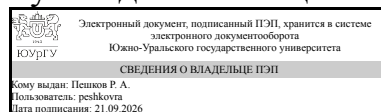


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



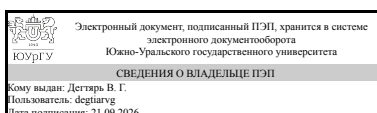
Р. А. Пешков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.05 Теория надежности ракетно-космической техники  
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
**уровень** Специалитет  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Авиа- и ракетостроение

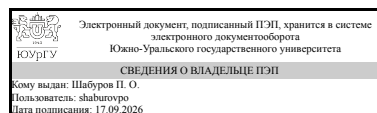
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



П. О. Шабуров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория надежности ракетно-космической техники» является изучение современной теории надежности сложных систем и технической диагностики. Задачей изучения дисциплины является освоение методов анализа надежности систем при проектировании и эксплуатации и методов синтеза систем с заданными показателями надежности. Глубокое усвоение этих методов позволит будущим специалистам обоснованно подходить к проектированию ракетно-космической техники с точки зрения надежности.

## Краткое содержание дисциплины

1. Введение. История теории надежности (ТН). Основные понятия ТН. 2. Показатели надежности. 3. Модели интенсивности отказов и долговечности изделий. 4. Статические модели надежности. 5. Анализ надежности сложных систем. 6. Резервирование. 7. Динамические модели надежности. 8. Распределение требований к надежности между элементами системы. 9. Контроль параметров и диагностирование технических объектов. 10. Применение имитационных моделей для испытания надежности электромеханических систем. 11. Заключение. Пути развития теории надежности.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Сбор, анализ и систематизация информации для формализации предметной области проекта по созданию агрегатов жидкостных ракетных двигательных установок и их пневмогидравлических систем | Знает: основные показатели надежности; методы их определения<br>Умеет: проводить поиск информации по надежности; применять требования отраслевых нормативных актов и нормативно-технической документации в области надежности изделий ракетно-космической техники<br>Имеет практический опыт: выбора математических моделей для оценки выполнимости требований к надежности изделий ракетно-космической техники |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                 | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.Ф.02 Устройство ракетных двигателей, 1.Ф.01 Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                                                                             | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.02 Устройство ракетных двигателей                                                  | Знает: компоновку, назначение, параметры основных машин наземного морского базирования; состав и основные параметры штатных жидких и твердых топлив; системы пневмогидросхем и их состав; назначение, состав, конструкцию камер сгорания, виды систем охлаждения; элементы системы смесеобразования и виды распылительных элементов; классификацию, назначение, принцип действия элементов автоматики. Умеет: классифицировать ракетные двигатели, их узлы и агрегаты. Имеет практический опыт: владения понятиями о назначении, конструкции, классификации ракетных двигателей, их узлов и агрегатов; работы со специальной литературой, общего устройства ракетных двигателей на примерах натурных образцов |
| 1.Ф.01 Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов | Знает: основные технологические процессы изготовления изделий ракетно-космической техники из композиционных материалов; основные виды композиционных материалов, их состав. Умеет: осуществлять подбор композиционных материалов для изготовления изделий ракетно-космической техники; подбирать типовые технологические процессы изделий ракетно-космической техники из композиционных материалов. Имеет практический опыт: разработки технологических процессов изготовления изделий ракетно-космической техники из композиционных материалов                                                                                                                                                               |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| 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)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 51,5        | 51,5                               |
| Подготовка к занятиям                                                      | 31,5        | 31.5                               |

|                                          |     |         |
|------------------------------------------|-----|---------|
| Подготовка к экзамену                    | 20  | 20      |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 8,5 | 8,5     |
| Вид 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         | Введение.                        | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Показатели надежности.           | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 3         | Статические модели надежности.   | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 4         | Резервирование.                  | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 5         | Динамические модели надежности.  | 10                                        | 6 | 4  | 0  |
| 6         | Оптимизация надёжности           | 8                                         | 6 | 2  | 0  |
| 7         | Моделирование надёжности         | 8                                         | 6 | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия         | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | История теории надежности (ТН). Основные понятия ТН.            | 2            |
| 2        | 2         | Показатели надежности.                                          | 2            |
| 3        | 2         | Модели интенсивности отказов и долговечности изделий.           | 2            |
| 4        | 3         | Статические модели надежности.                                  | 2            |
| 5        | 3         | Анализ надежности сложных систем.                               | 2            |
| 6-7      | 4         | Резервирование.                                                 | 4            |
| 8-10     | 5         | Динамические модели надежности.                                 | 6            |
| 11-13    | 6         | Распределение требований к надежности между элементами системы. | 6            |
| 14-16    | 7         | Контроль параметров и диагностирование технических объектов.    | 6            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Вводная часть                                                       | 2            |
| 2         | 2         | Показатели надёжности                                               | 2            |
| 3         | 3         | Статические модели                                                  | 2            |
| 4         | 4         | Резервирование.                                                     | 2            |
| 5-6       | 5         | Динамические модели                                                 | 4            |
| 7         | 6         | Распределение требований                                            | 2            |
| 8         | 7         | Диагностирование.                                                   | 2            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС |                                |         |      |
|----------------|--------------------------------|---------|------|
| Подвид СРС     | Список литературы (с указанием | Семестр | Кол- |

|                       | разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | во часов |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| Подготовка к занятиям | Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин Текст учеб. пособие для вузов по специальности 140601 "Электромеханика" направления 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Н. Л. Кузнецов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 429, [1] с. ил. 22 см. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов. [Электронный ресурс] / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2034">http://e.lanbook.com/book/2034</a> — Загл. с экрана. | 9 | 31,5     |
| Подготовка к экзамену | Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов. [Электронный ресурс] / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2034">http://e.lanbook.com/book/2034</a> — Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9 | 20       |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 9        | Текущий контроль | Контрольная работа 1              | 10  | 10         | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решённую задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой | экзамен          |

|   |   |                  |                      |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|---|---|------------------|----------------------|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                      |    |    | коэффициент мероприятия – 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
| 2 | 9 | Текущий контроль | Контрольная работа 2 | 10 | 10 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 10. | экзамен |
| 3 | 9 | Текущий контроль | Контрольная работа 3 | 10 | 10 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 10. | экзамен |
| 4 | 9 | Текущий контроль | Контрольная работа 4 | 10 | 10 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 10. | экзамен |
| 5 | 9 | Текущий контроль | Контрольная работа 5 | 10 | 10 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла:                                                                                                                                                                         | экзамен |

|   |   |                          |                      |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---|---|--------------------------|----------------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                      |    |    | решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
| 6 | 9 | Текущий контроль         | Контрольная работа 6 | 10 | 10 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 2 задачи на пройденную тему. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 10.                                | экзамен |
| 7 | 9 | Текущий контроль         | Контрольная работа 7 | 20 | 20 | Контрольная работа проводится после изучения соответствующей темы. Студенту необходимо решить 4 задачи на тему оптимизации надёжности технических систем. За каждую решённую задачу студенту максимально начисляется 5 баллов. 5 баллов: выставляется за правильно и в полном объеме решенную задачу. 4 балла: за решённую задачу с небольшими недочётами. 3 балла: решение не полное или имеет ошибки. 2 балла: решение задачи содержит грубые ошибки. 1 балл: решение не соответствует поставленной задаче. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия – 20. | экзамен |
| 9 | 9 | Промежуточная аттестация | Экзамен              | -  | 20 | На экзамене 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается в 5 баллов. 5 баллов: студент владеет знаниями вопроса в полном объеме; 4 балла: студент владеет знаниями вопроса почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых моментах); илета, 3 балла: студент владеет ответил на часть вопроса, проявляет затруднения в самостоятельном ответе; 2 балла: ответ не соответствует формулировке вопроса, имеет грубые ошибки; 1 балл: студент затрудняется ответить на поставленный вопрос.                                                                                        | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид | Процедура проведения | Критерии |
|-----|----------------------|----------|
|-----|----------------------|----------|

| промежуточной аттестации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | оценивания                              |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                  | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Критерии оценивания. 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 %. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                               | № КМ |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПК-3        | Знает: основные показатели надежности; методы их определения                                                                                                                                      | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: проводить поиск информации по надежности; применять требования отраслевых нормативных актов и нормативно-технической документации в области надежности изделий ракетно-космической техники | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: выбора математических моделей для оценки выполнимости требований к надежности изделий ракетно-космической техники                                                        | +    | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. 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:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Надёжность и контроль параметров электромеханических систем
2. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин: учеб. пособие по специальности 140601 «Электромеханика» направления 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»/Н.Л. Кузнецов. – М.: Издательский центр МЭИ, 2006.
3. Оптимизация надёжности

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

1. Надёжность и контроль параметров электромеханических систем

2. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин: учеб. пособие по специальности 140601 «Электромеханика» направления 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»/Н.Л. Кузнецов. – М.: Издательский центр МЭИ, 2006.

3. Оптимизация надёжности

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | Электронный каталог ЮУрГУ                | Элементы прикладной теории надежности [Текст] учеб. пособие А. Г. Щипицын, А. А. Кощев, Е. А. Алешин, О. О. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы управления ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 113, [1] с. ил. электрон. версия <a href="https://lib.susu.ru/32456">https://lib.susu.ru/32456</a> |
| 2 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов. [Электронный ресурс] / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2034">http://e.lanbook.com/book/2034</a> — Загл. с экрана.                                  |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
3. -LibreOffice(бессрочно)
4. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                      |
|---------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самостоятельная работа студента | 229 (2) | Кафедральная библиотека (бумажные и электронные носители).                                                                                                            |
| Практические занятия и семинары | 109 (2) | Компьютерный класс с выходом в ЛВС университета и Интернет. Специализированное лицензионное и свободнораспространяемое программное обеспечение. Раздаточный материал. |
| Контроль самостоятельной работы | 109 (2) | Компьютерный класс со специализированным лицензионным и свободнораспространяемым программным обеспечением.                                                            |