

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев
(подпись)

«20» 05 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность приборов и систем»

(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

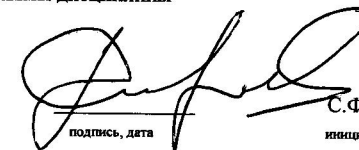
Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



С.Ф. Скорина

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«20» 05 2019 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.

должность, уч. степень, звание



Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(04)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

ассистент

должность, уч. степень, звание



В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Надежность приборов и систем» входит в базовую часть образовательной программы подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости»;

профессиональных компетенций:

ПК-7 «способность разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории надежности, обеспечением и поддержанием заданной эксплуатационной надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов.

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

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

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

Получение студентами необходимых знаний и навыков в области обеспечения и поддержания заданной эксплуатационной надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности»:

знать – Основные теоремы и методы дифференциального и интегрального исчисления, теории пределов и рядов.

уметь – дифференцировать, интегрировать, вычислять пределы и исследовать сходимость рядов

владеть навыками – решения задач математического анализа

иметь опыт деятельности – решения прикладных задач методами математического анализа

ПК-7 «способность разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей»:

знать – методики расчета показателей надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов на различных стадиях их жизненного цикла;

уметь – в соответствии с имеющейся информацией и поставленной задачей использовать описания процессов изменения надежности теоретическими моделями распределения случайных величин;

владеть навыками – выбора различных подходов по обеспечению заданной эксплуатационной надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов;

иметь опыт деятельности – в решении практических задач по расчету показателей надежности приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Введение в специальность,
- Математика (Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория вероятности и математическая статистика),
- Физика,
- Химия,
- Материаловедение,
- Гирскопические приборы и системы,
- Системы управления летательными аппаратами,
- Основы схемотехники гироскопов.

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

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, Е/(час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час., В том числе	51	51
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Основные положения теории надежности	4	2			7
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 приборов и систем					
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	5	4			8
Раздел 3. Показатели надежности восстанавливаемых устройств. Тема 3.1. Взаимосвязь основных показателей надежности Тема 3.2. Законы распределения времени безотказной работы устройств	5	3			8
Раздел 4. Ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость. Тема 4.1. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости Тема 4.2. комплексные показатели надежности	5	2			8
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	6	3			10
Раздел 6. Профилактические испытания и их влияние на надежность.	5	2			8

Раздел 7. Прогнозирование надежности	4	1			8
Тема 7.1. Цели и задачи прогнозирования технического состояния приборных систем. Модели дрейфа параметров.					
Тема 7.2. Связь прогнозирования технического состояния приборных систем и прогнозирования надежности.					
Тема 7.3. Прогнозирование надежности приборных систем на основе данных бортовых устройств регистрации параметров					
Итого в семестре:	34	17			57
Итого:	34	17			57

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Основные положения теории надежности</p> <p>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 систем управления летательных аппаратов. Понятия работоспособности, отказа, повреждения.</p> <p>Тема 1.2. Причины возникновения и классификация отказов. Классификационные признаки отказов. Простые и сложные отказы. Причины возникновения отказов. Отказы из-за дефекта конструкции, технологии производства, эксплуатационной документации, случайного разброса параметров комплектующих изделий. Этапы эксплуатации систем управления. Отказы на различных стадиях жизненного цикла изделий.</p> <p>Тема 1.3. Обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла приборов, приборных систем и систем управления. 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</p>

	<p>способов обеспечения заданной надежности при проектировании приборов и систем управления летательных аппаратов.</p>
<p>2</p>	<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>
<p>3</p>	<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. Нарработка 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 Вейбула, и гамма-распределение. Применимость нормального и гамма-распределения, а также распределения Вейбула 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 долговечности: ресурс, срок службы, назначенный ресурс, остаточный ресурс, назначенный срок службы. Средний ресурс и средний срок службы. Понятие сохраняемости приборов и систем. Вероятность исправного состояния объекта при хранении. Плотность распределения времени безотказного хранения. Интенсивность появления отказов при хранении. Среднее время сохранения исправного состояния при хранении.</p>
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 отдельное резервирование. Кратность резервирования.</p> <p>Тема 5.2. Определение надежности резервированного оборудования. Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов при общем и отдельном 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 отдельном 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. Профилактические испытания и их влияние на надежность.</p> <p>Граф состояний системы с частичным контролем при отсутствии периодических профилактических испытаний. Принципы составления уравнений Колмогорова. Выбор периодичности проведения профилактических испытаний.</p>
7	<p>Раздел 7. Прогнозирование надежности</p> <p>Тема 7.1. 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 7.2. 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 7.3. Прогнозирование надежности приборов и систем управления 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 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Рассмотрение, изучение и анализ статистических данных об отказах приборов, приборных систем и систем управления летательных аппаратов.	Семинарское занятие	2	1
2	Расчет показателей надежности изделий приборных систем в случае основного соединения элементов	Семинарское занятие	2	2

3	Исследование характеристик надежности систем при параллельном включении элементов приборных систем	Семинарское занятие	2	2
4	Исследование характеристик надежности приборных систем при последовательном включении элементов систем	Семинарское занятие	2	4
5	Аналитическое исследование различных законов распределения случайной величины времени работы системы до отказа	Семинарское занятие	2	5
6	Сравнительный анализ различных способов резервирования, используемых для обеспечения заданной надежности	Семинарское занятие	2	
7	Сравнительный анализ экспоненциального распределения и распределения Эрланга для описания характеристик ремонтпригодности.	Семинарское занятие	3	6
8	Прогнозирование технического состояния приборных систем по данным бортовых регистраторов	Семинарское занятие	2	7
Всего:			17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	57	57
изучение и осмысление теоретического материала дисциплины (ТО)	31	31
курсовое проектирование (КП, КР)		
Подготовка отчетов по практическим занятиям	8	8
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	8	8
Подготовка к промежуточной аттестации (дифф. зачет)	10	10
контрольные работы заочников (КРЗ)		

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
004 П 52	Основы теории надежности. Практикум [Текст] : учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БХВ - Петербург, 2006. - 557 с.	5
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	Сборник задач по теории надежности [Текст] : сборник задач / А. М. Половко, И. М. Маликов, А. Н. Жигарев, В. И. Зарудный. - М. : Сов. радио, 1972. - 407 с.	25
629.7(ГУА П) Ч-49	Надежность авиационных приборов и измерительно- вычислительных комплексов [Текст] : учебное пособие / В. Ю. Чернов, В. Г. Никитин, Ю. П. Иванов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2004. - 95 с.	64

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
629.7(ГАА П) Д53	Техническая эксплуатация, надежность и диагностика авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С. Дмитриевский ; С. - Петербург. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - учеб. изд. - СПб. : Изд-во ГААП, 1996. - 94 с.	52
629.7(ГАА П) Д53	Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования [Текст] : учебное пособие / Е. С. Дмитриевский ; С. -Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер: (596 Кб). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2001. - 87 с.	74

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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. .
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, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	М13-04
2	Кафедральные настенные стенды с конструкцией инерциальных сенсоров и приборов систем ориентации, навигации и стабилизации	М а.13-01, М а.13-03а, М а.13-03б

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
	ОПК-3 «способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости»
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Математика. Математический анализ

1	Физика
2	Математика. Дифференциальные уравнения
2	Математика. Математический анализ
2	Физика
3	Авиационные материалы
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Материаловедение
3	Сопротивление материалов
3	Теоретическая механика
3	Физика
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Аналитическая механика
5	Основы теории управления
6	Динамика полета
6	Надежность приборов и систем
6	Основы теории пилотажно-навигационных комплексов
6	Теория гироскопов и гиростабилизаторов
7	Гироскопические приборы и системы
7	Системы управления летательными аппаратами
8	Системы управления летательными аппаратами
9	Микромеханические инерциальные чувствительные элементы
9	Микромеханические приборы и устройства
9	Системы управления летательными аппаратами
10	Производственная преддипломная практика
ПК-7 «способность разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей»	
4	Учебная технологическая (ознакомительная) практика
6	Надежность приборов и систем
8	Производственная практика научно-исследовательская работа
9	Микромеханические инерциальные чувствительные элементы
9	Микромеханические приборы и устройства
9	Производственная практика научно-исследовательская работа
9	Эксплуатация и испытания приборов и систем управления летательных аппаратов
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифференцированного зачета
1	Надежность, как комплексное свойство.
2	Причины возникновения отказов приборных систем ориентации, навигации и стабилизации
3	Классификация отказов АТ
4	Подходы к обеспечению надежности на различных стадиях жизненного
5	цикла
6	Понятия восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем. Модели
7	испытаний на надежность.
8	Показатели безотказности невосстанавливаемых систем.
9	Вероятность безотказной работы и вероятность возникновения отказов.
10	Статистическое определение частоты и интенсивности отказов
11	невосстанавливаемых систем
12	Средняя наработка до отказа, среднее квадратическое отклонение и
13	дисперсия времени безотказной работы.
14	Взаимосвязь характеристик безотказности для невосстанавливаемых систем.
15	Определение характеристик надежности невосстанавливаемых систем при
16	основном соединении элементов.
17	Прикидочный и ориентировочный расчет надежности.
18	Учет условий эксплуатации при проведении окончательного расчета
19	надежности
20	Интервальная оценка характеристик надежности.
21	Показатели надежности для восстанавливаемых систем.
22	Экспоненциальное распределение времени безотказной работы
23	Нормальное распределение
24	Усеченное нормальное распределение
25	Распределение Вейбула
26	Распределение Релея
27	Гамма-распределение
28	Распределение Эрланга
29	Показатели ремонтпригодности
30	Показатели долговечности и сохраняемости
31	Комплексные показатели надежности
32	Повышение надежности элементов и комплектующих изделий
33	Методы повышения надежности приборных систем при проектировании
34	Методы повышения надежности приборных систем при производстве
35	Методы обеспечения заданной надежности приборных систем при
36	эксплуатации
37	Методы резервирования для обеспечения заданной надежности
38	Расчет показателей надежности при параллельном соединении элементов
39	Расчет показателей надежности при последовательном соединении
40	элементов
41	Сравнительный анализ общего и отдельного резервирования

38	Влияние кратности резервирования на показатели надежности
39	Показатели надежности резервируемых систем: при холодном резерве
40	Показатели надежности резервируемых систем: при горячем резерве
41	Уравнения Колмогорова для описания состояния приборных систем
	Определение периодичности выполнения профилактических испытаний для систем с частичным контролем
	Структура процессов прогнозирования технического состояния
	Автоматизированные системы контроля, диагностики и управления

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	<p>В чем заключается понятие надежности как свойства объекта?</p> <p>Перечислите и дайте определения основных состояний и событий, которыми характеризуется надежность?</p> <p>В чем общность и отличия состояний «исправность» и «работоспособность» объекта?</p> <p>При каких условиях наступает предельное состояние объекта?</p> <p>Какими могут быть объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния?</p> <p>Какими могут быть отказы по типу и природе происхождения?</p> <p>Перечислите основные признаки классификации отказов?</p> <p>Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надежности?</p> <p>Дайте определение показателя надежности?</p> <p>Перечислите и поясните показатели долговечности?</p> <p>Перечислите показатели безотказности объекта и поясните в чем отличия статистических оценок от вероятностной формы их представления?</p> <p>Дайте определение вероятности безотказной работы (ВБР) объекта и поясните ее смысл?</p> <p>Чем отличается ВБР объекта к наработке t от ВБР в интервале наработки $[t, t + \Delta t]$?</p> <p>Дайте определение плотности распределения отказов (ПРО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?</p> <p>Дайте графическую интерпретацию понятий ВБР и вероятности отказов (ВО)?</p> <p>Дайте определение интенсивности отказов (ИО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?</p>

	<p>Перечислите показатели безотказности восстанавливаемых систем.</p> <p>Показатели ремонтпригодности</p> <p>Основные цели и задачи расчета показателей надежности систем?</p> <p>Определите состав рассчитываемых показателей безотказности системы?</p> <p>Перечислите и поясните основные этапы расчета надежности систем?</p> <p>Что такое структура надежности?</p> <p>Что такое математическая модель расчета надежности?</p> <p>Какие виды резервирования существуют. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?</p> <p>Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?</p>
--	---

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий																
1	<p>На испытание поставлено 200 однотипных изделий. За 2000 ч отказало 50 изделий. За последующие 100 часов отказало ещё 5 изделий. Требуется определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - статистическую оценку вероятности безотказной работы за время работы $t_1 = 2000$ час и $t_2 = 2100$ час; - статистическую оценку вероятности отказа за время работы $t_1 = 2000$ час и $t_2 = 2100$ час; - оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между $t_1 = 2000$ час и $t_2 = 2100$ час. 																
2	<p>На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов работы отказало 50 изделий. Определить статистические оценки вероятности безотказной работы и вероятности отказа за время работы 4000 часов.</p>																
3	<p>На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов работы отказало 50 изделий. За последующие 50 часов еще 5 изделий. Дать оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между $t_1 = 4000$ час и $t_2 = 4050$ час.</p>																
4	<p>На промышленные испытания поставлено 3 прибора. В ходе испытаний у первого было зафиксировано 37 отказа, у второго – 29 отказов, у третьего – 48 отказов. Суммарная наработка на отказ для первого прибора составила 3100 часов, для второго – 2200 часов, для третьего – 2700 часов. Определить среднюю наработку до отказа.</p>																
5	<p>На эксплуатацию поставлено 250 изделий. На моменты времени $t_1 - t_7$ зафиксировано определенное количество отказов (таблица). Остальные изделия не отказали. Определить средний ресурс.</p> <p>Таблица</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">t_i, час</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>300</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>$n(t_i)$</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>11</td> <td>15</td> <td>21</td> <td>31</td> <td>9</td> </tr> </table>	t_i , час	50	100	150	200	250	300	350	$n(t_i)$	5	8	11	15	21	31	9
t_i , час	50	100	150	200	250	300	350										
$n(t_i)$	5	8	11	15	21	31	9										
6	<p>На испытания поставлено 3 ДУС. В ходе испытаний у первого ДУС было зафиксировано 37 отказа, у второго – 29 отказов, у третьего – 48 отказов. Суммарная наработка до отказа для первого ДУС составила 3100 часов, для второго – 2200 часов, для третьего – 2700 часов. Определить средний ресурс ДУС.</p>																
7	<p>Длительность проведения технического обслуживания для приборного оборудования объекта составляет 45 часов. Межремонтный цикл составляет 2335 часов. Определить коэффициент готовности приборного оборудования.</p>																

8	По результатам наблюдений за работой объекта средняя наработка до отказа равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить значения наработок до отказа, которые соответствуют вероятности отказа 0,9; 0,5; 0,005. Закон распределения отказов – нормальный.
9	Предельно допустимое значение ресурса составляет 7000 часов, среднее квадратическое отклонение 1000 часов. Определить средний ресурс, вероятность отказа и вероятность безотказной работы при 5000 часах.
10	В результате изучения процесса изнашивания опор МГВ-1ск установлено, что средняя величина износа соответствует 5 мкм, дисперсия 0,01 мкм ² .
11	Какова вероятность того, что найденное значение износа превышает среднее, не более чем на 5 %.
12	Средняя наработка на отказ соответствует 1500 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.
13	Определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из 500 элементов, если вероятность безотказной работы каждого элемента в течение времени t равна $P(t) = 0,998$.
14	Вероятность безотказной работы системы, состоящей из 150 равнонадежных элементов, в течение времени t равна $P_c(t)=0,95$. Найти вероятность безотказной работы элемента.
15	Блок управления состоит из 5000 элементов, средняя интенсивность отказов которых равна $2,3 \cdot 10^{-6}$ 1/час. Определить вероятность безотказной работы в течении $t = 100$ час и среднее время безотказной работы.
16	Система состоит из пяти элементов, среднее время безотказной работы которых равно: $T_1=104$ час; $T_2=200$ час; $T_3=185$ час; $T_4=350$ час; $T_5=620$ час. Показатели распределены по экспоненциальному закону. Определить среднее время безотказной работы системы.
16	Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени $t = 50$ час равна: $P_1(50)=0,98$; $P_2(50)=0,99$; $P_3(50)=0,998$; $P_4(50)=0,975$; $P_5(50)=0,985$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора.

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области основ теории надежности, применяемых для решения задач обеспечения заданной надежности приборов, приборных систем управления летательных аппаратов на различных этапах их жизненного цикла.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

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 обучающимся 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 приборных систем на различных стадиях жизненного цикла;
- Описание методов обеспечения заданной надежности, применяемых на различных стадиях жизненного цикла;
- Демонстрация примеров расчета надежности приборных систем;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

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 обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

По каждому практическому занятию выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые, расчетные и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

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.

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 для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине в форме дифференцированного зачета с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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