1
4	+	-	-	1,18	1,2	1,22
5	-	+	+	0,87	0,93	0,9
6	-	+	-	1,4	1,35	1,45
7	-	-	+	0,9	0,95	0,85
8	-	-	-	1,3	1,28	1,32

Вариант 5

Диапазоны факторов:

$$z_1: z_1^- = 12, \quad z_1^+ = 20;$$

$$z_2: z_2^- = 3 \cdot 10^4, \quad z_2^+ = 5 \cdot 10^4;$$

$$z_3: z_3^- = 140, \quad z_3^+ = 160.$$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	4	3,9	4,1
2	+	+	-	4,6	4,4	4,5
3	+	-	+	3,5	3,6	3,4
4	+	-	-	3,3	3,7	3,5
5	-	+	+	3,1	3	2,9
6	-	+	-	4,7	4,5	4,3
7	-	-	+	3,2	3	2,8
8	-	-	-	3,8	4,2	4

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
Индивидуальное задание

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.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

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)