

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

С.Г. Бурлуцкий

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 17 » июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории надежности»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Аннотация

Дисциплина «Основы теории надежности» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов»

ОПК-3 «Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования»

ПК-5 «Способен проводить расчет и анализ показателей надежности авиационной техники и показателей эффективности технической эксплуатации летательных аппаратов»

ПК-14 «Способен вести производственно-техническую документацию и документацию установленной отчетности по утвержденным формам»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обеспечением заданной эксплуатационной надежности летательных аппаратов и двигателей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины: приобретение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области надежности летательных аппаратов и двигателей, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки выполнения расчетов и обоснованного выбора рациональных вариантов повышения надежности

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов	ОПК-1.У.2 уметь выбирать типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций и варьируемые параметры ОПК-1.У.3 уметь оценивать основные эксплуатационно-технические свойства функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей ОПК-1.В.1 владеть методами решения прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, а также расчета элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов,	ОПК-3.3.3 знать методы контроля статической и динамической прочности элементов авиационных конструкций ОПК-3.У.2 уметь по данным эксплуатационных наблюдений рассчитывать показатели надежности, нормативные значения обобщенных показателей эксплуатационной технологичности с выбором рациональных стратегий технического обслуживания воздушных судов ОПК-3.В.2 владеть методами расчетов по данным эксплуатационных наблюдений показателей надежности и обобщенных показателей эксплуатационной технологичности с выбором

	систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования	рациональных стратегий технического обслуживания воздушных судов ОПК-3.В.3 владеть методами контроля статической и динамической прочности элементов авиационных конструкций ОПК-3.В.4 владеть методами оценивания по различным критериям технического состояния систем воздушных судов, включая энергетические, управления, электронные и цифровые системы летательного аппарата и силовой установки
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить расчет и анализ показателей надежности авиационной техники и показателей эффективности технической эксплуатации летательных аппаратов	ПК-5.3.1 знать показатели надежности авиационной техники и эффективности технической эксплуатации, их расчет и анализ ПК-5.У.1 уметь рассчитывать и анализировать показатели надежности авиационной техники и эффективности технической эксплуатации ПК-5.В.1 владеть методиками расчета и анализа показателей надежности авиационной техники и эффективности технической эксплуатации
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен вести производственно-техническую документацию и документацию установленной отчетности по утвержденным формам	ПК-14.У.2 уметь анализировать наличие и правильность ведения документации по надёжности авиационной техники (анализы, рекламации, доработки, учёт отказов и неисправностей, регулярность полётов)

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Введение в направление,
- Математика (Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория вероятности и математическая статистика),
- Материаловедение,
- Физика,
- Химия,
- Материаловедение.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
Самостоятельная работа, всего (час)	12	12
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий. Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Основные положения теории надежности Тема 1.1. Основные понятия теории надежности Тема 1.2. Причины возникновения и классификация отказов Тема 1.3. Обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла летательных аппаратов и двигателей	2	2	2		2
Раздел 2. Показатели надежности Тема 2.1. вероятность безотказной работы Тема 2.2. Статистические определения показателей надежности невосстанавливаемых устройств Тема 2.3. Расчет показателей надежности при основном соединении элементов	3	3	3		2
Раздел 3. Показатели надежности восстанавливаемых устройств. Тема 3.1. Взаимосвязь основных	3	3	3		2

показателей надежности Тема 3.2. Законы распределения времени безотказной работы устройств					
Раздел 4. Ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость. Тема 4.1. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости Тема 4.2. комплексные показатели надежности	3	3	3		2
Раздел 5. Методы повышения надежности Тема 5.1. Резервирование Тема 5.2. Определение надежности резервированного оборудования Тема 5.3. Матричный метод определения надежности Тема 5.4. Оценка выигрыша в надежности при резервировании Тема 5.5. Резервирование замещением при различных видах резерва	3	3	3		2
Раздел 6. Прогнозирование надежности Тема 6.1. Цели и задачи прогнозирования технического состояния летательных аппаратов и двигателей. Модели дрейфа параметров. Тема 6.2. Связь прогнозирования технического состояния и прогнозирования надежности. Тема 6.3. Прогнозирование надежности летательных аппаратов и двигателей на основе данных бортовых устройств регистрации параметров	3	3	3		2
Итого в семестре:	17	17	17		12
Итого:	17	17	17	0	12

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Основные положения теории надежности Тема 1.1. Основные понятия теории надежности .Определение надежности в соответствии с ГОСТ 27.002-89. Надежность как комплексное свойство. Составляющие понятия надежности. Специфика составляющих надежности летательных аппаратов и двигателей. Понятия работоспособности, отказа, повреждения Тема 1.2. Причины возникновения и классификация отказов. Классификационные признаки отказов летательных аппаратов и двигателей. Простые и сложные отказы. Причины возникновения отказов. Отказы из-за

	<p>дефекта конструкции, технологии производства, эксплуатационной документации, случайного разброса параметров комплектующих изделий. Этапы эксплуатации летательных аппаратов и двигателей. Отказы на различных стадиях жизненного цикла изделий.</p> <p>Тема 1.3. Обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла летательных аппаратов и двигателей. Прогнозирование значений показателей надежности перспективных и проектируемых систем. Оценка реализуемости и эффективности различных способов обеспечения надежности. Обоснование оптимальных требований по надежности на этапе разработки технического задания. Сравнительный анализ эффективности различных способов обеспечения заданной надежности при проектировании летательных аппаратов и двигателей.</p>
2	<p>Раздел 2. Показатели надежности</p> <p>Тема 2.1. вероятность безотказной работы. Статистическое и вероятностное определение вероятности безотказной работы. Вероятность возникновения отказа. Взаимосвязь вероятности безотказной работы и вероятности возникновения отказов. Функция распределения и плотность распределения времени наработки до отказа.</p> <p>Тема 2.2. Статистические определения показателей надежности невосстанавливаемых устройств. Статистическое определение плотности распределения наработки до отказа. Типовые кривые изменения частоты отказов. Периоды функционирования систем: период приработки, период нормальной эксплуатации, период старения. Статистическое и вероятностное определение интенсивности отказов. Модели проведения испытаний на надежность. Средняя наработка до отказа. Среднеквадратическое отклонение времени безотказной работы.</p> <p>Тема 2.3. Расчет показателей надежности при основном соединении элементов. Понятие основного соединения элементов. Основные расчетные формулы для вероятности безотказной работы, интенсивности отказов при основном соединении элементов. Виды расчетов надежности. Прикидочный, ориентировочный и окончательный. Учет условий эксплуатации и режимов работы элементов систем. Интервальная оценка характеристик надежности.</p>
3	<p>Раздел 3. Показатели надежности восстанавливаемых устройств.</p> <p>Тема 3.1. Взаимосвязь основных показателей надежности. Модели потока отказов. Параметр потока отказов и средняя наработка на отказ. Статистическое и вероятностное определение. Определение параметра потока отказов по результатам эксплуатации. Взаимосвязь параметра потока отказов и другими показателями надежности. Свойства параметра потока отказов. Определение интенсивности отказов по параметру потока отказов. Нарботка на отказ</p> <p>Тема 3.2. Законы распределения времени безотказной работы устройств. Экспоненциальное распределение. Его параметры и применимость для описания надежности авиационной техники. Нормальное распределение, распределение Вейбулла, и гамма-распределение. Применимость нормального и гамма-распределения, а также распределения Вейбулла для описания надежности элементов и узлов авиационной техники на различных этапах эксплуатации. Принцип суперпозиции законов распределения для оценки надежности сложных систем.</p>
4	<p>Раздел 4. Ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость.</p> <p>Тема 4.1. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Вероятность восстановления работоспособного состояния. Среднее время восстановления. Экспоненциальное распределение и распределение Эрланга для времени восстановления. Интенсивность восстановления. Вероятности исправного и неисправного состояний в течении заданного интервала времени.</p> <p>Тема 4.2. комплексные показатели надежности. Коэффициенты готовности и простоя. Статистическое и вероятностное определение коэффициентов готовности и простоя. Коэффициент технического использования. Показатели</p>

	долговечности: ресурс, срок службы, назначенный ресурс, остаточный ресурс, назначенный срок службы. Средний ресурс и средний срок службы. Понятие сохраняемости объектов авиационной техники. Вероятность исправного состояния объекта при хранении. Плотность распределения времени безотказного хранения. Интенсивность появления отказов при хранении. Среднее время сохранения исправного состояния при хранении.
5	<p>Раздел 5. Методы повышения надежности</p> <p>Тема 5.1. Резервирование. Классификация методов и видов резервирования. Аппаратурное резервирование. Временное резервирование. Информационное резервирование. Функциональное резервирование. Нагрузочное резервирование. Общее и раздельное резервирование. Кратность резервирования.</p> <p>Тема 5.2. Определение надежности резервированного оборудования. Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов при общем и раздельном резервировании.</p> <p>Тема 5.3. Матричный метод определения надежности. Матрица состояния. Гипотеза работоспособности. Гипотезы отказов элементов и системы в целом. Логические условия работоспособности. Вероятность пребывания системы в любом состоянии.</p> <p>Тема 5.4. Оценка выигрыша в надежности при резервировании. Понятие выигрыша надежности. Выигрыш в надежности при общем и раздельном резервировании. Влияние кратности резервирования на выигрыш в надежности. Выигрыш в надежности при различных видах включения резерва.</p> <p>Тема 5.5. Резервирование замещением при различных видах резерва. Постоянное резервирование с горячим резервом. Постоянное резервирование с холодным резервом. Постоянное резервирование с теплым резервом.</p>
6	<p>Раздел 6. Прогнозирование надежности</p> <p>Тема 6.1. Цели и задачи прогнозирования технического состояния летательных аппаратов и двигателей. Модели дрейфа параметров. Структура процессов прогнозирования технического состояния. Выбор модели дрейфа параметров. Явления старения и износа.</p> <p>Тема 6.2. Связь прогнозирования технического состояния и прогнозирования надежности. Цели прогнозирования. Прямое и обратное прогнозирование. Задачи прогноза при полной априорной определенности и при ограниченности исходных данных. Прогнозирование надежности.</p> <p>Тема 6.3. Прогнозирование надежности летательных аппаратов и двигателей на основе данных бортовых устройств регистрации параметров. Структурная схема регистрации и прогнозирования состояния бортового оборудования. Принципы построения автоматизированных систем контроля, диагностики и управления.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Рассмотрение, изучение и анализ статистических данных об отказах изделий	семинар	2	1	1

	гражданской авиационной техники. Анализ преимущественных причин возникновения отказов летательного аппарата и его бортового оборудования				
2	Рассмотрение, изучение и анализ статистических данных об отказах изделий гражданской авиационной техники. Анализ преимущественных причин возникновения отказов двигателя летательного аппарата	семинар	3	2	2
3	Расчет показателей надежности изделий авиационной техники в случае основного соединения элементов	семинар	3	2	3
4	Исследование характеристик надежности систем при параллельном включении элементов АТ	семинар	3	2	4
5	Исследование характеристик надежности систем при последовательном включении элементов систем	семинар	3	2	5
6	Сравнительный анализ экспоненциального распределения и распределения Эрланга для описания характеристик ремонтпригодности.	семинар	3	2	6
Всего			17	11	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Определение показателей надежности по	4	1	1

	результатам испытаний и эксплуатации изделий			
2	Исследование надежности системы с последовательно и параллельно соединенными невосстанавливаемыми элементами, отказы которых независимы	4	1	2,3
3	Исследование надежности системы с смешанным соединением невосстанавливаемых элементов, отказы которых являются независимыми	4	2	4,5
4	Исследование эффективности применения общего и раздельного структурного резервирования для повышения надежности систем	5	2	6
Всего		17	6	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	3	3
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	12	12

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

1. Основы теории надежности. Практикум [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БХВ - Петербург, 2006. - 557 с.
2. Основы теории надежности [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2008. - 704 с.
3. Техническая эксплуатация, надежность и диагностика авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С. Дмитриевский ; С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - учеб. изд. - СПб. : Изд-во ГААП, 1996. - 94 с.
4. Надежность авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов [Текст] : учебное пособие / В. Ю. Чернов, В. Г. Никитин, Ю. П. Иванов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2004. - 95 с.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 П 52	Основы теории надежности. Практикум [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БХВ - Петербург, 2006. - 557 с.	15
004 П 52	Основы теории надежности [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2008. - 704 с.	15
519.873 С23	Основы теории надёжности. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – СПб., ГУАП, 2016. 41с.	50
629.7(ГУАП) Ч-49	Надежность авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов [Текст] : учебное пособие / В. Ю. Чернов, В. Г. Никитин, Ю. П. Иванов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2004. - 95 с.	64
629.7(ГААП) Д53	Техническая эксплуатация, надежность и диагностика авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С. Дмитриевский ; С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - учеб. изд. - СПб. : Изд-во ГААП, 1996. - 94 с.	52
629.7(ГААП) Д53	Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С. Дмитриевский ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер.:(596 Kb). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2001. - 87 с.	74

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml	Скорина С.Ф. Методические указания и индивидуальные задания по практическим занятиям по дисциплине Надежность систем ориентации, стабилизации и навигации [электронный ресурс] - СПб., ГУАП, 2008. – 20с.
http://window.edu.ru/resource/741/24741/files/9.pdf	Матвеевский В.Р. Надежность технических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] – М., МГИЭИМ (ТУ), 2002. – 113с.

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13036
2	Мультимедийная лекционная аудитория	1304
3	Кафедральные стенды с препарированными авиационными системами	1301-1304, 5108

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Основные понятия и определения теории надежности.	ОПК-1.У.2
2	Надежность, как комплексное свойство.	
3	Причины возникновения отказов авиационной техники (АТ)	
4	Классификация отказов АТ	
6	Подходы к обеспечению надежности на различных стадиях жизненного цикла	ОПК-1.У.3
7	Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы. Модели испытаний на надежность.	
8	Показатели безотказности невосстанавливаемых систем.	
10	Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов.	ОПК-1.В.1
11	Статистическое определение частоты и интенсивности отказов невосстанавливаемых систем	

12	Средняя наработка до отказа, среднее квадратическое отклонение и дисперсия времени безотказной работы.	
13	Взаимосвязь характеристик безотказности для невосстанавливаемых систем.	ОПК-3.3.3
14	Определение характеристик надежности невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов.	
15	Виды расчетов надежности.	
16	Учет условий эксплуатации при проведении окончательного расчета надежности	
17	Показатели надежности для восстанавливаемых систем.	ОПК-3.У.2
18	Экспоненциальное распределение времени безотказной работы	
19	Нормальное распределение	
20	Усеченное нормальное распределение	
21	Распределение Вейбула	ОПК-3.В.2
22	Распределение Релея	
23	Гамма-распределение	
24	Распределение Эрланга	
25	Показатели ремонтпригодности	ОПК-3.В.3
26	Показатели долговечности и сохраняемости	
27	Комплексные показатели надежности	
28	Повышение надежности элементов и комплектующих изделий	
29	Методы повышения надежности АТ при проектировании	ОПК-3.В.4
30	Методы повышения надежности АТ при производстве	
31	Методы обеспечения заданной надежности АТ при эксплуатации	
32	Методы резервирования	
33	Расчет показателей надежности при параллельном соединении элементов	ПК-5.3.1
34	Расчет показателей надежности при последовательном соединении элементов	
35	Матричный метод определения надежности	
36	Сравнительный анализ общего и отдельного резервирования	
37	Показатели надежности резервируемых систем: при холодном резерве	ПК-5.У.1
38	Показатели надежности резервируемых систем: при горячем резерве	
39	Показатели надежности резервируемых систем: при теплом резерве	
40	Составления уравнений Колмогорова для состояния системы с частичным контролем	ПК-5.В.1
41	Определение периодичности выполнения профилактических испытаний для систем с частичным контролем	
42	Структура процессов прогнозирования технического состояния	
43	Влияние кратности резервирования на показатели надежности	ПК-14.У.2
44	Связь прогнозирования технического состояния и надежности	
45	Автоматизированные системы контроля, диагностики и управления	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите и проанализируйте основные состояния, в которых может находиться ТС. 2. Дайте определения понятия «надежность» и основных свойств надежности ТС. 3. Перечислите основные виды отказов ТС и проанализируйте причины их возникновения. 4. Дайте вероятностные определения единичных и комплексных ПН. 5. Опишите основные свойства параметра потока отказов $\Omega(t)$. 6. Докажите, что функция готовности является комплексным ПН. 7. В чем отличие коэффициентов готовности и оперативной готовности? 8. В чем основное отличие показателей долговечности и сохраняемости? 9. Каковы основные способы повышения надежности? 10. В чем смысл структурной избыточности? 11. По каким признакам классифицируют схемы и способы резервирования? 12. Что такое нагруженный резерв? 13. Как рассчитываются показатели надежности ТС с нагруженным резервированием? 14. Как влияет схема резервирования на надежность ТС? 15. В чем сущность ненагруженного резервирования? 16. Каковы особенности расчета показателей надежности систем с ненагруженным резервом? 17. Опишите принцип функционирования ТС с облегченным резервированием. 18. Что общего и в чем отличие в расчете показателей надежности систем с облегченным резервом от систем с нагруженным и ненагруженным резервом? 19. Объясните особенности изменения показателей надежности систем с нагруженным и ненагруженным резервом в зависимости от кратности резервирования. 20. В чем особенность функционирования системы со скользящим резервированием? 21. Каковы подходы к определению показателей надежности систем со скользящим резервом? 22. Как можно оценить целесообразную кратность резервирования системы? 	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов определения параметров надежности, применяемых для расчета надежности систем АТ на различных стадиях жизненного цикла;
- Описание методов обеспечения заданной надежности, применяемых на различных стадиях жизненного цикла;
- Демонстрация примеров расчета надежности АТ;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах. Семинары учебным планом не предусмотрены.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

В ходе практических занятий отрабатываются навыки решения задач по расчету показателей надежности в соответствии с темами лекционных занятий.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ приведены в издании: Скорина С.Ф. Основы теории надёжности: метод. указания по выполнению лабораторных работ. – СПб: ГУАП, 2016. – 37 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе приведены в издании: Скорина С.Ф. Основы теории надёжности: метод. указания по выполнению лабораторных работ. – СПб: ГУАП, 2016. – 37 с.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены в издании: Скорина С.Ф. Основы теории надёжности: метод. указания по выполнению лабораторных работ. – СПб: ГУАП, 2016. – 37 с.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы
Курсовой проект/ работа учебным планом не предусмотрена

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль основан на выполнении согласованного со студентами в начале семестра графика своевременной сдачи и защиты отчетов по лабораторным работам, а также академической активности на практических занятиях по решению задач.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой