

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

« 26 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Испытания и обеспечение надежности энергетических установок
летательных аппаратов

(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: Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты двигателей
летательных аппаратов

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний об основных положениях теории надежности и испытаний энергетических установок ЛА, умений применять их для решения практических задач и владений навыками типовых расчётов надежности энергетических установок ЛА.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение базовых сведений об испытаниях энергетических установок ЛА 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 энергетических установок ЛА.

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 энергетических установок ЛА;
- способы обеспечения надежности и резервирование в энергетических установках ЛА.

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-1.7	ИД-1ПК-1.7	Знает методы разработки и построения автоматизированных систем регистрации и обработки экспериментальной информации	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.7	ИД-2ПК-1.7	Умеет использовать современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.7	ИД-3ПК-1.7	Владеет навыками регистрации, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований с использованием автоматизированных систем	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-1.8	ИД-1ПК-1.8	Знает основные положения теории надежности	Знает конструктивные особенности систем энергетических установок	Зачет
ПК-1.8	ИД-2ПК-1.8	Умеет анализировать результаты расчета показателей надежности и организовать подготовку испытаний объектов профессиональной деятельности	Умеет организовать подготовку испытаний объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.8	ИД-3ПК-1.8	Владеет навыками расчетов приведенных характеристик и доводочных испытаний объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками расчетов приведенных характеристик и доводочных испытаний объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы

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:	56	56	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	52	52	
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	
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	14	0	14	26
<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. 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. Законы распределения времени работы до отказа. 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. Метод структурной схемы надежности. 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. Кратность резервирования. Общее постоянное резервирование. Раздельное постоянное резервирование. Эффективность резервирования.</p>				
Общие сведения об испытаниях энергетических установок ЛА	10	16	0	26
Тема 7. Общие сведения об испытаниях энергетических установок ЛА.				

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>Роль и место испытаний в комплексе работ по созданию энергетических установок ЛА.</p> <p>Классификация испытаний энергетических установок ЛА. Этапы, виды и назначение испытаний.</p> <p>Исследовательские испытания, виды, цели и решаемые задачи. Фундаментальные и предварительные испытания. Приемочные, межведомственные, квалификационные испытания.</p> <p>Контрольные испытания при серийном производстве.</p> <p>Испытания на прочность, герметичность и устойчивость работы при механических и климатических воздействиях. Ресурсные испытания.</p> <p>Тема 8. Стендовые испытания.</p> <p>Основы организации испытаний. Общие положения.</p> <p>Метрологические характеристики. Оценка погрешностей. Оценка надежности по результатам испытаний. Методы планирования испытаний.</p> <p>Гидравлические схемы для испытания насосов и гидромоторов.</p> <p>Периодические и приемосдаточные испытания насосов и гидромоторов, испытания насосов и гидромоторов в сочлененном состоянии.</p> <p>Испытание гидроаппаратов. Функции, выполняемые гидроаппаратом.</p> <p>Типовая гидравлическая схема стенда для испытаний гидроаппарата, порядок проведения испытаний.</p> <p>Испытания гидроприводов. Виды испытаний гидроприводов. Контрольные и ресурсные испытания гидроприводов.</p> <p>Тема 9. Обработка результатов испытаний.</p> <p>Методы обработки результатов испытаний.</p> <p>Статистические оценки параметров. Функция распределения по результатам испытаний.</p> <p>Интервальное оценивание генеральных характеристик. Определительные испытания.</p> <p>Планирование и оценка безотказности. Контрольные испытания. Планирование контрольных испытаний.</p> <p>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.</p> <p>Использование автоматизированных систем для регистрации и обработки экспериментальной информации.</p>				
ИТОГО по 10-му семестру	24	16	14	52
ИТОГО по дисциплине	24	16	14	52

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 показателей надежности механических систем.
4	Расчет показателей надежности гидравлических систем.
5	Структурный метод расчета надежности.
6	Расчет эффективности общего и отдельного постоянного резервирования.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Параметрические испытания центробежного насоса.
2	Кавитационные испытания центробежного насоса.
3	Экспериментальное определение влияния гидравлического сопротивления всасывающего трубопровода на характеристику насоса.
4	Экспериментальное определение влияния напряжения питания центробежного насоса на его характеристики.
5	Экспериментальное определение влияния гидравлического сопротивления нагнетательного трубопровода на характеристику насоса.
6	Основы работы с ИВК "Мера".
7	Стендовые измерения и построение модели по экспериментальным данным.
8	Оценка погрешностей измерений по результатам испытаний.

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
1. Основная литература		
1	Гидравлика, гидромашин и гидроприводы : учебник для вузов / Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б., Байбаков О. В. 4-е изд., стер. Москва : Альянс, 2010. 423 с.	144
2	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. 12-е изд., перераб. Москва : Юрайт, 2010. 479 с.	19

3	Никитин О.Ф. Надежность, диагностика и эксплуатация гидропривода мобильных объектов : курс лекций с решением примеров. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 312 с.	3
4	Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 702 с.	22
5	Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем : учебное пособие для вузов / Александровская Л. Н., Круглов В.И., Кузнецов А. Г., Кузнецов В. А. М. : Логос, 2003. 735 с.	67
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Башта Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика : учебник для вузов. Москва : Машиностроение, 1972. 320 с.	9
2	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие для вузов. 5-е изд., стер. Москва : КНОРУС, 2010. 480 с.	78
3	Гидравлические и пневматические системы. Пневматические приводы и средства автоматизации. Москва : ФОРУМ, 2004. 235 с.	10
4	Друзьякин И. Г., Лыков А. Н. Технические измерения и приборы : учебное пособие. Пермь : ПГТУ, 2008. 411 с.	59
5	Испытания авиационных двигателей : учебник для вузов / Григорьев В. А., Кузнецов С. П., Гишваров А. С., Белоусов А. Н. Москва : Машиностроение, 2009. 502 с.	12
6	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов. Москва : Высшая школа, 2003. 463 с.	189
7	Пневматические и гидравлические приводы и системы. Гидравлические приводы и системы. Москва : ФОРУМ, 2007. 295 с.	16
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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 / В.И. Алчинов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 324 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-124635	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Березкин Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие / Е.Ф. Березкин. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2022. – 260 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-206369	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Григорьев В.А. Испытания авиационных двигателей: учебник для вузов / Григорьев В.А., Кузнецов С.П., Гишваров А.С., Белоусов А.Н., Бочкарев С.К., Ильинский С. А., Шепель В.Т., Овчаров А. А. – Москва: Машиностроение, 2016. – 542 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-107147	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Друзьякин И. Г. Технические измерения и приборы: учебное пособие / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 412 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2814	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем: учебное пособие / Т. С. Леготкина. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 123 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2922	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
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.

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LabVIEW (NI Academic Site License № 469934)

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	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	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
**«Испытания и обеспечение надежности энергетических установок
летательных аппаратов»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Специальность:	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация программы специалитета	Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты двигателей летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	специалист
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 5

Семестр(ы): 10

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3

Часов по рабочему учебному плану:

108

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 10

Пермь, 2023 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-й 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 – аудиторские лекционные занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты 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 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		итоговый
	С	ТО	ОПЗ	ОЛР	зачет
Усвоенные знания					
З.1. Знает методы разработки и построения автоматизированных систем регистрации и обработки экспериментальной информации.		ТО2			ТВ
З.2. Знает основные положения теории надежности.		ТО1			ТВ
Освоенные умения					
У.1 Умеет использовать современные системы регистрации и обработки экспериментальной информации.				ОЛР1-ОЛР8	ПЗ
У.2 Умеет анализировать результаты расчета показателей надежности и организовать подготовку испытаний объектов профессиональной деятельности.			ОПЗ1-ОПЗ6	ОЛР1-ОЛР8	ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	текущий		рубежный		итоговый
	С	ТО	ОПЗ	ОЛР	зачет
Приобретенные владения					
В.1. Владеет навыками регистрации, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований с использованием автоматизированных систем.				ОЛР1- ОЛР8	КЗ
В.2. Владеет навыками расчетов приведенных характеристик и доводочных испытаний объектов профессиональной деятельности.				ОЛР1- ОЛР8	КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.

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, освоенных 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 6 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. 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 технических объектов», вторая КР – по модулю 2 «Общие сведения об испытаниях энергетических установок летательных аппаратов».

Типовые задания первой КР:

1. Надежность и ее составляющие: безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность.
2. Виды технического состояния: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, рабочее, нерабочее, предотказное и предельное.
3. Временные понятия: наработка, ресурс, назначенный ресурс, остаточный ресурс, срок службы.
4. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
5. Динамика надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых технических объектов.
6. Учет статистической зависимости отказов элементов технического объекта.
7. Учет статистической зависимости отказов элементов технического объекта.
8. Эффективность резервирования.

Типовые задания второй КР:

1. Исследовательские испытания, виды, цели и решаемые задачи.
2. Оценка надежности по результатам испытаний.
3. Испытания гидроприводов. Виды испытаний гидроприводов.
4. Планирование контрольных испытаний.
5. Планирование ускоренных испытаний и обработка их результатов.

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

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для 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.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Надежность и ее составляющие: безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность.
2. Виды технического состояния: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, рабочее, нерабочее, предотказное и предельное.
3. Временные понятия: наработка, ресурс, назначенный ресурс, остаточный ресурс, срок службы.
4. Понятие отказа. Критерий отказа. Виды отказов.
5. Описание отказов с помощью алгебры событий.
6. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
7. Динамика надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых технических объектов.
8. Учет статистической зависимости отказов элементов технического объекта.
9. Эффективность резервирования.
10. Классификация испытаний энергетических установок ЛА.
11. Этапы, виды и назначение испытаний.
12. Исследовательские испытания, виды, цели и решаемые задачи.
13. Контрольные испытания при серийном производстве.
14. Испытания на прочность, герметичность и устойчивость работы при механических и климатических воздействиях.
15. Ресурсные испытания.
16. Оценка надежности по результатам испытаний.
17. Типовая гидравлическая схема стенда для испытаний гидроаппарата.
18. Испытания гидроприводов. Виды испытаний гидроприводов.
19. Планирование контрольных испытаний.
20. Планирование ускоренных испытаний и обработка их результатов.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Провести расчет показателей безотказности технических объектов методом структурной схемы.
2. Провести расчет показателей надежности механической системы.
3. Провести расчет показателей надежности гидравлической системы.
4. Провести расчет эффективности общего и отдельного постоянного резервирования.
5. Провести кавитационные испытания центробежного насоса.
6. Определить влияние гидравлического сопротивления всасывающего трубопровода на характеристику насоса.
7. Оценить погрешности измерений по результатам испытаний.

2.4.2.2. 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 зачета.

Типовые шкалы 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.