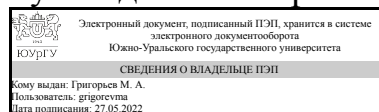


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



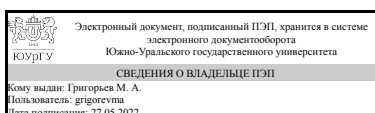
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.03 Теория эксперимента
для направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод и мехатроника

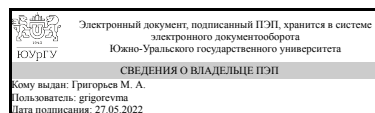
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой



М. А. Григорьев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: освоить на практике основные методы обработки экспериментальных данных, подготовки и планирования экспериментов
Задачи: 1. Изучить методы первичной статистической обработки результатов эксперимента. 2. Изучить одно- и двухфакторный дисперсионный анализ 3. Изучить корреляционный анализ на основе парной корреляции 4. Изучить методы планирования полного и дробного факторного эксперимента

Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины разбито на 4 раздела. Раздел 1 посвящен статистической обработке результатов эксперимента, рассмотрены различные виды погрешностей измерений (систематические, случайные, промахи, погрешности косвенных измерений, погрешности неравноточных измерений). Рассмотрено применение критерия Стьюдента для определения границ доверительного интервала случайной величины. Рассмотрена методика отсеивания грубых ошибок измерения (промахов). Данные раздела используются в последующих разделах курса. Раздел 2 посвящен одно- и двухфакторному дисперсионному анализу. Рассмотрено применение критерия Фишера для сравнения дисперсий случайных величин. В разделе 3 рассмотрен канонический корреляционный анализ на примере парной корреляции. Введены понятия коэффициента корреляции и индекса корреляции, оценка значимости коэффициента и индекса корреляции, построение их доверительных интервалов. Раздел 4 разделен на два подраздела. В первом подразделе рассмотрено планирование полного факторного эксперимента и обработка результатов таких экспериментов. Рассмотрено применение критерия Кохрена для оценки воспроизводимости опытов. Методика расчета и оценки статистической значимости коэффициентов регрессионных соотношений. Методика оценки адекватности построенной регрессионной зависимости с использованием критерия Фишера. Во втором подразделе рассмотрено планирование дробного факторного эксперимента. Введено понятие контрастов и смешанности для коэффициентов уравнения регрессии. В течение семестра студенты выполняют практические работы по соответствующим разделам дисциплины. В рамках самостоятельной работы готовят ответы на теоретические вопросы и оформляют отчеты по практическим работам. Вид промежуточной аттестации - зачет.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: методику проведения полного и дробного факторных экспериментов, методы анализа проблемных ситуаций. Умеет: составлять план промышленного эксперимента в условиях действующего производства и вырабатывать стратегию действий. Имеет практический опыт: организации технологического эксперимента в условиях

	лаборатории и цеха.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<p>Знает: Методы решения экстремальных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования при поиске оптимальных режимов работы мехатронной или робототехнической системы.</p> <p>Умеет: Рассчитывать по результатам эксперимента линейные и нелинейные регрессионные модели, проверять их адекватность и принимать обоснованные решения о выборе модели.</p> <p>Имеет практический опыт: Применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования, оценки и обеспечения надежности результатов эксперимента в профессиональной деятельности.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75
Ответы на контрольные вопросы по разделам	32	32
Подготовка к зачету	9,75	9.75
Подготовка отчетов по практическим занятиям	28	28

Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Статистическая обработка результатов измерений	4	0	4	0
2	Дисперсионный анализ	4	0	4	0
3	Канонический корреляционный анализ	8	0	8	0
4	Планирование эксперимента	16	0	16	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Статистическая обработка результатов измерений. Разбор примеров решения. Решение задач 1,2,3,4,5	4
3,4	2	Дисперсионный анализ. Разбор примера решения. Решение задачи 6.	4
5,6	3	Канонический корреляционный анализ. Решение контрольных задач. Разбор примера выполнения парного корреляционного анализа.	4
7,8	3	Канонический корреляционный анализ. Решение задачи 7	4
9,10	4	Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Разбор примера решения. Решение задачи 8. Подготовка матрицы планирования эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Оценка воспроизводимости опытов.	4
11,12	4	Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Решение задачи 8. Построение математической модели. Оценка адекватности математической модели	4
13, 14	4	Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Решение задачи 9. Подготовка матрицы планирования эксперимента. Постановка эксперимента с использованием компьютерной симуляции "черного ящика". Обработка результатов эксперимента. Оценка воспроизводимости опытов. Построение математической модели. Оценка адекватности математической модели	4
15, 16	4	Планирование эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Разбор примера решения. Решение задачи 10. Оценка смешанности коэффициентов. Подготовка матрицы планирования эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Оценка воспроизводимости опытов. Построение математической модели. Оценка адекватности математической модели.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Ответы на контрольные вопросы по разделам	ПУМД: Методические указания для СРС: [1] С. 5-16, 32-41, 46-49, 59-73, 81-85; ЭУМД: Осн. лит: [1] С. 3-50, [2] С. 3-100, [3] С. 5-140, [4] С. 5-150, 250-300, [5] С. 5-360, [6] С. 3-80, [7] С. 5-70; ПО: [1], [2]; Информационные справочные системы: [1], [2], [3].	1	32
Подготовка к зачету	ЭУМД: Осн. лит: [1] С. 3-50, [2] С. 3-100, [3] С. 5-140, [4] С. 5-150, 250-300, [5] С. 5-360, [6] С. 3-80, [7] С. 5-70; ПУМД: Методические указания для СРС: [1] С. 5-89; ПО: [1], [2]; Информационные справочные системы: [1], [2], [3].	1	9,75
Подготовка отчетов по практическим занятиям	ЭУМД: Осн. лит: [1] С. 3-50, [2] С. 3-100, [3] С. 5-140, [4] С. 5-150, 250-300, [5] С. 5-360, [6] С. 3-80, [7] С. 5-70; ПУМД: Методические указания для СРС: [1] С. 16-30, 42-45, 50-58, 74-80, 86-89; ПО: [1], [2]; Информационные справочные системы: [1], [2], [3].	1	28

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Ответы на контрольные вопросы к разделу 1	0,1	20	<p>Ответы на вопросы представляются в письменной форме. Количество вопросов по разделу 1 - 10.</p> <p>Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правильный ответ на вопрос – 2 балла; - Частично правильный ответ на вопрос - 1 балл; - Неправильный ответ на вопрос или нет ответа – 0 баллов. <p>Максимальное количество баллов - 20.</p>	зачет
2	1	Текущий контроль	Ответы на контрольные	0,1	10	<p>Ответы на вопросы представляются в письменной форме. Количество вопросов</p>	зачет

			вопросы к разделу 2			по разделу 2 - 5. Критерии оценивания ответа на вопрос: - Правильный ответ на вопрос – 2 балла; - Частично правильный ответ на вопрос - 1 балл; - Неправильный ответ на вопрос или нет ответа – 0 баллов. Максимальное количество баллов - 10.	
3	1	Текущий контроль	Ответы на контрольные вопросы к разделу 3	0,1	12	Ответы на вопросы представляются в письменной форме. Количество вопросов по разделу 1 - 6. Критерии оценивания ответа на вопрос: - Правильный ответ на вопрос – 2 балла; - Частично правильный ответ на вопрос - 1 балл; - Неправильный ответ на вопрос или нет ответа – 0 баллов. Максимальное количество баллов - 12.	зачет
4	1	Текущий контроль	Ответы на контрольные вопросы к разделу 4	0,1	30	Ответы на вопросы представляются в письменной форме. Количество вопросов по разделу 1 - 15. Критерии оценивания ответа на вопрос: - Правильный ответ на вопрос – 2 балла; - Частично правильный ответ на вопрос - 1 балл; - Неправильный ответ на вопрос или нет ответа – 0 баллов. Максимальное количество баллов - 30.	зачет
5	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 1,2	0,1	10	Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме. Отчет должен содержать решения 5 задач в соответствии с вариантом студента. Решение каждой задачи оценивается по следующим критериям: - Задача решена правильно – 2 балла; - Задача решена не полностью, получен частично правильный ответ - 1 балл; - Задача решена полностью неправильно или решение не представлено – 0 баллов. Максимальное количество баллов - 10.	зачет
6	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 3,4	0,1	10	Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме. Отчет должен содержать реализацию двухфакторного дисперсионного анализа в соответствии с заданием. Критерии оценивания: - Задание выполнено полностью и правильно – 10 баллов; - Ручной расчет выполнен полностью и правильно, отсутствует дисперсионный анализ выполненный встроенными средствами MS Excel - 8 баллов;	зачет

						<ul style="list-style-type: none"> - В результатах ручного расчета имеются ошибки и отсутствует дисперсионный анализ выполненный встроенными средствами MS Excel - 3-7 баллов; - Ручной расчет отсутствует, выполнен дисперсионный анализ выполненный встроенными средствами MS Excel - 2 балла; - В качестве ответа на задание представлены исходные данные подготовленные к обработке - 1 балл; - Задание не выполнено или не представлено – 0 баллов. <p>Максимальное количество баллов - 10.</p>	
7	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 7,8	0,1	10	<p>Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме. Отчет должен содержать реализацию парной корреляции в соответствии с заданием.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задание выполнено полностью и правильно – 10 баллов; - Задание выполнено полностью, но в результатах расчета имеются ошибки 6-9 баллов; - Не рассчитаны один или несколько параметров - 2-5 баллов; - В качестве ответа на задание представлены исходные данные подготовленные к обработке - 1 балл; - Задание не выполнено или не представлено – 0 баллов. <p>Максимальное количество баллов - 10.</p>	зачет
8	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 9-12	0,1	10	<p>Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задание выполнено полностью и правильно – 10 баллов; - Задание выполнено полностью (рассчитаны все необходимые параметры), но в результатах расчета имеются ошибки 6-9 баллов; - Не рассчитаны один или несколько параметров - 2-5 баллов; - В качестве ответа на задание представлены исходные данные подготовленные к обработке - 1 балл; - Задание не выполнено или не представлено – 0 баллов. 	зачет
9	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 13-14	0,1	10	<p>Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задание выполнено полностью и правильно определены коэффициенты 	зачет

						<p>регрессионной модели – 10 баллов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задание выполнено полностью (рассчитаны все необходимые параметры), но результатах расчета имеются ошибки - 6-9 баллов; - Не рассчитаны один или несколько параметров, не определены коэффициенты регрессионной модели, не проведена оценка адекватности - 2-5 баллов; - В качестве ответа на задание представлена матрица планирования с заполненными столбцами отклика - 1 балл; - Задание не выполнено или не представлено – 0 баллов. 	
10	1	Текущий контроль	Отчет по практическим занятиям 15, 16	0,1	10	<p>Отчет по практическому занятию представляются в письменной форме. Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задание выполнено полностью и правильно – 10 баллов; - Задание выполнено полностью (рассчитаны все необходимые параметры), но результатах расчета имеются ошибки 6-9 баллов; - Не рассчитаны один или несколько параметров - 2-5 баллов; - В качестве ответа на задание представлены исходные данные подготовленные к обработке - 1 балл; - Задание не выполнено или не представлено – 0 баллов. 	зачет
11	1	Промежуточная аттестация	Зачет	-	6	<p>Зачет проводится в устной форме. Студенту выдается билет, включающий 3 вопроса, позволяющих оценить знания студентов по всем разделам курса. На ответы отводится 30 минут.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правильный ответ на вопрос – 2 балла; - Частично правильный ответ на вопрос - 1 балл; - Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов; <p>Максимальное количество баллов - 6. Шкала перевода рейтинга в оценку: « Зачтено» - Rd = 60...100 %; « Не зачтено» - Rd = 0...59 %.</p>	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускаются студенты ответившие на все контрольные вопросы и сдавшие все отчеты по практическим занятиям. Оценка за зачет рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине Rd на основе рейтинга по	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>текущему контролю $R_{тек}$ формуле: $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,1 KM_1 + 0,1 KM_2 + 0,1 KM_3 + 0,1 KM_4 + 0,1 KM_5 + 0,1 KM_6 + 0,1 KM_7 + 0,1 KM_8 + 0,1 KM_9 + 0,1 KM_{10}$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе улучшить свой результат при сдаче промежуточной аттестации. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Зачтено» - $R_d = 60 \dots 100 \%$; «Не зачтено» - $R_d = 0 \dots 59 \%$.</p>	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
УК-1	Знает: методику проведения полного и дробного факторных экспериментов, методы анализа проблемных ситуаций.				+					+		+	+
УК-1	Умеет: составлять план промышленного эксперимента в условиях действующего производства и вырабатывать стратегию действий.				+					+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: организации технологического эксперимента в условиях лаборатории и цеха.									+	+	+	+
ОПК-1	Знает: Методы решения экстремальных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования при поиске оптимальных режимов работы мехатронной или робототехнической системы.	+	+	+	+								+
ОПК-1	Умеет: Рассчитывать по результатам эксперимента линейные и нелинейные регрессионные модели, проверять их адекватность и принимать обоснованные решения о выборе модели.	+	+	+	+	+	+						+
ОПК-1	Имеет практический опыт: Применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования, оценки и обеспечения надежности результатов эксперимента в профессиональной деятельности.							+	+	+			+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Радионова, Л.В. Теория эксперимента: методические указания к освоению дисциплины / Л.В. Радионова, И.Н. Ермаков, В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. - 89 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Радионова, Л.В. Теория эксперимента: методические указания к освоению дисциплины / Л.В. Радионова, И.Н. Ермаков, В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. - 89 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Панова, Е. А. Введение в теорию эксперимента : учебное пособие / Е. А. Панова. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-9967-1922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162480 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сидняев, Н. И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента : методические указания / Н. И. Сидняев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-7038-4707-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/103275 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романов, А. И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / А. И. Романов, Т. А. Семенова, Н. С. Воронова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-2225-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119506 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Боровков, А. А. Математическая статистика : учебник для вузов / А. А. Боровков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-7677-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/164711 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Трухан, А. А. Теория вероятностей в инженерных приложениях : учебное пособие / А. А. Трухан, Г. С. Кудряшев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1664-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168752 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Руденко, Б. Д. Корреляционно-регрессионный анализ в Excel и Mathcad: лабораторный практикум : учебное пособие / Б. Д. Руденко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/165902 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шапкарина, Г. Г. Корреляционный анализ в системах управления : учебное пособие / Г. Г. Шапкарина. — Москва : МИСИС, 2020. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156019 (дата обращения: 24.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	338 (Л.к.)	Компьютеризированные рабочие места студентов, компьютер преподавателя, широкоформатный телевизор