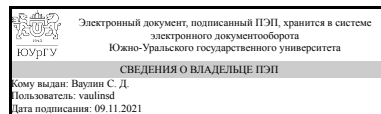


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



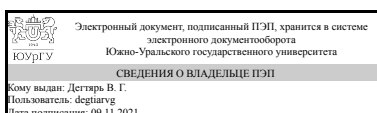
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.25 Теория надежности технических систем  
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 Летательные аппараты

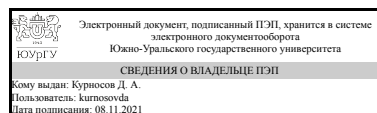
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



В. Г. Дегтярь

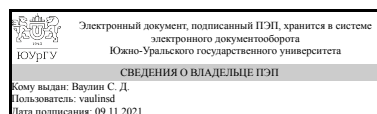
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент (кн)



Д. А. Курносов

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Двигатели летательных  
аппаратов  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: выработка научного понимания проблем, связанных с обеспечением надёжности изделий и систем ракетно–космической техники, а также приобретение знаний и навыков по применению основных положений теории надежности и научно обоснованных рекомендаций по её обеспечению при проектировании и поддержанию в процессе эксплуатации. Задачи дисциплины: – освоение категорийно-понятийного аппарата дисциплины; – формирование системы научно-практических представлений о моделях надежности; – освоение методов проектирования систем требуемой надежности и высоконадежных систем; – изучение путей повышения надежности изделий.

## Краткое содержание дисциплины

Основные положения теории надежности. Понятие надежности; свойства, характеризующие надежность; факторы, влияющие на надежность. Состояния и события. Классификация отказов. Техническое обслуживание и ремонт. Точечные показатели надежности: единичные и комплексные. Интервальная оценка показателей надежности: случаи экспоненциального и нормального распределения; оценка вероятности отказа по биномиальному плану. Методы расчета надежности изделий ракетно-космической техники. Структурные модели расчета надежности систем. Метод логических схем. Методика поэлементного распределения значений надежности. Резервирование, как метод повышения надежности систем. Надежность механических систем. Модель отказа "нагрузка–прочность". Расчет вероятности безотказной работы изделия методом линеаризации. Модели изнашивания. Модели усталости. Модель "слабого звена".

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-41 способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства	Знать: математические модели отказов механических систем, модели расчета надежности сложных технических систем, способы увеличения надежности изделий.
	Уметь: рассчитывать степень надежности изделия; проектировать систему, обладающую высокой степенью надежности; разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла; давать рекомендации по устранению неисправностей, выявляемых при проведении технического обслуживания в процессе эксплуатации ракетных двигателей.
	Владеть: методами определения и методами повышения степени надежности и безопасности изделия.
ОК-10 творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением	Знать: основные определения, понятия и методы математических и естественных наук Уметь: применять математические и

методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	естественнонаучные методы при решении профессиональных задач, учитывая границы применимости математической модели
	Владеть: математическим аппаратом для решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.07 Теория вероятностей и математическая статистика	ДВ.1.03.01 Газотурбинные установки, ДВ.1.04.02 Космические энергоустановки, ДВ.1.03.02 Вспомогательные силовые установки летательных аппаратов

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 статистика	Знание основных понятий: случайной величины и случайного события; классификация случайных событий. Умение находить числовые и функциональные характеристики случайной величины. Владение навыками первичной обработки эксплуатационных испытаний

### 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
		9
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 экзамену	19	19
Изучение тем дисциплины, выносимых для самостоятельного изучения. Подготовка реферата	41	41
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные положения теории надежности	14	2	12	0
2	Методы расчета надежности технических систем	18	4	14	0
3	Надежность механических систем	16	2	14	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Общие понятия и терминология теории надежности. Точечные и интервальные показатели надежности	2
6	2	Надежность систем. Резервирование, как метод повышения надежности систем	4
7	3	Методы расчета надежности механических систем. Модель отказа "нагрузка-прочность". Модели усталости	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол- во часов
1	1	Применение основных теорем теории вероятности к исследованию надежности изделий.	6
2	1	Расчет точечных показателей надежности. Интервальная оценка показателей надежности.	6
3	2	Исследование безотказности последовательной, параллельной, частично параллельной, смешанной последовательно–параллельной системы.	6
4	2	Конструирование оптимального с точки зрения надежности контура комбинации датчиков давления.	2
5	2	Методика распределения значений надежности по элементам системы	2
6	2	Методы резервирования и их сравнительная оценка	4
7	3	Модель отказа "нагрузка-прочность"	6
8	3	Модели изнашивания	4
9	3	Оценка надежности по условию циклической прочности. Модель "слабого звена"	4

### 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 реферата	См.информационное обеспечение	17
Изучение темы «Надежность элементов с восстановлением»	ПУМД, доп. лит. 2, с. 125-131; ПУМД, МУ 3, с. 30-52; ПУМД, МУ 4, с. 23-26	12

Подготовка к экзамену	См.информационное обеспечение	19
Изучение темы «Методы моделирования надежности сложных систем»	ПУМД, осн. лит. 1, с. 223-274	12

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Технология уровневой дифференциации	Практические занятия и семинары	После первых достаточно легких задач, студентам выдаются разноуровневые задания, которые создают условия для продвижения студентов в учебе в соответствии с их возможностями. Сильные студенты утверждаются в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, в результате чего повышается уровень мотивации	22

## 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
Основные положения теории надежности	ОК-10 творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Контрольная работа-1	-
Методы расчета надежности технических систем	ПК-41 способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства	Контрольная работа-2	-
Все разделы	ОК-10 творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экзамен	-
Все разделы	ПК-41 способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а	Экзамен	-

	также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства		
--	--	--	--

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Контрольная работа-1	Контрольная работа проводится на последнем занятии раздела-1. Студенту дается три задачи. Время, отведенное на решение - 40 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильные ход решения и числовой ответ соответствуют 2 баллам. Правильный ход решения при неверном числовом ответе соответствуют 1 баллу. Неправильный ход решения соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Контрольная работа-2	Контрольная работа проводится на последнем занятии раздела-2. Студенту дается две задачи. Время, отведенное на решение - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильные ход решения и числовой ответ соответствуют 2 баллам.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Экзамен	На экзамене студенту необходимо ответить на теоретический вопрос, решить задачу и выполнить два тестовых задания. Все задания подобраны таким образом, чтобы охватывать различные темы дисциплины. На подготовку отводится 1 час. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: - полный ответ на теоретический вопрос – 32 балла; - правильное решение задачи – 58 баллов - правильный ответ на тестовое задание – 5 баллов. Максимальное количество баллов – 100.	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная работа-1	- Контрольная работа-1.pdf
Контрольная работа-2	Контрольная работа-2.pdf
Экзамен	Экзаменационные вопросы.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### *а) основная литература:*

1. Острейковский, В. А. Теория надежности Учеб. для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Техн. науки" В. А. Острейковский. - М.: Высшая школа, 2003. - 462,[1] с. ил.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Ушаков, И. А. Курс теории надежности систем Текст учебное пособие для вузов по специальности 010500 "Механика" И. А. Ушаков. - М.: Дрофа, 2008. - 239, [1] с. ил. 22 см.
2. Половко, А. М. Основы теории надежности. Практикум Текст учеб. пособие для вузов, по направлению 230100(654600) "Информатика и вычисл. техника" А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 560 с. ил.
3. Половко, А. М. Основы теории надежности Текст А. М. Половко. - М.: Наука, 1964. - 446 с. граф.
4. Безопасность и надежность технических систем Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Испытание летат. аппаратов" Л. Н. Александровская и др. - М.: Логос, 2008. - 375, [1] с. ил.

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

1. Проблемы машиностроения и надежности машин : науч. журн. / Рос. акад. наук, Ин-т ма-шиноведения им. А. А. Благонравова, Межотраслевой науч.-техн. комплекс "Надежность ма-шин"
2. Стандарты и качество : науч.-техн. и эко. журн.: 16+ / РИА "Стандарты и качество"
3. Реферативный журнал. Ракетостроение и космическая техника.
4. Вестник авиации и космонавтики : Всерос. аэрокосм. журн. / ЗАО "Изд. дом им. С. Скрябина"

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

1. Павловская О. О., Алешин Е. А. Основы теории надежности. Учеб. пособие. – Челябинск Издательство ЮУрГУ 2007. – 55 с.
2. Элементы прикладной теории надежности: учебное пособие / А.Г. Щипицын, А.А. Кошечев, Е.А. Алешин и др. – Челябинск: изд-во ЮУрГУ, 2007. – 114 с.

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

1. Павловская О. О., Алешин Е. А. Основы теории надежности. Учеб. пособие. – Челябинск Издательство ЮУрГУ 2007. – 55 с.
2. Элементы прикладной теории надежности: учебное пособие / А.Г. Щипицын, А.А. Кошечев, Е.А. Алешин и др. – Челябинск: изд-во ЮУрГУ, 2007. – 114 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид	Наименование	Библиографическое описание
---	-----	--------------	----------------------------

	литературы	ресурса в электронной форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167412">https://e.lanbook.com/book/167412</a> (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Худяков, В. М. Практикум по основам теории надежности и диагностики : учебное пособие / В. М. Худяков, С. В. Ворохобин. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2011. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/20071">https://e.lanbook.com/book/20071</a> (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / Н. Н. Рахимова. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 277 с. — ISBN 978-5-7410-1959-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110628">https://e.lanbook.com/book/110628</a> (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-8001-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171887">https://e.lanbook.com/book/171887</a> (дата обращения: 28.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)
2. -Консультант Плюс(31.07.2017)
3. -Стандартинформ(бессрочно)
4. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
-------------	--------	--



Лекции	308 (2)	Модуль рабочего места преподавателя ПЭВМ. Мультимедиа- проектор Epson EMP-83 Интерактивная доска Hitachi Star Интерактивная панель-планшет Board FX-63 Документ камера Hitachi T-15XL Aver Video Усилитель – распределитель 300AF DA4 PLUS XQA сигнала 1 на 2 EXTRON Сигнальная и силовая кабельная сеть
Практические занятия и семинары	308 (2)	Модуль рабочего места преподавателя ПЭВМ. Мультимедиа- проектор Epson EMP-83 Интерактивная доска Hitachi Star Интерактивная панель-планшет Board FX-63 Документ камера Hitachi T-15XL Aver Video Усилитель – распределитель 300AF DA4 PLUS XQA сигнала 1 на 2 EXTRON Сигнальная и силовая кабельная сеть