

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет авиационной и морской техники  
\_\_\_\_\_ Красильникова О.А.  
«10» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистические методы оценки надежности технических систем»

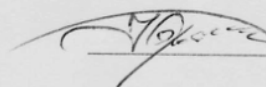
Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

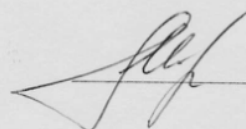
Профессор, Доцент, Доктор физико-математических наук



Бормотин К.С

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Статистические методы оценки надежности технических систем» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС, утвержденный приказом Минобрнауки от 04.08.2020 №877, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 32.002 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И КОНСТРУИРОВАНИЮ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ». Обобщенная трудовая функция: С Руководство проектно-конструкторскими работами по разработке авиационной техники.

Консультации с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которых востребованы выпускники: «Протокол КС» (04 20.02.2021).

НУ-11 Проводить анализ потенциальных отказов, несоответствий технологического процесса.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение критериев оценки надежности технических систем на основе теории вероятности и математической статистики.</li> <li>- Владение различными методами оценки надежности устройств и систем самолёта.</li> <li>- Умение использовать исходные данные для расчета надежности летательных аппаратов и оценивать их эксплуатационную надежность.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Раздел 1. Качественные и количественные характеристики надежности функционирования авиационных систем:</b>          Тема 1. Основные понятия надежности, повреждения и отказов,          Тема 2. Анализ надежности технических систем,          Тема 3. Основы теории вероятности.</p> <p><b>Раздел 2. Статистические модели анализа надежности:</b>          Тема 1. Статистическая обработка информации о надежности,          Тема 2. Статистическая проверка статистических гипотез.</p> <p><b>Раздел 3. Методы обеспечения надежности систем ЛА. Диагностика:</b>          Тема 1. Состояния технических систем в эксплуатации,          Тема 2. Обеспечение надежности технических систем в эксплуатации.</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Статистические методы оценки надежности технических систем» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен разрабатывать проекты и конструкции агрегатов и узлов летательных аппаратов	ПК-1.1 Знает особенности проектирования и конструирования агрегатов летательных аппаратов военного и гражданского назначения ПК-1.2 Умеет проводить инженерный анализ и давать сравнительную оценку существующих и перспективных решений ПК-1.3 Владеет навыками, обеспечивающими аргументированную защиту разработанных конструкций	<b>Знать:</b> Факторы, влияющие на уровень надежности технических систем <b>Уметь:</b> Применять статистические методы обеспечения и оценки надежности технических систем, изменение количественных характеристик <b>Владеть:</b> Навыками использования статистических методов оценки надежности летательных аппаратов

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Статистические методы оценки надежности технических систем» изучается на 4 курсе, 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Конструкция самолетов и вертолетов», «Детали машин и основы конструирования», «Аэродинамика самолетов», «Конструирование деталей и узлов агрегатов самолетов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Статистические методы оценки надежности технических систем», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Силовые установки летательных аппаратов», «Проектирование самолетов», «Проектирование конструкций и производство изделий из композиционных материалов», «Б1.В.ДВ.03.01 Надежность, безопасность и живучесть», «Б1.В.ДВ.03.02 Эксплуатационная технологичность и надежность», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Статистические методы оценки надежности технических систем» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения самостоятельных работ, практических занятий.

Дисциплина «Статистические методы оценки надежности технических систем» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16 0
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32 14
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

### 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1. Качественные и количественные характеристики надежности функционирования авиационных систем</b>				
<b>Тема 1. Основные понятия надежно-</b>	2			6

<b>сти, повреждения и отказов</b> <i>Структура, характеристики и классификация технических систем. Классификация и характеристики отказов.</i>				
<b>Тема 2. Анализ надежности технических систем</b> <i>Показатели надежности. Показатели безотказности. Показатели восстанавливаемости. Поток отказов. Показатели ремонтпригодности. Коэффициенты готовности и простоя. Показатели долговечности и сохраняемости.</i>	4	8		6
<b>Тема 3. Основы теории вероятности</b> <i>Вероятность. Функция распределения, плотность распределения случайной величины. Распределение Вейбулла. Экспоненциальное распределение. Распределение Релея. Гамма-распределение. Нормальное распределение. Функция надежности.</i>	4	10		46
<b>Раздел 2. Статистические модели анализа надежности.</b>				
<b>Тема 1. Статистическая обработка информации о надежности</b> <i>Точечные и интервальные оценки параметров распределения. Проверка гипотезы о принадлежности результатов исследований выбранному закону распределения: Критерий <math>\chi^2</math> Пирсона, Критерий Колмогорова.</i>	2			8
<b>Тема 2. Статистическая проверка статистических гипотез</b> <i>Статистическое распределение выборки. Точечные оценки. Интервальные оценки. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона. Графическая проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Проверка гипотезы о показательном распределении генеральной совокупности</i>		8*		14
<b>Раздел 3. Методы обеспечения надежности систем ЛА. Диагностика</b>				
<b>Тема 1. Состояния технических систем в эксплуатации</b> <i>Состояния конструктивных элемен-</i>	2			8

<i>тов технических систем. Эксплуатационное нагружение деталей машин. Причины нарушения работоспособности машин. Классификация видов изнашивания.</i>				
<b>Тема 2. Обеспечение надежности технических систем в эксплуатации</b> <i>Факторы, влияющие на надежность машин в эксплуатации. Система технического обслуживания и ремонта машин. Техническая диагностика машин.</i>	2	6*		8
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	32		96

\* реализуется в форме практической подготовки

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	42
Выполнение и подготовка к защите контр.раб.	54
<b>ИТОГО</b>	96

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Острейковский, В. А. Теория надежности [Электронный ресурс] : учеб. для вузов / В. А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2003. - 463 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Долгин, В. П. Надежность технических систем [Электронный ресурс]: Учебное посо-

бие/Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Рыков, В. В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Кравченко, Е.Г. Надёжность технических систем в машиностроении: учебное пособие / Е. Г. Кравченко. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2014. - 125с.
2. Куренков, В.И. Методы расчета и обеспечения надежности ракетно-космических комплексов [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Самара, 2007. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com/catalog.html?ln=ru>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Яновский, Л. С. Химмотологическое обеспечение надежности авиационных газотурбинных двигателей [Электронный ресурс] : монография / Л.С. Яновский, А.А. Харин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 264 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

## 8.3 Методические указания для студентов по освоению 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 контрольной работы, выполнению домашних заданий по практическим занятиям.
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.

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

1. Богатова С.В., Бухенский К.В., Лукьянова Г.С. Дифференциальные уравнения. Ряды: Практикум с использованием системы Mathcad: Единое окно доступа к образовательным ресурсам // <http://window.edu.ru/resource/455/70455>
2. Mathcad Application Server (MAS): Он-лайн расчеты в Mathcad // <http://mas.exponenta.ru>

## 8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)



С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" по адресу <http://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять:

- фиксацию хода образовательного процесса посредством размещения в личных кабинета студентов отчетов о выполненных заданиях;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольной работы.

Процесс обучения сопровождается использованием компьютерных программ: Mathcad, MSExcel.

### **8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012
OnlyOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.onlyoffice.com/ru/download-desktop.aspx">https://www.onlyoffice.com/ru/download-desktop.aspx</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению 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 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.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 112 3 корпус	Мультимедийный класс	Экран, мультимедиа проектор, персональный компьютер
Ауд. 225 3 корпус	Мультимедийный класс	Экран, мультимедиа проектор, персональные компьютеры

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

Процесс обучения сопровождается использованием компьютерных программ: Mathcad, MS Excel

## 11 Иные сведения

## **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Статистические методы оценки надежности технических систем»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен разрабатывать проекты и конструкции агрегатов и узлов летательных аппаратов	<p>ПК-1.1 Знает особенности проектирования и конструирования агрегатов летательных аппаратов военного и гражданского назначения</p> <p>ПК-1.2 Умеет проводить инженерный анализ и давать сравнительную оценку существующих и перспективных решений</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками, обеспечивающими аргументированную защиту разработанных конструкций</p>	<p><b>Знать:</b> Факторы, влияющие на уровень надежности технических систем</p> <p><b>Уметь:</b> Применять статистические методы обеспечения и оценки надежности технических систем, изменение количественных характеристик</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками использования статистических методов оценки надежности летательных аппаратов</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Качественные и количественные характеристики надежности функционирования авиационных систем	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Тест по разделу, контрольная работа, практическая работа	Осуществляет выбор статистических методов для решения текущей профессиональной задачи. Демонстрирует практическое использование математических методов и диагностику авиационной системы.
Раздел 2. Статистические модели анализа надежности	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Тест по разделу, контрольная работа, практическая работа	Осуществляет выбор статистических методов для решения текущей профессиональной задачи. Демонстрирует практическое использование математических методов и диагностику авиационной системы.
Раздел 3. Методы обеспечения надежности систем ЛА. Диагностика	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Тест по разделу, практическая работа	Осуществляет выбор статистических методов для решения текущей профессиональной задачи. Демонстрирует практическое использование математических методов и диагностику авиационной системы.

			стрирует практическое использование математических методов и диагностику авиационной системы.
--	--	--	---

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Тест	10 неделя	10 баллов	<p>9-10 баллов – 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>7-8 баллов – 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>5-6 баллов – 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>3-4 балла – 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов – 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
Практическая работа	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов – студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 балла – студент выполнил практиче-</p>

			<p>ское задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов – при выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
Контрольная работа	16 неделя	10 баллов	<p>9-10 баллов – Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>7-8 баллов – Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>5-6 баллов – Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов – Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
<b>ИТОГО:</b>		30 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			



### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

##### Тест

1. Дайте определения понятий «Технологический процесс» (ТП) и «Техническая система» (ТС).
2. Назовите (уровни) ТС.
3. Дайте определение надежности ТП.
4. Назовите цель оценки надежности ТП.
5. Приведите примеры восстанавливаемого и невосстанавливаемого изделия.
6. Дайте определения основным состояниям изделия.
7. Что называется резервированием в теории надежности
8. Дайте определения понятий «отказ», «неисправность», «повреждение».
9. Дайте определение функционального и параметрического отказа.
10. Приведите классификацию отказов по характеру (закономерности) возникновения и в зависимости от источника процессов, приводящих к неисправности.
11. Приведите классификацию отказов по причине возникновения.
12. Дайте определения основных свойств надежности.
13. Что понимают под наработкой изделия и какие виды наработки Вы знаете?
14. Назовите основные показатели безотказности.
15. Приведите статистическую оценку вероятности безотказной работы устройства или системы самолёта.
16. Приведите график изменения интенсивности отказов от времени.
17. Приведите статистическую оценку средней наработки на отказ, средней интенсивности отказа.
18. Приведите статистическую оценку показателей безотказности восстанавливаемых изделий.
19. Перечислите и дайте определения основным показателям долговечности.
20. Покажите на графике безотказной работы изделия гамма-процентный ресурс.
21. Приведите классификацию остаточных напряжений.
22. Приведите классификацию видов трения по наличию смазки.
23. Приведите классификацию видов изнашивания деталей.
24. Дайте определения долговечности и технического ресурса.
25. Какие комплексные показатели надежности Вы знаете?
26. Приведите типовой график зависимости величины износа деталей от их микрогеометрии.
27. Назовите критерии предельного износа.
28. Назовите периоды изнашивания деталей.
29. Чем отличается предельный износ от допускаемого износа?
30. Какие законы распределения наработки на отказ в периоды внезапных и постепенных отказов устройств Вы знаете?
31. Приведите принципиальные ( типовые) зависимости показателей надежности от наработки.
32. Назовите показатели ремонтпригодности агрегатов самолёта.
33. Назовите основные причины потери работоспособности систем самолёта.

34. По какой формуле можно определить технический ресурс детали по критерию износа?
35. Дайте определение вероятности безотказной работы.
36. Дайте определение гамма-процентного ресурса.

### Практические работы

**Задание 1.** Плотность распределения наработки на отказ шестерённого насоса гидросистемы отклонения закрылка подчиняется экспоненциальному закону с интенсивностью отказов  $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$  отказ/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  за наработку  $t = 100$  часов и среднюю наработку до отказа  $\bar{t}$  насоса.

**Задание 2.** (Реализуется в форме практической подготовки). Нарботка на отказ механизации крыла самолёта подчиняется нормальному закону распределения с параметрами  $m_1 = 20$  часов, и  $\sigma = 100$  ч.

Необходимо найти вероятность того, что механизации крыла проработает безотказно в течение 180 часов.

**Задание 3.** (Реализуется в форме практической подготовки). По результатам эксплуатационных наблюдений за 35 самолетами были получены следующие наработки до отказа элементов топливной системы (тыс. км): 8,7; 14,0; 17,1; 72,7; 14,3; 9,9; 24,2; 26,6; 68,8; 40,1; 84,4; 17,7; 14,6; 7,1; 6,0; 22,6; 12,4; 11,6; 18,8; 27,3; 4,4; 9,2; 76,5; 13,4; 14,8; 13,8; 2,7; 46,6; 38,0; 11,0; 8,1; 42,9; 42,2; 59,4; 50,9. Требуется установить закон распределения наработок, проверить гипотезу о принадлежности опытных данных выбранному закону, построить график вероятностей безотказной работы  $P(t)$  и отказа  $F(t)$ .

### 3.2. Задания для промежуточной аттестации

#### Контрольная работа

Данные задач выдаются преподавателем по вариантам.

**Задание 1.** Плотность распределения наработки на отказ реле давления гидравлической системы самолёта подчиняется экспоненциальному закону с интенсивностью отказов  $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$  отказ/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  за наработку  $t = 100$  часов и среднюю наработку до отказа  $\bar{t}$  реле давления.

**Задание 2.** Нарботка на отказ гидроцилиндра элерона подчиняется нормальному закону распределения с параметрами  $m_1 = 20$  часов, и  $\sigma = 100$  ч.

Необходимо найти вероятность того, что гидроцилиндр проработает безотказно в течение 80 часов.

**Задание 3.** Для условий задачи 2 определить наработку на отказ гидроцилиндра элерона, при которой отказы составляют не более 20 %, т.е.  $F(t) = 0.2$ ,  $P(t) = 1 - F(t) = 0.8$ .

**Задание 4.** Путем обработки данных об отказах системы кондиционирования воздуха среднемагистрального самолёта установлено, что распределение отказов механизма смены инструментов подчиняется закону Вейбулла с параметрами  $\alpha = 1000$ ч.  $\beta = 2$ . Найти вероятность безотказной работы системы кондиционирования воздуха с параметрами  $P(t)$  и среднюю наработку до отказа при наработке  $t = 400$ ч.

**Задание 5.** По результатам эксплуатационных наблюдений за 47 двигателями были установлены следующие наработки до отказа (тыс. км): 90, 95, 120, 115, 112, 122, 105, 116, 108, 129, 130, 145, 128, 142, 144, 148, 140, 139, 156, 170, 162, 174, 168, 171, 173, 168, 155, 169, 170, 191, 180, 186, 198, 190, 194, 179, 178, 204, 211, 203, 217, 221, 228, 231, 236, 250, 232. Требуется установить закон распределения, проверить гипотезу о принадлежно-

сти статистических данных выбранному закону, определить основные параметры распределения отказов по наработке.

