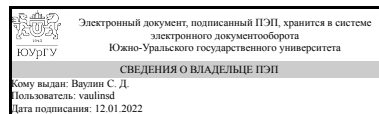


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



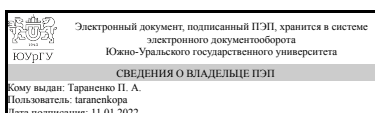
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.19 Основы планирования эксперимента
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

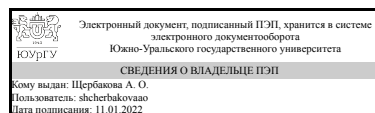
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. О. Щербакова

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основных положений математической теории планирования эксперимента, выработка практических навыков в организации активного эксперимента для их использование в профессиональной деятельности

Краткое содержание дисциплины

Внедрение в практику эксперимента современных экспериментально-статистических методов позволяет существенно повысить эффективность исследований, получить при минимуме затрат средств и времени математическую модель сложного многофакторного процесса, решить задачу оптимизации. В рамках дисциплины: 1) приводятся основные понятия и определения теории планирования эксперимента; 2) излагаются этапы факторных экспериментов (априорный анализ, планирование и проведение эксперимента, статистическая обработка результатов эксперимента, апостериорный анализ) и принимаемые на них решения; 3) рассматриваются методы планирования факторных экспериментов для построения полиномиальных математических моделей объектов и процессов

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.
	Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента.
	Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента; способностью применять физико-математический аппарат и методы математического компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.
	Уметь: применять результаты и методы

	<p>планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента.</p>
<p>ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат</p>	<p>Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента; способностью применять физико-математический аппарат и методы математического компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.</p> <p>Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.</p> <p>Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента; решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.</p> <p>Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента.</p>
<p>ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию</p>	<p>Знать: особенности работы с информационными ресурсами.</p> <p>Уметь: пользоваться информационными ресурсами, грамотно распределять время на решение поставленных задач.</p> <p>Владеть: основами самоорганизации и самообразования.</p>
<p>ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</p>	<p>Знать: основные проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию, применяемую в данной дисциплине; междисциплинарный характер планирования и организации эксперимента.</p> <p>Уметь: применять результаты и методы планирования для решения практических проблем в области научных исследований; выбирать оптимальный план эксперимента; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента; решать научно-технические</p>

	задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.
	Владеть: методами планирования эксперимента по поиску функции отклика; математическим аппаратом для статистической обработки результатов эксперимента.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.13 Экспериментальная механика, Б.1.05.01 Математический анализ	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
В.1.13 Экспериментальная механика	Знание особенностей и современных методов выполнения экспериментов в области прикладной механики, а также получения и обработки их результатов
Б.1.05.01 Математический анализ	Знание основ дифференциального исчисления; умение решать дифференциальные уравнения, находить экстремумы функций нескольких переменных

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	36	36
Выполнение заданий №№1-4	12	12
Решение тестовых заданий №№1-4	8	8
Подготовка к зачету	16	16
Вид итогового 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	Тема №1. Основные положения ТПЭ	8	6	2	0
2	Тема 2. Априорный анализ и планы факторных экспериментов для построения линейных моделей	10	0	10	0
3	Тема 3. Проведение эксперимента и статистическая обработка результатов эксперимента	6	0	6	0
4	Тема 4. Центральное композиционное планирование и апостериорный анализ	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Факторный эксперимент. Активный и пассивный эксперимент	2
2	1	Объект исследования. Отклик. Факторы. Математическая модель	2
3	1	Определение параметров математической модели МНК. План эксперимента. Кодирование факторов. Критерии оптимальности	2
4	4	Центральное композиционное планирование для построения квадратичных моделей. Построение ОЦКП второго порядка	2
5	4	РЦКП. Планы Бокса и Хартли	2
6	4	Апостериорный анализ. Поиск оптимальных условий. Метод Гаусса. Метод кругого восхождения. Симплексный метод	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Построение регрессионной модели по результатам пассивного и активного эксперимента	2
2	2	Выбор отклика и факторов. Отсевание факторов и выбор уровней. Выбор математической модели	2
3	2	Построение планов ПФЭ	2
4	2	Проведение эксперимента. Рандомизация. Расчет математических ожиданий откликов и дисперсий воспроизводимости в точках плана. Вычисление оценок параметров модели	2
5	2	Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава"	2
6	2	Построение планов ДФЭ. Обработка результатов ДФЭ 2^{4-1} "Накопление усталостных повреждений"	2
7	3	Статистические методы обработки данных. Основные гипотезы регрессионного анализа. Вычисление грубых ошибок. Проверка однородности дисперсий воспроизводимости. Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава" (часть 2)	2
8	3	Проверка значимости параметров модели. Проверка адекватности модели. Анализ остатков. Доверительные интервалы. Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава" (часть 3)	2
9	3	Обработка результатов эксперимента "Трансмиссия (насыщенный план)"	2

10	4	Пример ОЦКП "Растяжение композитного кольца"	2
11	4	Пример РЦКП «Коэффициент Пуассона КМ»	2
12	4	Подготовка к зачету	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная литература [1], дополнительная литература [1-3], учебно-методические материалы в электронном виде [1-4], конспект лекций	16
Решение тестовых заданий №№1-4	Основная литература [1], дополнительная литература [1-3], учебно-методические материалы в электронном виде [1-4], конспект лекций	8
Выполнение заданий №№1-4	Основная литература [1], дополнительная литература [1-3], учебно-методические материалы в электронном виде [1-4], конспект лекций	12

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные лекции	Лекции	Проведение лекций в форме вопрос-ответ стимулирует мыслительные процессы у студентов, а также облегчает понимание и запоминание материала	12

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Задания для самостоятельной работы студентов основаны на реальных научных и хозяйственных работах, выполняемых нашей и другими кафедрами университета.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Проверка выполнения заданий 1-4	Задания 1-4 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Проверка выполнения заданий 1-4	Задания 1-4 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Проверка выполнения заданий 1-4	Задания 1-4 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Проверка выполнения заданий 1-4	Задания 1-4 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Проверка выполнения заданий 1-4	Задания 1-4 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Тесты 1-4	Вопросы для тестового контроля в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Тесты 1-4	Вопросы для тестового контроля в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Тесты 1-4	Вопросы для тестового контроля в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Тесты 1-4	Вопросы для тестового контроля в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и	Тесты 1-4	Вопросы для тестового контроля в электронном

	технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		ЮУрГУ
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Промежуточная аттестация (зачет)	Вопросы 1-86 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Промежуточная аттестация (зачет)	Вопросы 1-86 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ОПК-5 умением обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	Промежуточная аттестация (зачет)	Вопросы 1-86 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Промежуточная аттестация (зачет)	Вопросы 1-86 в электронном ЮУрГУ
Все разделы	ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Промежуточная аттестация (зачет)	Вопросы 1-86 в электронном ЮУрГУ

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Проверка выполнения заданий 1-4	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Пороговый балл – 3; максимальный – 5; весовой коэффициент – 1. Критерии оценивания: 1) качество решения задач; 2) качество оформления задач; 3) срок сдачи задач	Отлично: задание выполнено в отведенный срок, оформлено качественно и решено верно Хорошо: имеются незначительные недочеты в решении некоторых элементов, в целом задание выполнено качественно Удовлетворительно: верно решена большая часть, задание оформлено качественно и сдано в срок Неудовлетворительно: решены некоторые элементы задания (менее 60%), в решении имеются грубые ошибки, оформление неаккуратное
Тесты 1-4	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система	Отлично: число верных ответов более или равно 85%

	оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Пороговый балл – 3; максимальный – 5; весовой коэффициент – 1. Критерий оценивания – процент верных ответов	Хорошо: число верных ответов находится в диапазоне от 75% от 84% Удовлетворительно: число верных ответов находится в диапазоне от 60% до 74% Неудовлетворительно: число верных ответов менее 60%
Промежуточная аттестация (зачет)	Компьютерное тестирование, включающее 10 тестовых вопросов по темам пройденного материала. Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Проходной балл равен 24, максимальный – 40. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	Зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, превышает 60 Не зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, составляет менее 60

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Проверка выполнения заданий 1-4	Какой эксперимент называют активным (пассивным)? Какова цель факторного эксперимента? Назовите требования, предъявляемые к факторам? Что такое математическая модель объекта? Каковы требования к математической модели объекта?
Тесты 1-4	Какой эксперимент называют активным (пассивным)? Какова цель факторного эксперимента? Назовите требования, предъявляемые к факторам? Что такое математическая модель объекта? Каковы требования к математической модели объекта?
Промежуточная аттестация (зачет)	Какой эксперимент называют активным (пассивным)? Какова цель факторного эксперимента? Назовите требования, предъявляемые к факторам? Что такое математическая модель объекта? Каковы требования к математической модели объекта?

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил.
2. Выдрин, В. Н. Математическое планирование эксперимента в прокатке [Текст] учеб. пособие В. Н. Выдрин, Ф. С. Дубинский, А. Е. Дыхнов ; Челябин. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1987. - 45 с. ил.

3. Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ердаков, И. Н. Организация и методическое планирование эксперимента Текст учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" И. Н. Ердаков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 87, [1] с. ил.

2. Гусев А.С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций: Учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная механика" специальности "Динамика и прочность машин"/ под ред. В.А. Светлицкого / М.: МГТУ им. Баумана, 2009. -222с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ердаков, И. Н. Организация и методическое планирование эксперимента Текст учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" И. Н. Ердаков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 87, [1] с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/65949 — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2011. — 76 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/44958 — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гусев, А. С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций : учебное пособие / А. С. Гусев. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2009. — 224 с. — ISBN 978-5-7038-3160-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106344 (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. — Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142636 (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Corel-CorelDRAW Graphics Suite X(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. 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	334 (2)	Компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Лекции	604 (16)	Компьютер, проектор, экран