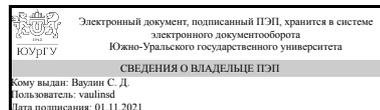


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.43 Планирование эксперимента и методы обработки результатов для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

уровень специалист **тип программы** Специалитет

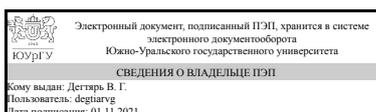
специализация Ракетные транспортные системы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Летательные аппараты

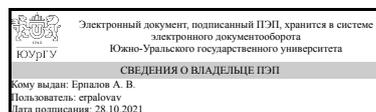
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент (кн)



А. В. Ерпалов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: дать основные сведения о методах планирования экспериментальных исследований (испытаний) машин и механизмов, а также выработать навыки обработки экспериментально полученных данных, заложить базу для дальнейшего самостоятельного изучения этой проблемы. Задачи дисциплины: 1. Выработка навыков по определению точности проводимых экспериментальных исследований 2. Умение первичной обработки экспериментальных данных 3. Проведение анализа результатов экспериментов 4. Планирование эксперимента

Краткое содержание дисциплины

В результате изучения дисциплины обучающиеся приобретают теоретические и практические знания в области планирования эксперимента (выбор факторов влияния, проведение полного факторного эксперимента), а так же знания в области первичной обработки данных экспериментов (основы графического и аналитического представления результатов, оценка погрешностей измерений) и их анализ (дисперсионный, корреляционный).

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-24 способностью планировать проведение эксперимента, разрабатывать техническое задание и программу проведения экспериментальных работ	Знать: методы проведения экспериментальных исследований.
	Уметь: выбирать режимы проведения испытаний.
	Владеть: методами обработки результатов экспериментов.
ПК-28 способностью сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации	Знать: методики обработки результатов эксперимента.
	Уметь: обрабатывать результаты эксперимента.
	Владеть:

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники, В.1.07 Теория вероятностей и математическая статистика	Б.1.47 Проектно-конструкторская подготовка производства ЛА

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

Дисциплина	Требования
В.1.07 Теория вероятностей и математическая	Уметь: проводить статистическую обработку

статистика	данных. Владеть: методами анализа данных на законы распределения
Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники	Знать: методы математического моделирования систем. Уметь: использовать методы математического моделирования систем на практике.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к практическим занятиям	20	20	
Подготовка к зачету	20	20	
Проработка лекционного материала	20	20	
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	Общие сведения о видах и погрешностях измерений. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики	2	2	0	0
2	Методы оценки случайных погрешностей равнооточных измерений различного вида	18	2	16	0
3	Обработка экспериментальных зависимостей	10	2	8	0
4	Основные методы анализа экспериментальных результатов	6	0	6	0
5	Основы планирования эксперимента	12	2	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Эксперимент. Виды и погрешности измерений. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики	2
2	2	Методы оценки случайных погрешностей равнооточных измерений различного вида	2
3	3	Обработка экспериментальных зависимостей. Получение аналитических	2

		зависимостей	
5	5	Общие положения теории планирования эксперимента	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Случайные погрешности прямых многократных измерений. Нормальное распределение случайной величины. Истинное значение и погрешность измеряемой физической величины. Распределение Стьюдента. Случайная погрешность многократных измерений (выводы)	6
2	2	Погрешность однократных измерений. Равномерное распределение случайных величин	4
3	2	Совместный учет случайной ошибки многократных и однократных измерений. Погрешность прямых равноточных измерений (выводы)	2
4	2	Ошибки косвенных измерений	4
4	3	Аналитические методы получения параметров функциональной зависимости. Способ средней. Метод наименьших квадратов	4
5	3	Графический метод получения параметров аналитической зависимости. Линеаризация функциональных зависимостей.	4
6	4	Дисперсионный анализ	2
7	4	Корреляционный анализ	2
8	4	Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке	2
9	5	Априорное ранжирование факторов	2
10	5	Выбор факторов, уровней их ранжирования и нулевой точки	2
11	5	Полный факторный эксперимент	4
12	5	Планирование эксперимента при отыскании экстремальной области	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 и дополнительная литература	20
Проработка лекционного материала	Основная и дополнительная литература	20
Подготовка к практическим занятиям	Основная и дополнительная литература	20

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Использование проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода к изучению наук	Практические занятия и семинары	Широкое применение данных и разработок по темам дисциплины	10

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

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
Общие сведения о видах и погрешностях измерений. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики	ПК-24 способностью планировать проведение эксперимента, разрабатывать техническое задание и программу проведения экспериментальных работ	Письменный опрос	Список контрольных вопросов-1
Методы оценки случайных погрешностей равноточных измерений различного вида	ПК-28 способностью сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации	Письменный опрос	Список контрольных вопросов-2
Обработка экспериментальных зависимостей	ПК-28 способностью сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации	Письменный опрос	Список контрольных вопросов-3
Основные методы анализа экспериментальных результатов	ПК-28 способностью сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации	Решение задачи	Задачи 1 и 2
Основы планирования эксперимента	ПК-24 способностью планировать проведение эксперимента, разрабатывать техническое задание и программу проведения экспериментальных работ	Решение задачи	Задачи 3 и 4
Все разделы	ПК-24 способностью планировать проведение эксперимента, разрабатывать техническое задание и программу проведения	зачет	Список контрольный вопросов для зачета

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Письменный опрос	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 1 вопрос из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 15 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 2. Весовой коэффициент мероприятия – 0,1.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
Решение задачи	<p>Решение задач осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Решение задач должно быть выполнено и оформлено в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Критерии начисления баллов (Задачи 1-3): - последовательное описание решения задачи, алгоритм решения задачи правильный, ошибка в расчетах - 1 балл - последовательное описание решения задачи, расчеты выполнены верно - 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 2. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую задачу) – 0,1. Критерии начисления баллов (Задача 4): - последовательное описание решения задачи, алгоритм решения задачи правильный, ошибка в расчетах - 1 балл - последовательное описание решения задачи, расчеты выполнены верно - 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 2. Весовой коэффициент мероприятия – 0,2.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
зачет	<p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) В случае недостаточного рейтинга обучающегося предлагается получения дополнительных баллов за промежуточное испытание, которые включает письменный ответ на контрольные вопросы по всем разделам курса. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 15 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>

	соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 4. Весовой коэффициент мероприятия – 0,25.	
--	---	--

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Письменный опрос	<p>Вопросы по 1 разделу (список контрольных вопросов-1):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды и погрешности измерений 2. Понятие случайной величины. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Плотность распределения <p>Вопросы по 2 разделу (список контрольных вопросов-1):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритм оценки случайной погрешности многократных измерений 2. Алгоритм оценки погрешности однократных измерений 3. Алгоритм оценки ошибки косвенных измерений <p>Вопросы по 3 разделу (список контрольных вопросов-1):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Графические методы получения аналитических зависимостей (2 способа) 2. «Способ средней» для определения параметров функциональной зависимости 3. Метод наименьших квадратов для определения параметров функциональной зависимости
Решение задачи	3 задание.jpg; 1 задание.PNG; Текст к заданиям.txt; 4 задание.jpg; 2 задание.PNG
зачет	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды измерений (с пояснением каждого) 2. Виды погрешностей измерений (с пояснением каждого) 3. Понятие случайной величины. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Плотность распределения. 4. Нормальный закон распределения, закон распределения Стьюдента 5. Алгоритм оценки случайной погрешности при прямых многократных измерениях 6. Алгоритм оценки погрешности однократных измерений 7. Алгоритм оценки погрешность прямых равноточных измерений (комплексный учет погрешностей многократных и однократных измерений) 8. Алгоритм оценки ошибок косвенных измерений 9. Графические методы получения аналитических зависимостей (2 метода) 10. Основные принципы линеаризации функциональных зависимостей 11. «Способ средней» для определения параметров функциональной зависимости 12. Метод наименьших квадратов для определения параметров функциональной зависимости 13. Дисперсионных анализ (назначение, алгоритм выполнения) 14. Расчет коэффициента корреляции (назначение, алгоритм расчета) 15. Алгоритм проверки случайности и независимости результатов измерений в выборке 16. Априорное ранжирование факторов (назначение, алгоритм выполнения) 17. Основные принципы планирования эксперимента. Модель «черный ящик» 18. Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки при планировании эксперимента 19. Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Алгоритм планирования эксперимента

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с. ил.
2. Грановский, В. А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1990. - 287,[1] с. ил.
3. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний Справочник. - М.: Машиностроение, 1985. - 231 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Бастль, В. Измерения в промышленности Кн. 1 Теоретические основы Справочник: В 3 кн. Под ред. П. Профоса; Пер. с нем. под ред. Д. И. Агейкина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1990. - 491 с. ил.
2. Хилл, П. Наука и искусство проектирования: Методы проектирования, научное обоснование решений Под ред. В. Ф. Венды; Пер. с англ. Е. Г. Коваленко. - М.: Мир, 1973. - 262, [1] с. ил.
3. Шевцов, Е. К. Электрические измерения в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1989. - 166,[1] с. ил.

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

1. «Измерительная техника». М.: ИПК. Изд-во стандартов. JSSN 0368-1025.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Евстигнеев, С.Л. Основы экспериментальных исследований машин и механизмов: учебное пособие. / С.Л. Евстигнеев, С.П.Масленников. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Евстигнеев, С.Л. Основы экспериментальных исследований машин и механизмов: учебное пособие. / С.Л. Евстигнеев, С.П.Масленников. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / составитель Т. М. Пугачева. — Самара : АСИ СамГТУ, 2018. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/127672
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Степанов, П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П. Е. Степанов. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/108113
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Семенов, С. А. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / С. А. Семенов. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 48 с. — Текст :

	издательства Лань	электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/176518
--	-------------------	---

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(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	010 (2)	Электро-динамическая испытательная установка