



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

С.В. Кузнецов,
Е.Р. Майская,
А.Г. Демченко

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины

для студентов III курса
направления 25.03.02
всех форм обучения

Москва
2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра технической эксплуатации авиационных
электросистем и пилотажно-навигационных комплексов**
С.В. Кузнецов, Е.Р. Майская, А.Г. Демченко

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины

*для студентов III курса
направления 25.03.02
всех форм обучения*

Москва
2019

ББК 052-082

К-89

Рецензент:

Соловьев Ю.С. – канд. техн. наук

Кузнецов С.В.

К-89 Основы теории надежности: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины./ С.В. Кузнецов, Е.Р. Майская, А.Г. Демченко. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 16 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы теории надежности» по учебному плану для студентов III курса направления 25.03.02 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 28.02.2019 г. и методического совета 28.02.2019 г.

Учебно-методическое пособие издается в авторской редакции.

Подписано в печать 10.04.2019 г.

Формат 60x84/16 Печ.л. 1 Усл. печ. л. 0,93

Заказ 451/4862 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Отпечатано ООО «МИР»

394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119 А, лит. Я, оф. 215

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель освоения дисциплины. Получение студентами знаний, умений и навыков в области теории и практики надежности технических устройств и систем в результате изучения понятийного аппарата по теории надежности, методов и средств исследования, оценки и обеспечения надежности авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Задачи изучения дисциплины. Приобретение профессиональных компетенций, направленных на экспериментально-исследовательскую, расчетно-проектную, организационно-управленческую и производственно-технологическую профессиональную деятельность, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

профессиональные:

- способность решать вопросы обеспечения качества технического обслуживания и ремонта АЭС и ПНК как в условиях базового предприятия, так и вне базы (ПК-10);
- способность к участию в проведении комплекса плано-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности объектов АЭС и ПНК к испытаниям и эффективному использованию по назначению (ПК-12);

В результате изучения дисциплины «**Основы теории надежности**» обучающийся должен:

- по компетенции ПК-10

знать:

- теоретические положения, лежащие в основе надежности АЭС и ПНК (ПК-10.1.1);

уметь:

- применять теоретические положения, для анализа и прогнозирования свойств и характеристик надежности АЭС и ПНК (ПК-10.2.1);

владеть:

- навыки анализа и прогнозирования свойств и характеристик надежности АЭС и ПНК (ПК-10.3.1);

- по компетенции ПК-12

знать:

- теоретические положения, лежащие в основе расчетов количественных показателей безотказности, исправности, работоспособности и готовности объектов АЭС и ПНК (ПК-12.1.1);

уметь:

- осуществлять расчет количественных показателей безотказности, исправности, работоспособности и готовности объектов АЭС и ПНК (ПК-12.2.1);

владеть:

- навыками расчета количественных показателей безотказности, исправности, работоспособности и готовности объектов АЭС и ПНК (ПК-12.3.1).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «**Основы теории надежности**» относится к учебным дисциплинам базовой части учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.02 -Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, квалификация (степень) - бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам:

Высшая математика,
Автоматика и управление,
в частности:

знать:

- основные понятия алгебры и аналитической геометрии;
- основные понятия дифференциального исчисления;
- основные понятия интегрального исчисления;
- основные понятия дифференциального исчисления функций нескольких переменных ;

уметь:

- применять методы алгебры и аналитической геометрии при анализе и решении прикладных задач;
- применять методы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных при решении задач физики и техники;
- делать выводы по результатам статистического анализа экспериментальных данных;

владеть:

- владеть основными законами, положениями и методами высшей математики;
- - использования основных положений, законов и методов естественных наук и математики,
- использования принципов и методов планирования эксперимента.

Освоение дисциплины «**Основы теории надежности**» необходимо для последующих дисциплин:

Основы технической эксплуатации АЭС и ПНК,
Пилотажно-навигационные комплексы,
АЭС и ПНК конкретного типа ВС,
Техническое обслуживание и ремонт АЭС и ПНК,
Авионика управления полетом,
АЭС и авионика конкретного типа ВС,
Техническое обслуживание и ремонт АЭС и авионики.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. АВИАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАК ОБЪЕКТ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Тема 1.1. Введение. Влияние надежности авиационной техники на безопасность полетов и экономику воздушного транспорта

Лекция 1. Историческая справка о создании службы надежности в России. Теория надежности как область знаний, охватывающая математический аппарат, методы и средства исследований, оценки и обеспечения надежности технических устройств. Развитие научных исследований в области надежности. Проблемы практической реализации надежности на стадиях жизненного цикла изделий авиационной техники. Требования ИКАО и авиационных властей государств к разработчикам и эксплуатантам авиационной техники по безопасности полетов и надежности воздушных судов. Отражение вопросов надежности авиационной техники в Воздушном кодексе РФ и Нормах летной годности воздушных судов.

Литература: [1].

Тема 1.2. Основные понятия, термины и определения надежности в технике

Лекция 2. Изделие и составные части изделия как объекты надежности. Система и элементы системы. Надежность и готовность изделия. Определение понятий безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость изделий. Возможные состояния изделий в процессе эксплуатации (работоспособное, неработоспособное, исправное, неисправное). Виды неработоспособных и неисправных состояний. Понятия: дефект, повреждение, отказ. Виды отказов. Понятия: техническое обслуживание, восстановление, ремонт. Восстанавливаемое и невосстанавливаемое изделие. Ремонтруемое и неремонтируемое изделие.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 1.3. Факторы, определяющие надежность авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

Классификационные признаки, разделяющие факторы, определяющие надежность изделий, на три группы. Характеристики конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. Влияние условий эксплуатации и внешней среды на надежность изделий. Климатические условия, механические, электромагнитные и биологические воздействия, а также меры и способы снижения их негативного влияния на надежность изделий. Организация подразделений и служб надежности в конструкторских бюро, на заводах и в эксплуатационных предприятиях.

Литература: [1, УМЛ 1].

РАЗДЕЛ 2. НАДЕЖНОСТЬ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Тема 2.1. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий

Лекция 3. Модель наработки совокупности однотипных невосстанавливаемых изделий. Понятие наработки до отказа как непрерывной случайной величины. Причины, обуславливающие случайный характер наработки до отказа. Показатели безотказности и требования к ним, устанавливаемые при проектировании изделий исходя из требований по безопасности полетов. Вероятность безотказной работы изделия. Условная вероятность безотказной работы. Вероятность отказа изделия как функция распределения наработки до отказа. Плотность распределения наработки до отказа. Интенсивность отказов. Графики изменения плотности распределения наработки до отказа и интенсивности отказов с увеличением наработки изделия. Характеристика периодов «приработки», «нормальной эксплуатации» и «деградации».

Средняя наработка до отказа, как математическое ожидание наработки до отказа. Связь средней наработки до отказа с вероятностью безотказной работы изделия. Средняя наработка на отказ. Усредненная наработка на отказ и средняя наработка на одно изделие в произвольный момент наработки изделия. Основное интегральное уравнение надежности. Соотношения между показателями безотказности.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 2.2. Законы распределения, используемые в исследованиях и расчетах надежности

Лекция 4. Экспоненциальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при экспоненциальном распределении. Выводы выражений для определения показателей безотказности изделий при экспоненциальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при экспоненциальном распределении. Нормальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при нормальном распределении. Усеченное и не усеченное нормальное распределение. Выводы выражений для определения коэффициента усечения, вероятности безотказной работы, интен-

сивности отказов и средней наработки до отказа при нормальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при нормальном распределении. Особенности логарифмического нормального распределения. Применение экспоненциального и нормального распределений в задачах надежности.

Распределения Вейбулла и Релея. Плотности распределения наработки до отказа при распределениях Вейбулла и Релея. Вывод выражений для определения показателей безотказности изделий при распределениях Вейбулла и Релея. Взаимосвязь распределений Вейбулла и Релея. Условия, при которых распределение Вейбулла вырождается в экспоненциальное распределение или в распределение Релея. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при распределениях Вейбулла и Релея. Общая характеристика биномиального распределения, распределения Пуассона, гамма-распределения и равномерной плотности распределения и их применение в задачах надежности.

Литература: [1, УМЛ 1].

ПЗ 1. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при постоянной и линейной зависимости интенсивности отказов от наработки (4ч)

Литература: [1, УМЛ 1].

ПЗ 2. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при нормальном законе и законах распределения Вейбулла и Релея (4 ч)

Литература: [1, УМЛ 1].

Лабораторная работа №1. Обработка статистики и исследования характеристик надежности невосстанавливаемых изделий .

Литература: [1, УМЛ 1].

РАЗДЕЛ 3. НАДЕЖНОСТЬ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Тема 3.1. Восстановление бортового оборудования в процессе эксплуатации

Лекция 5. Бортовое оборудование воздушного судна как сложная система с иерархической структурой. Построение иерархической структуры типовой функциональной системы бортового оборудования. Функциональная система как совокупность конструктивно съемных блоков (КСБ). КСБ как совокупность конструктивно сменных модулей (КСМ). КСМ как совокупность конструктивно заменяемых элементов (КЗЭ). Определение ситуаций и условий эксплуатации, при которых функциональная система, КСБ и КСМ представляют собой восстанавливаемые изделия. Модели наработки отдельного восстанавливаемого изделия. Обоснование допущения о мгновенном и полном восстановлении изделия после отказа. Модель наработки совокупности однотипных восстанавливаемых изделий. Наработка изделия между отказами. Наработка изделия, в течение которой происходит « n » отказов. Случайный характер этих величин и плотности их распределения.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 3.2. Среднее число отказов восстанавливаемых изделий

Число отказов изделия из совокупности однотипных изделий при заданной наработке как случайная дискретная величина. Представление потока отказов восстанавливаемого изделия в виде стационарного пуассоновского потока. Определение среднего числа отказов изделия при экспоненциальном распределении наработки между отказами. Определение среднего числа отказов изделия при нормальном распределении наработки между отказами. Определение статистического значения среднего числа отказов изделия.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 3.3. Параметр потока отказов восстанавливаемых изделий

Лекция 6. Определение параметра потока отказов. Связь параметра потока отказов и среднего числа отказов восстанавливаемого изделия. Три формы представления параметра потока отказов. Вывод выражений для определения параметра потока отказов при трех формах его представления. Связь среднего параметра потока отказов (третья форма) с показателями безотказности восстанавливаемых изделий. Расчет интенсивности отказов по значениям параметра потока отказов.

Литература: [1, УМЛ 1].

ПЗ 3. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых изделий (4ч.)

Литература: [1, УМЛ 1].

Лабораторная работа №2 Исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения.

Литература: [1, УМЛ 1].

РАЗДЕЛ 4. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ И РАСЧЕТЫ НАДЕЖНОСТИ

Тема 4.1. Расчет надежности методом структурных схем

Лекция 7. Условия и ограничения применения метода. Минимальная функциональная структура системы. Структурная схема надежности системы. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов. Определение показателей безотказности системы путем преобразования ее структурной схемы надежности.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 4.2. Расчет надежности методом логических схем и схемно-функциональным методом

Условия и ограничения применения метода логических схем. Определение логических условий работоспособности систем. Построение логических схем работоспособности. Составление логических уравнений событий. Определение выражений для расчета вероятности безотказной работы систем. Условия и ограничения применения схемно-функционального метода. Составление таблиц расчетных состояний многофункциональных систем. Использование таблиц расчетных состояний для расчета вероятностей безотказной работы многофунк-

циональных систем по отдельным функциям и систем в целом.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 4.3. Виды и способы резервирования. Расчет надежности при общем постоянном резервировании

Лекция 8. Повышение надежности с применением резервирования. Структурное, информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Обобщенная структурная схема надежности системы при общем постоянном резервировании. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказа и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Эффективность общего постоянного резервирования.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 4.4. Расчет надежности при раздельном постоянном резервировании

Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном постоянном резервировании. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказов и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Сравнение эффективностей общего и раздельного постоянного резервирования.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 4.5. Расчет надежности при общем и раздельном резервировании замещением

Лекция 9. Обобщенная структурная схема надежности системы при общем резервировании замещением. Определение условий работоспособности резервированной системы. Представление сложного события безотказной работы резервированной системы в виде логической суммы двух событий, характеризующих работу основной системы на заданном участке наработки. Определение выражения для расчета вероятности безотказной работы системы как сложного события при различной кратности резервирования. Определение выражения для расчета средней наработки системы до отказа при различной кратности резервирования. Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном резервировании замещением. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, средней наработки до отказа системы. Сравнение эффективностей общего и раздельного резервирования замещением.

ПЗ 4. Расчет надежности систем при общем резервировании

ПЗ 5. Расчет надежности систем при раздельном резервировании

ПЗ 6. Расчет надежности систем при смешанном соединении элементов

ПЗ 7. Расчет надежности методом логических схем и схемно-функциональным методом

РАЗДЕЛ 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тема 5.1. Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости

Лекция 10. Разделение показателей долговечности на две группы в зависимости от исчисления момента наступления предельного состояния (по наработке и по календарной продолжительности эксплуатации). Понятие «ресурса». Виды ресурса (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Понятие «срок службы». Виды сроков службы (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Определение выражений для расчета ресурсов и сроков службы. Связь ремонтпригодности изделия с процедурами поддержания и восстановления его исправного состояния. Среднее и гамма-процентное время восстановления. Интенсивность восстановления. Вероятность восстановления за заданное время. Определение выражений для расчета показателей ремонтпригодности. Сохраняемость изделия в течение и после хранения и (или) транспортирования. Средний и гамма-процентный сроки сохраняемости. Определение выражений для расчета показателей сохраняемости.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 5.2. Комплексные показатели надежности

Лекция 11. Понятие «коэффициент готовности». Мгновенный, средний, оперативный, стационарный и эксплуатационный коэффициенты готовности. Коэффициент технического использования. Коэффициент планируемого применения. Критерии экономической функциональной и технической эффективности. Коэффициент сохранения эффективности.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 5.3. Точность и достоверность статистических оценок показателей надежности

Понятия «доверительный интервал» и «доверительная вероятность». Расчет доверительных интервалов оценки показателей надежности при Пуассоновском потоке отказов изделий. Оценка границ доверительного интервала наработки изделия до заданной вероятности безотказной работы. Расчет доверительных границ для различных распределений. Расчет доверительного интервала для математического ожидания наработки до отказа. Расчет доверительного

интервала для дисперсии.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 5.4. Сбор и обработка статистики по надежности

Лекция 12. Система сбора и обработки данных об отказах и неисправностях авиационной техники в России. Содержание карточек учета неисправностей. Типовая методика анализа и оценки надежности авиатехники эксплуатационных предприятий гражданской авиации. Доработка изделий авиационной техники на основании анализа ее надежности. Зарубежные системы информационного взаимодействия разработчиков, производителей и эксплуатантов авиационной техники по вопросам надежности воздушных судов.

Литература: [1, УМЛ 1].

Тема 5.5. Оптимизация требований к надежности систем

Задачи, возникающие при разработке требований к надежности изделий. Оценка требований к надежности проектируемого бортового комплекса. Оптимизация распределения надежности между функциональными системами комплекса при заданном значении времени безотказной работы комплекса. Оптимизация требований к надежности системы при заданных массах системы и ее элементов и вероятностях отказов элементов. Оптимизация стоимости системы при заданных надежности и функциональной связи надежности со стоимостью ее элементов. Оптимизация стоимости систем при заданной надежности системы и стоимости ее элементов.

Литература: [1, УМЛ 1].

ПЗ 8. Расчет точности и достоверности статистических оценок надежности

ПЗ 9. Расчет единичных и комплексных показателей эксплуатационной надежности

ПЗ 10. Определение оптимальных требований к надежности систем

Лабораторная работа №3. Исследование характеристик надежности с учетом ресурса изделий.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Основы теории надежности*» представлено учебником, учебно-методическими пособиями: [1, УМЛ 1].

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
Защита лабораторной работы №1. Обработка статистики и исследования характеристик надежности невосстанавливаемых изделий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое невосстанавливаемое изделие? 2. Какими характеристиками надежности обладает невосстанавливаемое изделие? 3. Как рассчитать характеристики надежности невосстанавливаемого изделия? 4. Как обработать статистику для расчета характеристики надежности невосстанавливаемого изделия? 5. Каковы результаты обработки статистики для исследования характеристик надежности невосстанавливаемых изделий? 	<p>«Защищено» ставится студенту при выполнении ЛР, если он:</p> <ul style="list-style-type: none"> - владеет теоретическими знаниями по теме лабораторной работы; - в полном объеме выполнил экспериментальную часть работы; - проведена расчетная часть по итогам проведения эксперимента; - даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. <p>Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.</p>
Защита лабораторной работы №2. Исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие вы знаете законы распределения характеристик надежности? 2. Как провести исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения? 3. Каковы результаты исследования характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения? 4. Как эти результаты можно применить для анализа процессов ТОиР АЭС и ПНК? 5. Что делать, если закон распределения заранее неизвестен? 	
Защита лабораторной работы №3. Исследо-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое ресурс изделия? 2. Как учитывается ресурс при 	

вание характеристик надежности с учетом ресурса изделий.	<p>расчете характеристик надежности?</p> <p>3. Как провести исследование характеристик надежности с учетом ресурса изделий?</p> <p>4. Каковы результаты исследования характеристик надежности с учетом ресурса изделий?</p> <p>5. Как результаты исследования применяются в процессе ТЭ АЭС и ПНК?</p>	
--	--	--

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль осуществляется в форме учета выполненных лабораторных работ, защиты отчетов по лабораторным работам.

Обучающиеся готовятся к текущей аттестации на базе предварительно выданных им вопросов (заданий) из соответствующего раздела программы, пользуясь методической и учебной литературой.

Учет выполнения и защиты лабораторных работ реализуется в ходе лабораторных занятий по расписанию и фиксируется в Журнале лабораторных работ.

Повторная сдача лабораторных работ также проводится во время, выделяемое для консультаций.

При отрицательных результатах текущего контроля обучающийся не допускается к промежуточной аттестации.

Оценка социальных характеристик студента рассматривается как неотъемлемый элемент учебно-воспитательного процесса. В число необходимых для включения в оценку параметров входят:

- посещаемость занятий;
- активность на занятиях;
- соблюдение Устава МГТУ ГА;
- уважительное и корректное отношение к преподавателям.

Выполнение заданий на лабораторных является необходимым для формирования ряда навыков и умений практически всех компетенций данной дисциплины.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в форме *экзамена по билетам*, со-

стоящим из 2-х вопросов (заданий), отражающих все разделы дисциплины.

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
<p>Типовые контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Надежность как сложное свойство технического объекта. Определения способностей объекта, характеризующие его надежность. 2. Виды технических состояний и их характеристика. 3. Факторы, влияющие на надежность авиационной техники. 4. Характеристика конструкционных и производственных неисправностей. Примеры причин возникновения этих неисправностей. 5. Характеристика независимых, зависимых, полных, частичных, постепенных, внезапных, катастрофических, критических и безопасных отказов. 6. Влияние отказов авиационной техники на безопасность полетов. 7. Систематический и случайный характер возникновения отказов. Графические модели возникновения отказов отдельного объекта и совокупности однотипных невосстанавливаемых объектов. 8. Определения и содержание понятий вероятность безотказной работы и вероятность отказа, графики их зависимости от наработки и статистический вид. 9. Определение понятия плотность распределения наработки до отказа, ее связь с вероятностью отказа, график зависимости от наработки для сложного изделия и статистический вид. 10. Определения понятия интенсивность отказов, ее связь с плотностью распределения наработки до отказа и вероятностью безотказной работы, график зависимости от наработки для сложного изделия и статистический вид. 	<p><i>Отлично:</i> устно отвечает правильно на оба вопроса билета и на все дополнительные вопросы;</p> <p><i>Хорошо:</i> устно отвечает в основном правильно на оба вопроса билета и почти на все дополнительные вопросы;</p> <p><i>Удовлетворительно:</i> - устно отвечает в основном правильно на один вопрос билета и ошибается при ответе на второй вопрос билета, отвечает лишь на часть дополнительных вопросов;</p> <p><i>Неудовлетворительно:</i> неправильно отвечает на один из двух вопросов билета, не отвечает на дополнительные вопросы.</p>

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

Непосредственная подготовка обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену) происходит в течение выделенных по расписанию дней в период экзаменационной сессии на базе заранее выданных вопросов программы, основной и дополнительной литературы, а также в ходе предэкзаменационной консультации.

Подготовка к сдаче экзамена проводится в течение 1-2-х астрономических часов с последующей проверкой работ преподавателем и собеседованием с обучающимся.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования: учебник.- М.: МГТУГА, 2010.- 448 с.

б) учебно-методическая литература для выполнения лабораторных работ:

1. Константинов В.Д. Надежность авиационной техники: Пособие по выполнению лабораторных работ.- М.: МГТУГА, 2004.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ты.

http://www.mstuca.ru/about/structure/kafedral/department.php?IBLOCK_ID=75 -

официальный сайт кафедры ТЭ АЭС и ПНК;

<http://www.aviapages.ru/aircrafts/> - авиационный справочник;

<http://www.aviaport.ru/directory/aviation/> - авиационный справочник;

<http://www.lingvoda.ru/forum/actualthread.aspx?tid=5337> – авиационные словари;

<http://www.aviazdat.ru/> - авиационная документация;

<http://aviadoc.narod.ru/> - авиационная документация;

<http://www.aviadocs.net/> - авиационная документация.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине «*Основы теории надежности*» проводится в соответствии с учебной программой и учебным планом и состоит из:

- лекций;
- лабораторных занятий;
- практических занятий;
- экзамена.

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам).

Подготовку к каждому практическому занятию (лабораторной работе) студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изуче-

ния обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

В процессе преподавания дисциплины «**Основы теории надежности**» используются как классические формы и методы обучения (лекции и лабораторные работы), так и активные методы обучения (интерактивная работа с моделирующими и тестовыми компьютерными программами, тренинги). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших IT-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «**Основы теории надежности**» преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Университета, при необходимости — с привлечением Интернет-ресурсов, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Лабораторные работы выполняются в компьютерном классе.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Мультимедийный класс кафедры ТЭ АЭС и ПНК.
2. Компьютерный класс кафедры ТЭ АЭС и ПНК.