

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Испытание и обеспечение надежности ракетных двигателей  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Проектирование ракетных двигателей твердого топлива (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний основных положений теории надежности и испытаний ракетных двигателей, умений применять их для решения практических задач и владений навыками типовых расчётов надежности ракетных двигателей (РД) и других систем летательных аппаратов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение базовых сведений об испытаниях РД и основных положений понятийного и методологического аппарата теории надежности;
- формирование навыков обработки результатов испытаний и умения применять теоретические основы надежности для решения практических задач;
- формирование навыков типовых расчетов показателей надежности РД и других элементов и систем летательных аппаратов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- классификация испытаний на надёжность;
- основы организации испытаний на надёжность;
- основные понятия, определения и положения теории надежности технических объектов;
- надежность и ее составляющие;
- техническое состояние, виды технического состояния;
- понятие отказа, критерий отказа, виды отказов;
- надежность невосстанавливаемых технических объектов;
- надежность восстанавливаемых технических объектов;
- структурный метод расчета надежности: последовательность, учет статистической зависимости отказов элементов технического объекта;
- резервирование, виды резервирования, кратность и эффективность резервирования;
- структурно-функциональная схема надежности РД и летательного аппарата;
- способы обеспечения надежности и резервирование в РД (летательных аппаратах);
- воспламенительные устройства РДТТ, параметры срабатывания.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает основы теории надежности и методы разработки и построения автоматизированных систем регистрации и обработки экспериментальной информации	Знает методы разработки и построения автоматизированных систем регистрации и обработки экспериментальной информации.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умеет анализировать результаты расчета показателей надежности и использовать современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации	Умеет использовать современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации.	Зачет
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеет навыками регистрации, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований с использованием автоматизированных систем	Владеет навыками регистрации, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований с использованием автоматизированных систем.	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	62	62	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории надежности технических объектов	7	0	10	30
<p>Введение.</p> <p>Основные сведения о надежности технических объектов. Направления развития. Задачи теории надежности.</p> <p>Тема 1. Понятия и определения надежности.</p> <p>Технический объект. Надежность и ее составляющие: безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность.</p> <p>Техническое состояние. Виды технического состояния: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, рабочее, нерабочее, предотказное и предельное.</p> <p>Временные понятия: наработка, ресурс, назначенный ресурс, остаточный ресурс, срок службы.</p> <p>Тема 2. Основные сведения об отказе.</p> <p>Понятие отказа. Критерий отказа. Виды отказов.</p> <p>Отказ как случайное событие. Описание отказов с помощью алгебры событий. Статистическая независимость отказов.</p> <p>Тема 3. Надежность невосстанавливаемых технических объектов.</p> <p>Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Основная формула теории надежности.</p> <p>Законы распределения времени работы до отказа.</p> <p>Параметрическая модель отказов «прочность-нагрузка».</p> <p>Тема 4. Надежность восстанавливаемых технических объектов.</p> <p>Потоки отказов и восстановлений. Динамика надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых технических объектов.</p> <p>Коэффициент готовности.</p> <p>Тема 5. Структурный метод расчета надежности.</p> <p>Цель расчета надежности технических объектов.</p> <p>Метод структурной схемы надежности.</p> <p>Последовательность расчета. Учет статистической зависимости отказов элементов технического объекта.</p> <p>Тема 6. Общие сведения о резервировании технических объектов.</p> <p>Понятие резервирования. Виды резервирования.</p> <p>Кратность резервирования. Общее постоянное резервирование. Раздельное постоянное резервирование. Эффективность резервирования.</p>				
Общие сведения об испытаниях РД	7	18	0	32
<p>Тема 6. Общие сведения об испытаниях РД</p> <p>Роль и место испытаний в комплексе работ по созданию РД. Ракетный двигатель как объект</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>испытаний. Классификация испытаний. Автоматизированные системы регистрации и обработки экспериментальной информации</p> <p>Тема 7. Основы организации испытаний Общие положения. Метрологические характеристики. Оценка погрешностей. Оценка надежности по результатам испытаний Методы планирования испытаний.</p> <p>Тема 8. Обработка результатов испытаний Методы обработки результатов испытаний. Статистические оценки параметров. Функция распределения по результатам испытаний. Интервальное оценивание генеральных характеристик. Определительные испытания. Планирование и оценка безотказности. Контрольные испытания. Планирование контрольных испытаний. Метод последовательного анализа. Метод усеченной последовательности. Показатели и виды ускоренных испытаний. Построение базовой зависимости и выбор режима испытаний. Планирование ускоренных испытаний и обработка их результатов. Использование автоматизированных систем для регистрации и обработки экспериментальной информации.</p> <p>Тема 9. Испытание воспламенительного устройства (ВУ) РДТТ. Определение параметров горения заряда ВУ. Физическая модель процесса. Математическая модель процесса. Экспериментальная установка для определения давления срабатывания ВУ. Комплекс программ для расчёта на ЭВМ параметров горения заряда ВУ.</p>				
ИТОГО по 10-му семестру	14	18	10	62
ИТОГО по дисциплине	14	18	10	62

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение правил умножения и сложения вероятностей для расчета показателей безотказности технических объектов
2	Расчет показателей безотказности технических объектов методом структурной схемы
3	Расчет надежности механических систем
4	Расчет показателей надежности гидравлических систем
5	Расчет эффективности общего и раздельного постоянного резервирования

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Дифференциальный метод определения ошибок
2	Определение внутрибаллистических характеристик РДТТ
3	Стендовые измерения и построение модели по экспериментальным данным
4	Оценка погрешностей измерений по результатам испытаний
5	Экспериментальная установка для определения давления срабатывания ВУ
6	Обработка результатов испытаний ВУ
7	Экскурсия в АО НИИПМ г. Пермь. Посещение комплекса НПК2

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. - Москва: Юрайт, 2019.	20
2	Липанов А. М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / А. М. Липанов, А. В. Алиев. - М.: Машиностроение, 1995.	15
3	Половко А. М. Основы теории надежности : практикум : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006.	17
4	Фахрутдинов И. Х. Ракетные двигатели твердого топлива / И. Х. Фахрутдинов. - Москва: Машиностроение, 1981.	42
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - Москва: КНОРУС, 2010.	80
2	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - Москва: Высш. шк., 2003.	190
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Алчинов В. И. Надежность технических систем военного назначения : учебное пособие / Алчинов В. И. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-124635">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-124635</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Березкин Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Березкин Е. Ф. - Санкт-Петербург: Лань, 2019.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115514">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115514</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Липанов А. М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / А. М. Липанов, А. В. Алиев. - Москва: Машиностроение, 1995.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6283">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6283</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Методы и средства обработки ракетных двигателей твердого топлива. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2019. - (Конструкция ракетных двигателей твердого топлива : монография : в 4 ч.; Ч. 4).	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7548">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7548</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Половко А. М. Основы теории надежности : практикум : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2475">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2475</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LabVIEW (NI Academic Site License № 469934 )
Среды разработки, тестирования и отладки	Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching )



#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	12

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Испытание и обеспечение надежности ракетных двигателей»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Специальность:</b>	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
<b>Специализация программы специалитета:</b>	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
<b>Квалификация выпускника:</b>	инженер
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
<b>Форма обучения:</b>	очная

**Курс:** 5

**Семестр:** 10

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 10 семестр

Пермь, 2022 г.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (10-го семестр учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В первом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. Во втором модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам, и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	текущий		рубежный		промежуточный
	С	ТО	ОПЗ/ ОЛР	Т/КР	зачет
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1.</b> Знает основные понятия, термины и определения теории испытаний РД и теории надежности	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.2.</b> Знает причины возникновения и классификацию отказов механических, гидравлических и пневматических систем РД	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.3.</b> Знает критерии отказа	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>

<b>3.4.</b> Знает модели отказов механических, гидравлических и пневматических систем РД (летательных аппаратов)	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.5.</b> Знает целевое назначение расчетов надежности систем на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.6.</b> Знает показатели надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых механических, гидравлических и пневматических систем	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.7.</b> Знает свойства простейшего потока отказов	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>3.8.</b> Знает способы резервирования	<i>С</i>	<i>ТО</i>		<i>КР</i>	<i>ТВ</i>
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1.</b> Умеет обрабатывать результаты испытаний с помощью программ для ЭВМ			<i>ОЛР</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>У.2.</b> Умеет формулировать условие отказа системы и разрабатывать структурные схемы надежности			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>У.3.</b> Умеет на основе размеченного графа состояний системы составлять уравнения Колмогорова и находить финальные вероятности безотказной работы			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>У.4.</b> Умеет применять граф работоспособных состояний для определения вероятности безотказной работы систем			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>У.5.</b> Умеет определять требуемую кратность резервирования и эффективность раздельного резервирования в РД			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>У.6.</b> Умеет анализировать результаты расчета показателей надежности, давать им физическую интерпретацию			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1.</b> Владеет методом оценки надежности по результатам испытаний			<i>ОЛР</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>В.2.</b> Владеет основными терминами и понятиями теории испытаний РД и теории надежности			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>В.3.</b> Владеет методом структурных схем надежности			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>
<b>В.4.</b> Владеет методом расчета высоконадежных механических, гидравлических и пневматических систем			<i>ОПЗ</i>	<i>КР</i>	<i>ПЗ</i>

*С* – собеседование по теме; *ТО* – теоретический опрос; *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа); *РР* – расчетная работа; *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям**

Всего запланировано 5 практических занятий и 4 лабораторные работы. Типовые темы приведены в РПД.

Защита отчета проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы теории надежности РД (летательных аппаратов)», вторая КР – по модулю 2 «Общие сведения об испытаниях РД».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Понятие повреждения, отказа, наработки, технического ресурса и срока службы.
2. Цель и методы расчета надежности на этапах проектирования, производства и эксплуатации.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Роль и место испытаний в комплексе работ по созданию РД.
2. Оценка надежности по результатам испытаний.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам, и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные понятия, термины и определения теории надежности (ГОСТ 27.002).
2. Причины отказов механических, гидравлических и пневматических систем. Модели отказов. Критерий отказа (ГОСТ 27.002).
3. Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.
4. Методы расчета показателей надежности механических, гидравлических и пневматических систем.
5. Виды резервирования.
6. Причины отклонения от нормального функционирования узлов и систем агрегатов в процессе его доводки.
7. Абсолютная и относительная ошибка.
8. Потребная точность определения параметров.
9. Классификация погрешностей (систематические, случайные и грубые).
10. Метод наименьших квадратов.
11. Структурно-функциональная схема надёжности РД и летательного аппарата.
12. Способы обеспечения надёжности и резервирование в РД (летательных аппаратах).
13. Воспламенительные устройства РДТТ, параметры срабатывания.
14. Испытание воспламенительного устройства РДТТ.
15. Обработка результатов испытаний воспламенительного устройства РДТТ.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и уровня приобретенных владений:**

1. Провести расчёт показателей надёжности РДТТ.
2. Опишите дифференциальный метод определения ошибок. Приведите пример.
3. Провести оценку погрешностей измерений по результатам испытаний.
4. Расчёт эффективности общего и отдельного постоянного резервирования.
5. Современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации.
6. Статистическая обработка результатов испытаний воспламенительного устройства РДТТ с помощью теории планирования эксперимента.
7. Определение скорости горения и функции недогорания воспламенительного устройства РДТТ.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.



## **Приложение к ФОС для проведения аттестации по дисциплине «Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей»**

Типовые контрольные задания для оценки результатов обучения по дисциплине

### **Вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные понятия, термины и определения теории надёжности (ГОСТ 27.002).
2. Причины отказов механических, гидравлических и пневматических систем. Модели отказов. Критерий отказа (ГОСТ 27.002).
3. Показатели надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.
4. Методы расчета показателей надёжности механических, гидравлических и пневматических систем.
5. Виды резервирования.
6. Причины отклонения от нормального функционирования узлов и систем агрегатов в процессе его доводки.
7. Абсолютная и относительная ошибка.
8. Потребная точность определения параметров.
9. Классификация погрешностей (систематические, случайные и грубые).
10. Метод наименьших квадратов.
11. Структурно-функциональная схема надёжности РД и летательного аппарата.
12. Способы обеспечения надёжности и резервирование в РД (летательных аппаратах).
13. Воспламенительные устройства РДТТ, параметры срабатывания.
14. Испытание воспламенительного устройства РДТТ.
15. Обработка результатов испытаний воспламенительного устройства РДТТ.

### **Задания для контроля усвоенных умений и владений:**

1. Провести расчёт показателей надёжности РДТТ.
2. Опишите дифференциальный метод определения ошибок. Приведите пример.
3. Провести оценку погрешностей измерений по результатам испытаний.
4. Расчёт эффективности общего и отдельного постоянного резервирования.
5. Современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации.
6. Статистическая обработка результатов испытаний воспламенительного устройства РДТТ с помощью теории планирования эксперимента.
7. Определение скорости горения и функции недогорания воспламенительного устройства РДТТ.