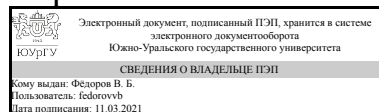


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



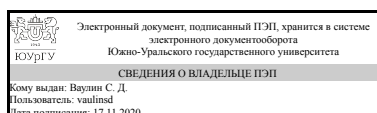
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.01 Газотурбинные установки  
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

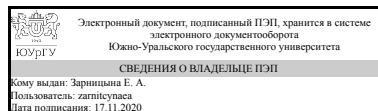
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



С. Д. Вавлин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по разработке газотурбинных энергоустановок. Задачи дисциплины: разработка проектов газотурбинных энергоустановок с учетом физико-механических, технологических, экологических и экономических параметров; использование современных информационных технологий при разработке новых изделий и математическом моделировании процессов в энергетических машинах и установках; разработка технических условий и технических описаний.

## Краткое содержание дисциплины

Основные сведения ко конструкции и расчету газотурбинных установок. Тепловые расчеты схем ГТУ, методы расчета их основных элементов. Конструкции основных элементов ГТУ.

## 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: • - теорию и расчетные методики по проектированию газотурбинных энергоустановок; • - основные виды жидких топлив; • - основные характеристики рабочих процессов в газотурбинных энергоустановках; • - виды газотурбинных энергоустановок и их назначение в составе летательного аппарата; • - основы автоматического управления и принципы регулирования газотурбинных энергоустановок; • - методы проектирования технологических процессов производства энергетических машин и установок; • - методы испытаний и отработки энергетических машин и установок.
	Уметь: • - применять компьютерные технологии для разработки газотурбинных энергоустановок и их отдельных узлов; • - рассчитывать основные характеристики газотурбинных энергоустановок их узлов и агрегатов; • - конструировать газотурбинных энергоустановок, их узлы и агрегаты; • - формулировать задания для расчета и конструирования газотурбинных энергоустановок их узлов и агрегатов. • - рассчитывать основные характеристики и разрабатывать технологические процессы производства энергетических машин и установок.
	Владеть: • - понятийным аппаратом энергетических машин и установок; • - методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений; • - методами испытаний и вопросами обеспечения надежности; методами

математического моделирования энергетических машин и установок; • - техникой расчета и конструирования энергетических машин и установок их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.29 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей, Б.1.23 Механика жидкости и газа	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	знать: фундаментальные законы термодинамики; уметь: применять их при описании термодинамических процессов; владеть: навыками расчета газовых смесей и термодинамических циклов
Б.1.29 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей	знать: основные законы газовой динамики; уметь: составлять алгоритмы решения газодинамических задач; владеть: типовыми методами и алгоритмами решения газодинамических задач.
Б.1.23 Механика жидкости и газа	знать: основные законы механики сплошных сред и теорию подобия; уметь: составлять алгоритмы решения гидравлических задач; владеть: типовыми методами решения гидравлических задач.

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость 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

Подготовка к зачету	20	20
Проработка лекционного материала	40	40
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
0	Введение	1	1	0	0
1	Циклы ГТУ	8	4	4	0
2	Агрегаты ГТУ	26	4	10	12
3	Циклы ПТУ	4	2	2	0
4	Паровые котлы и конденсаторы ПТУ	7	3	0	4
5	Космические энергетические установки	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	0	Введение: основные понятия и определения	1
2	1	1.1. Открытая ГТУ непрерывного горения. 1.2. ГТУ прерывистого действия. ГТУ с регенерацией. 1.3. Цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием воздуха и расширением газа. 1.5. Эффективность и область применения ГТУ	4
3	2	2.1. Осевые компрессоры. 2.2. Камеры сгорания. 2.3. Горелки. 2.4. Турбины	4
4	3	3.1. Цикл Ренкина. 3.2. Цикл ПТУ с вторичным перегревом пара. 3.3. Регенеративный цикл ПТУ. 3.4. Цикл ПТУ АЭС с реактором ВВЭР	2
5	4	4.1. Барабанные водотрубные котлы. 4.2. Прямоточный котел. 4.3. Паропроизводительность котла. 4.4. Котлы ТЭС. 4.5. Конденсаторы пара	3
6	5	5.1. Замкнутая газотурбинная установка. 5.2. Рабочее тело ЗГТУ. 5.3. Энергодвигательные установки	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчет параметров цикла ГТУ (рабочее тело - газовая смесь)	4
2	2	Расчет компрессоров (одно-, многоступенчатые)	6
3	2	Расчет турбины	4
4	3	Расчет производительности котлов	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Элементы осевого компрессора. Работа ступени осевого компрессора	2
2	2	Конструкции КС	4
3	2	Конструкции горелок	2
4	2	Конструкции компрессоров и турбин ГТД	4
5	4	Конструкции паровых котлов	2

6	4	Конструкции конденсаторов ПТУ	2
---	---	-------------------------------	---

#### 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	См. основную и дополнительную литературу	20
Проработка лекционного материала	См. основную литературу	40

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Методы работы в малых группах	Лабораторные занятия	Конструктивные особенности газотурбинных энергоустановок и их агрегатов	10
Практический анализ результатов	Практические занятия и семинары	Термодинамические и газодинамические расчеты процессов в агрегатах газотурбинных энергоустановок	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
Все разделы	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Зачет	-

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-	Зачтено: более 70% Не зачтено:

	1-5 - вопросы по темам 1-5, КТ-6-8 - задачи по темам 1, 2, 3, КТ-9 - расчет компрессора или турбины. Письменные ответы на вопросы по каждой теме ( 1 вопрос), решение одной задачи по каждой теме. Время подготовки 1 час по каждой теме. Зачет формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ, посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-9 - 1, коэффициент посещаемости - 0,5, коэффициент доклада - 1. Доклад по желанию студента.	менее 69,9%
--	---	-------------

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	Вопросы хранятся в методическом кабинете 242/2

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Костюк, А. Г. Газотурбинные установки Текст Учеб. пособие для теплоэнерг. и энергомашиностроит. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1979. - 254 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Газотурбинные установки : Конструкция и расчет Текст справ. пособие Л. В. Арсеньев, Ф. С. Бедчер, И. А. Богов ; под ред. Л. В. Арсеньева, В. Г. Тырышкина. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1978. - 232 с. ил.
2. Арсеньев, Л. В. Стационарные газотурбинные установки Справочник Под общ. ред. Л. В. Арсеньева, В. Г. Тырышкина. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. - 542 с. ил.
3. Кулагин, В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок Кн. 1 Основы теории ГТД: Рабочий процесс и термогазодинамический анализ. Кн. 2: Основы теории ГТД: Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики Основы теории ГТД: Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики Рабочий процесс и термогазодинамический анализ Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики Учеб. для вузов по специальности "Авиац. двигатели и энергет. установки" направления подгот. дипломир. специалистов "Двигатели летат. аппаратов" В. В. Кулагин. - М.: Машиностроение, 2002. - 614,[1] с. ил.
4. Чумаков, Ю. А. Теория и расчет транспортных газотурбинных двигателей [Текст] учебник для вузов по специальности 140503 "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели" Ю. А. Чумаков. - М.: ИНФРА-М : Форум, 2014. - 447, [1] с. ил.

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

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

1. Неговоров, В.В. Основы конструкции авиационного двигателя: курс лекций для курсантов ЧВВАУШ (ВИ) / Б.Г. Дегтярь, В.В. Неговоров; ЧВВАУШ (ВИ). – Челябинск: ЧВВАУШ (ВИ), 2010. – 67 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Неговоров, В.В. Основы конструкции авиационного двигателя: курс лекций для курсантов ЧВВАУШ (ВИ) / Б.Г. Дегтярь, В.В. Неговоров; ЧВВАУШ (ВИ). – Челябинск: ЧВВАУШ (ВИ), 2010. – 67 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Газотурбинные энергетические установки. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Цанев С.В. [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/72219">http://e.lanbook.com/book/72219</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Нестеров, В.А. Проектирование установок ракетного вооружения летательных аппаратов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Нестеров, М.Ю. Куприков, Л... Маркин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2008. — 288 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/747">http://e.lanbook.com/book/747</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Кистойчев, А. В. Проектирование лопаточного аппарата осевых компрессоров ГТУ : учебное пособие / А. В. Кистойчев. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-1102-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/98958">https://e.lanbook.com/book/98958</a> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Сахин, В. В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2. Газовые турбины. Теплообменные аппараты : учебное пособие / В. В. Сахин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 133 с. — ISBN 978-5-85546-865-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75162">https://e.lanbook.com/book/75162</a> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

### 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	244 (2)	Компьютер, видеокамера, проектор
Лабораторные занятия	100 (2в)	Стенды, макеты, компьютерная техника
Практические занятия и семинары	244 (2)	Компьютерная техника