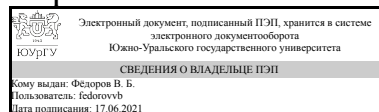


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



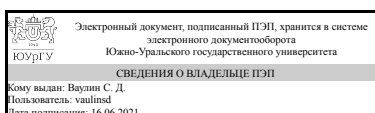
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.06.01 Приборы и техника измерений  
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
уровень специалист тип программы Специалитет  
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

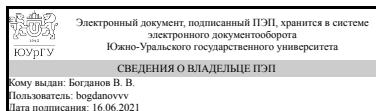
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



В. В. Богданов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по дисциплине «Приборы и техника измерений». Задачи: - получение знаний в области организации измерений параметров физических величин; - освоение категориально-понятийного аппарата дисциплины; - формирование системы научно-практических знаний при проведении измерений обработке результатов измерений.

## Краткое содержание дисциплины

Постановка и организация измерений Основы измерений параметров теплофизических величин и процессов Обработка и анализ результатов измерений

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Знать: основы измерений параметров теплофизических величин и процессов, средства измерения и их устройство, методы статической обработки и анализа результатов эксперимента.
	Уметь: применять компьютерные технологии при проведении измерений и статистической обработке результатов измерений.
	Владеть: навыками организации теплофизического эксперимента, разработки методики и программы экспериментальных исследований и проведение оценки погрешности параметров теплофизических величин.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Физика, Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.23 Механика жидкости и газа	Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Б.1.09 Теоретическая механика	• знать методы решения задач о равновесии и движении материальных тел; • уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи при равновесии и движении тел; • владеть навыками составления и решения уравнений равновесия и движения механических систем.
Б.1.06 Физика	знать: основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости,

	<p>применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p> <p>фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших физических проборов, а также основные формулы и методы решения задач, необходимых при проектировании двигателей и энергетических установок летательных аппаратов; уметь: объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать какие законы описывают данное явление или эффект; правильно толковать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем, в частности применять физико-математические методы моделирования и расчета при разработке двигателей и энергетических установок летательных аппаратов; владеть: основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях; основными методами физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; навыками правильной эксплуатации основных проборов и оборудования современной физической лаборатории; обработкой и интерпретацией результатов эксперимента; методами физического моделирования в производственной практике; навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных аппаратов.</p>
Б.1.23 Механика жидкости и газа	<p>Знать: - основные законы механики жидких сплошных сред; - методы описания жидких сплошных сред; - закономерности движения жидких сред в технических системах и устройствах; - теорию подобия; - основные методы решения инженерных задач по гидравлике. Уметь: - выбирать расчетные модели для решения гидравлических задач; - составлять алгоритмы решения гидравлических задач; -</p>

	рассчитывать гидравлические потери при движении жидких сред в различных технических системах и устройствах. Владеть: - категориями и понятиями курса; - типовыми методами и алгоритмами, используемыми при решении гидравлических задач.
--	--

#### 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)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Доклад	30	30	
Подготовка к зачету	15	15	
Проработка лекционного материала	15	15	
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	Постановка и организация измерений	4	4	0	0
2	Основы измерений параметров теплофизических величин и процессов	32	6	10	16
3	Организация рабочего процесса и характеристики камер ДЖТ	12	6	6	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи теплофизического экспериментов и измерений	0,5
2	1	Краткий исторический обзор развитие теории экспериментов	0,5
3	1	Основные виды экспериментов и измерений	1
4	1	Схема организации и планирования, обработки и анализа данных экспериментов	1
5	1	Методы моделирования	1
6	2	Измерения и измерительное устройство	0,5

7	2	Приборы для измерения температуры, давления, расходов рабочего тела. Измерение состава газовых смесей	0,5
8	2	Измерение температуры, давления, расхода, состава газовых смесей	2
9	2	Измерение полей температуры, скорости, давления	1
10	2	Измерение тепловых потоков	1
11	2	Погрешности результатов измерения	1
12	3	Случайный характер измерений	1
13	3	Описание случайных величин	0,5
14	3	Законы распределения непрерывных случайных величин	1
15	3	Оценивание параметров случайных процессов	0,5
16	3	Проверка статистических гипотез	1
17	3	Регрессионный анализ	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Представление абсолютных и относительных погрешностей при аддитивной и мультипликативной полосе погрешностей	2
2	2	Округление значений погрешности и результата измерения	2
3	2	Построение номинальных и реальных характеристик СИ	2
4	2	Построение характеристик СИ ИС164-2	2
5	2	Построение характеристик СИ ДД-10	2
6	3	Построение характеристик тягоизмерительного устройства для камер ДЖТ	6

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Приборы для измерения теплофизических параметров рабочего тела	2
2	2	Измерение температуры рабочего тела	4
3	2	Измерение давления рабочего тела	4
4	2	Измерение расхода рабочего тела	4
5	2	Проверка статистических гипотез и построения регрессионных зависимостей	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Проработка лекционного материала	См. основную и дополнительную литературу	15
Доклад	См. основную и дополнительную литературу	30
Подготовка к зачету	См. основную и дополнительную литературу	15

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Работа в малых группах	Лабораторные занятия	Ознакомление с конструкциями и принципами работы средств измерения	16

## 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
Все разделы	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Текущий	-
Все разделы	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Зачет	1-40

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий	Публичное выступление в соответствии с темой доклада. Время выступления 10-15 мин При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Доклад оценивается по критериям полноты изложения, качества презентационного материала, качества ответа на вопросы по теме доклада. По результатам доклада обучающемуся выставляется рейтинг: а) 100% -- доклад полон, презентационный материал качественно подготовлен, при ответах на вопросы продемонстрировано глубокое знание темы; б) 80% -- доклад содержит пробелы в изложении либо неверный материал, или презентационный материал подготовлен некачественно, или не получены ответы на заданные вопросы (одно из перечисленного); в) 60% -- доклад содержит пробелы в изложении либо неверный материал, или презентационный материал подготовлен некачественно, или не получены ответы на заданные вопросы (два из перечисленного); г) 40% -- доклад содержит пробелы в изложении	Зачтено: 60-100% Не зачтено: 0-59%

	либо неверный материал, и презентационный материал подготовлен некачественно, и не получены ответы на заданные вопросы (всё из перечисленного); д) 0% -- доклад не представлен в отведённое учебное время (в течение семестра).	
Зачет	Ответы на контрольные вопросы из блоков А1-А2 и Б1-Б4 (два вопроса: один вопрос из блоков А1-А2, один вопрос из блоков Б1-Б4). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый рейтинг выставляется на основании рейтинга ответа на контрольные вопросы (весовой коэффициент 1), рейтинга посещаемости (весовой коэффициент 1). Рейтинг ответа на контрольные вопросы вычисляется по формуле $(5*n)*10\%$ , где n -- количество правильных ответов на вопрос (максимум 2).	Зачтено: 60-100% Не зачтено: 0-59%

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий	<p>Темы докладов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение температуры термодатчиком</li> <li>2. Измерение температуры термометром сопротивления</li> <li>3. Измерение давления пружинным манометром</li> <li>4. Измерение давления потенциометрическим датчиком</li> <li>5. Измерение давления индуктивным датчиком</li> <li>6. Измерение давления индуктивным датчиком</li> <li>7. Измерение тензометрическим датчиком</li> <li>8. Измерение расхода турбинным расходомером</li> <li>9. Измерение расхода дроссельным расходомером</li> </ol>
Зачет	<p>А1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение. Виды измерений</li> <li>2. Методы планирования эксперимента: однофакторный, многофакторный, полный и дробный факторы эксперимента</li> <li>3. Средства измерений и их структура</li> <li>4. Точность измерения</li> <li>5. Погрешность измерения. Причины их появления</li> <li>6. Погрешность измерительного прибора</li> <li>7. Виды погрешностей измерений</li> <li>8. Абсолютная и относительная погрешности</li> <li>9. Класс точности прибора</li> <li>10. Погрешности косвенных измерений</li> <li>11. Оценка погрешности систем измерения</li> </ol> <p>А2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Закон нормального распределения случайных погрешностей измерения</li> <li>13. Среднеквадратичное отклонение</li> <li>14. Обработка результатов измерений</li> <li>15. Вероятная и предельная погрешность измерения</li> <li>16. Доверительный интервал и доверительная вероятность</li> <li>17. Проверка статистических гипотез</li> <li>18. Метод наименьших квадратов</li> <li>19. Постороние регрессионных зависимостей</li> </ol> <p>Б1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие температуры. Температурные шкалы</li> <li>2. Приборы для измерения температуры. Их принцип действия: на основе расширения вещества, с помощью термодатчиков и терморезисторов</li> </ol>

3. Объяснить сокращения ТХА, ТХК, ТПП на средствах измерения температуры
4. Время отклика для средств измерения температуры и как оно связано с временем протекания процесса
5. Пирометр. Виды пирометров и принцип их действия
Б2
6. Абсолютное, избыточное и барометрическое давления
7. Чем и как измеряется избыточное давление
8. Устройство и принцип действия пружинного манометра
9. Устройство и принцип действия потенциометрического датчика давления
10. Устройство и принцип действия индуктивного датчика давления
11. Устройство и принцип действия тензометрического датчика давления
12. Устройства, пригодные для измерения давления в быстротекущих процессах
Б3
13. Основные способы измерения расхода рабочего тела
14. Устройство и принцип действия турбинного расходомера. Его преимущества и недостатки
15. Устройство и принцип действия электромагнитного расходомера. Его преимущества и недостатки.
16. Устройство и принцип действия дроссельного расходомера. Его преимущества и недостатки.
Б4
17. Основные типы газоанализаторов
18. Химический газоанализатор
19. Оптический газоанализатор
20. Хроматограф

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Новицкий, П. В. Оценка погрешностей результатов измерений. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991. - 303 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Горский, В. Г. Планирование промышленных экспериментов: Модели динамики В. Г. Горский, Ю. П. Адлер, А. М. Талалай. - М.: Металлургия, 1978. - 112 с. ил.

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

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

1. нет

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный /



				свободный до- ступ)
1	Основная литература	Данин В.Б., Назарова В.В. Приборы и техника измерений	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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
Лекции	240 (2)	Приборы измерений
Лабораторные занятия	244 (2)	Лабораторные стенды кафедры ДИА
Практические занятия и семинары	240 (2)	СИ ИС 164-2, ДД-10