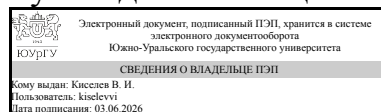


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



В. И. Киселев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.35 Теория надежности ракетно-космической техники  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

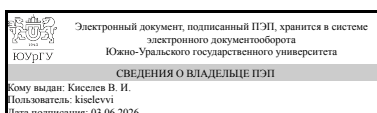
**уровень** Специалитет

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Прикладная математика и ракетодинамика

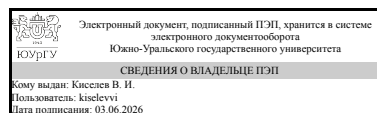
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



В. И. Киселев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - дать студентам знания об основных положениях теории надежности, о способах увеличения надежности изделий, о типичных отказах в работе изделий; по расчету степени надежности изделия и проектированию системы, обладающей высокой степенью надежности; о методах определения степени надежности и методах повышения степени надежности изделия. Задачами дисциплины являются: ознакомление с основными методами оценки и обеспечения надежности функционирования изделий; вооружение знаниями теории и практики проведения экспериментальных исследований и испытаний ракетных двигателей и их моделей; ознакомление с проблемно-ориентированными методами анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний и сертификации объектов деятельности

## Краткое содержание дисциплины

В обязательный минимум содержания образовательной программы должны входить:

- основные понятия и определения;
- основные положения и наиболее распространенные модели теории надежности;
- структурная надежность летательных аппаратов;
- типы отказов и надежность основных систем, узлов, сборок;
- учет требований надежности при проектировании несущей конструкции летательных аппаратов;
- оценка коэффициентов надежности, безопасности и долговечности;
- надежность соединений и деталей;
- структурная схема натурной отработки летательных аппаратов;
- принципы формирования программ стендовых испытаний для основных случаев и режимов нагружения;
- содержание и объем полигонных и летных испытаний летательных аппаратов;
- обработка и анализ результатов записей испытаний.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 Способен управлять проектами в области создания РКТ, ее составных частей, систем и агрегатов | Знает: основные понятия, термины и определения теории надежности ракетно-космической техники<br>Умеет: анализировать результаты расчета показателей надежности, давать им физическую интерпретацию<br>Имеет практический опыт: навыками оценки надежности по результатам испытаний |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                   | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.Ф.10.М5.02 Проектирование деталей машин,<br>1.Ф.10.М3.02 Проектирование линий и поверхностей средствами вычислительной геометрии и компьютерной графики,<br>1.Ф.10.М3.03 Основы архитектурно- | Не предусмотрены                            |

|                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| дизайнерского проектирования, приемы компьютерного моделирования,<br>1.Ф.10.М3.01 Современные методы компьютерного геометрического моделирования,<br>1.О.33 Гидравлика и основы гидропневмосистем |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

| Дисциплина                                                                                                  | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.10.М3.01 Современные методы компьютерного геометрического моделирования                                 | Знает: Основные положения САПР, освоить возможности систем геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа пакетамиMSC/NASTRAN, T-Flex, освоить возможности Автокада при выполнении двумерного и трёхмерного чертежа Умеет: применять методы геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа, при проектировании и разработке элементов,приборов и систем управляющих, пилотажнонавигационных и электроэнергетических комплексов Имеет практический опыт: методами геометрического моделирования двумерных и трехмерных объектов на ЭВМ |
| 1.Ф.10.М3.02 Проектирование линий и поверхностей средствами вычислительной геометрии и компьютерной графики | Знает: основные положения САПР, освоить возможности систем геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа пакетамиMSC/NASTRAN, T-Flex, освоить возможности Автокада при выполнении двумерного и трёхмерного чертежа Умеет: применять методы геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа, при проектировании и разработке элементов,приборов и систем управляющих, пилотажнонавигационных и электроэнергетических комплексов Имеет практический опыт: методами геометрического моделирования двумерных и трехмерных объектов на ЭВМ |
| 1.Ф.10.М5.02 Проектирование деталей машин                                                                   | Знает: классификацию, типовые конструкции и критерии работоспособности деталей и узлов машин, принципиальные методы расчета по этим критериям; классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов; требования, предъявляемые к эксплуатационным материалам и принципы их выбора Умеет: идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях машин;                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | рассчитывать типовые детали, элементы узлов и агрегатов машин при заданных нагрузках Имеет практический опыт: расчета и проектирования типовых деталей, и узлов машин; разработки конструкторской документации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1.О.33 Гидравлика и основы гидропневмосистем                                                      | Знает: основы моделирования вариантов решения задач по созданию РКТ, ее составных частей, систем и агрегатов, связанных с задачами механики жидкости и газа Умеет: применять основы системного анализа и комплексных подходов к моделированию процессов в жидкостях и газах при создании ракетно-космических комплексов Имеет практический опыт: разработки практических предложений на основе смоделированных вариантов процессов в составных частях РКТ, ее систем и агрегатов                                                                                                                              |
| 1.Ф.10.М3.03 Основы архитектурно-дизайнерского проектирования, приемы компьютерного моделирования | Знает: основные положения САПР, освоить возможности систем геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа пакетамиMSC/NASTRAN, T-Flex, освоить возможности Автокада при выполнении двумерного и трёхмерного чертежа Умеет: применять методы геометрического моделирования трехмерных объектов при выполнении реального чертежа, при проектировании и разработке элементов,приборов и систем управляющих, пилотажнонавигационных и электроэнергетических комплексов Имеет практический опыт: методами геометрического моделирования двумерных и трехмерных объектов на ЭВМ |

#### 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 экзамену                                                      | 31,5        | 31.5                       |
| Подготовка конспектов                                                      | 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         | Основные положения теории надежности                                                    | 8                                         | 6 | 2  | 0  |
| 2         | Требуемая надежность конструкций летательных аппаратов                                  | 8                                         | 6 | 2  | 0  |
| 3         | Учет требований надежности при проектировании несущей конструкции летательных аппаратов | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 4         | Надежность соединений и деталей конструкции летательных аппаратов                       | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 5         | Экспериментальная стендовая отработка конструкций летательных аппаратов                 | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 6         | Испытания изделий в натурных условиях                                                   | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 7         | Обработка результатов измерений                                                         | 6                                         | 4 | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                           | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Основные понятия и определения теории надежности.                                                                                                                                 | 2            |
| 2        | 1         | Некоторые простейшие задачи.                                                                                                                                                      | 2            |
| 3        | 1         | Основные положения теории надежности                                                                                                                                              | 2            |
| 4        | 2         | Теоретические законы распределения наработки до отказа и их приложение в теории надёжности, количественные показатели надёжности.                                                 | 3            |
| 5        | 2         | Принципы реализации системного подхода в исследовании и обеспечении надёжности систем.                                                                                            | 3            |
| 6        | 3         | Методы расчёта надёжности на стадии разработки систем.                                                                                                                            | 2            |
| 7        | 3         | Программа обеспечения надёжности. Требования к информации, используемой в оценке надёжности.                                                                                      | 2            |
| 8        | 4         | Методика определения рационального количества запасных частей.                                                                                                                    | 2            |
| 9        | 4         | Оценка и контроль надёжности систем управления при разработке.                                                                                                                    | 2            |
| 10       | 5         | Задачи экспериментальной отработки систем, виды испытаний, общая характеристика, классификация испытаний по характеру воздействующей нагрузки                                     | 2            |
| 11       | 5         | Климатические испытания, испытания на механические воздействия, электрические испытания.                                                                                          | 2            |
| 12       | 6         | Комплексные испытания, межведомственные испытания                                                                                                                                 | 2            |
| 13       | 6         | Наземная экспериментальная отработка.                                                                                                                                             | 2            |
| 15       | 7         | Методы оценки и контроля показателей надёжности по результатам испытаний: общие положения, проблемы оценки надёжности, методика оценки показателей надёжности по частоте события. | 2            |
| 16       | 7         | Оценка показателей надёжности при неизвестном законе распределения, оценки показателей надёжности при известных законах распределения.                                            | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                              | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Принципы составления программ испытаний на различные типы воздействий                                                            | 2            |
| 2         | 2         | Требуемая надежность конструкций летательных аппаратов                                                                           | 2            |
| 3         | 3         | Учет требований надежности при проектировании несущей конструкции летательных аппаратов                                          | 2            |
| 4-5       | 4         | Надежность соединений и деталей конструкции летательных аппаратов                                                                | 4            |
| 6         | 5         | Стендовые испытания на статические нагрузки Стендовые испытания на вибрационные нагрузки Стендовые испытания на ударные нагрузки | 2            |
| 7         | 6         | Тепловые испытания объектов Полигонные испытания ЛА Летные испытания ЛА                                                          | 2            |
| 8         | 7         | Внешнетраекторные измерения Обработка результатов статических и динамических испытаний                                           | 2            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС        |                                                                            |         |              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | ПУМД, доп. лит. 1-4; ЭУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 3; метод. пос. 1-2.    | 9       | 31,5         |
| Подготовка конспектов | ПУМД, доп. лит. 1-4; ЭУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 3; метод. пос. 1-2.    | 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-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 9        | Текущий контроль | Конспект лекций Тема 1            | 1   | 2          | Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не | экзамен          |

|   |   |                          |                        |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
|---|---|--------------------------|------------------------|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                        |   |    | поло. 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
| 2 | 9 | Текущий контроль         | Конспект лекций Тема 2 | 1 | 2  | Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | экзамен |
| 3 | 9 | Текущий контроль         | Конспект лекций Тема 3 | 1 | 2  | Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | экзамен |
| 4 | 9 | Текущий контроль         | Конспект лекций Тема 4 | 1 | 2  | Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | экзамен |
| 5 | 9 | Промежуточная аттестация | Экзамен                | - | 20 | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60-100% рейтинга обучающийся получает соответствующую рейтинговую оценку. При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном экзамене опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на экзамен. Билет содержит два вопроса. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                             | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамена) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданной темы. |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                    | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-4        | Знает: основные понятия, термины и определения теории надежности ракетно-космической техники       | +    | + | + | + | + |
| ПК-4        | Умеет: анализировать результаты расчета показателей надежности, давать им физическую интерпретацию | +    | + | + | + | + |
| ПК-4        | Имеет практический опыт: навыками оценки надежности по результатам испытаний                       | +    | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет : учебное пособие / К. С. Колесников, В. В. Кокушкин, С. В. Борzych, Н. В. Панкова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006

#### б) дополнительная литература:

1. Автоматический контроль и диагностика систем управления силовыми установками летательных аппаратов : производственное издание / В. И. Васильев, Ю. М. Гусев, А. И. Иванов и др. - М. : Машиностроение, 1989. - 240 с. : ил.
2. Голубев, И. С. Проектирование конструкций летательных аппаратов : учебник для студентов вузов / И. С. Голубев, А. В. Самарин. - М. : Машиностроение, 1991. - 512 с. : ил.
3. Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет : учебное пособие / К. С. Колесников, В. В. Кокушкин, С. В. Борzych, Н. В. Панкова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006
4. Тарасов, В. А. Теоретические основы технологии машиностроения : учебное пособие / В. А. Тарасов, Л. А. Кашуба. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006

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

Не предусмотрены

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

1. Шакурский, А.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебно-методическая разработка [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.В. Шакурский, О.Ю. Грошева. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2012. — 36 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62592](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62592)

2. Рыжаков, В.В. Надежность технических систем и ее прогнозирование. Задания и аналитические материалы по выполнению домашних и курсовых работ по "Прогнозированию наработки до отказа по заданной статистике параметров-критериев годности" [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2012. — 68 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62518](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62518)

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

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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 |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 315<br>(5) | Компьютеры с доступом к Интернету                                                                                                                |
| Практические занятия и семинары | 315<br>(5) | Компьютеры с доступом к Интернету                                                                                                                |