

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

Кафедра № 13

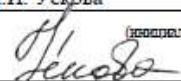
УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Н.И. Ускова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«21» апреля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая диагностика»
(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
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Профессор, д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.А. Макаров

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«21» апреля 2025 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Техническая диагностика» 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»

ОПК-7 «Способен проводить измерения и инструментальный контроль при эксплуатации авиационной техники, проводить обработку результатов и оценивать погрешности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами контроля и диагностики технического состояния авиационного оборудования, алгоритмов контроля, прогнозирования и поиска отказов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, 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

Целью преподавания дисциплины «Техническая диагностика» образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленность «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники» является формирование у студентов компетенций, связанных с основами определения технического состояния летательных аппаратов в целом, их элементов и систем, а также практических навыков использования средств контроля и технической диагностики авиационного оборудования.

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.В.2 владеть методами оценивания значений параметров физических систем и эксплуатационно-технических свойств функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и	ОПК-3.3.1 знать методы диагностики и оценки технического состояния авиационной техники в различных условиях эксплуатации ОПК-3.3.4 знать методики оценивания по различным критериям технического состояния систем воздушных судов, включая системы управления, электронные и цифровые системы летательного аппарата и силовой установки ОПК-3.У.1 уметь оценивать техническое состояние авиационной техники в различных условиях эксплуатации

	систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования	ОПК-3.У.3 уметь осуществлять контроль статической и динамической прочности элементов авиационных конструкций ОПК-3.У.4 уметь оценивать по различным критериям техническое состояние систем воздушных судов, включая системы управления, электронные и цифровые системы летательных аппаратов и силовых установок ОПК-3.В.1 владеть методами диагностики и оценки технического состояния авиационной техники в различных условиях эксплуатации 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен проводить измерения и инструментальный контроль при эксплуатации авиационной техники, проводить обработку результатов и оценивать погрешности	ОПК-7.У.3 уметь осуществлять технологические операции по оценке технического состояния авиационной техники с использованием диагностических средств ОПК-7.У.4 уметь оценивать изменение технического состояния деталей, узлов и агрегатов авиационной техники в процессе эксплуатации

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика»,
- «Физика»;
- «Летательные аппараты и авиадвигатели»;
- «Электроника»;
- «Метрология, стандартизация и сертификация»;
- «Авиационные приборы и информационно-измерительные системы»;
- «Электрооборудование ЛА».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Техобслуживание и ремонт авионики»,
- «Основы технической эксплуатации и авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»,

и 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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
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 6					
Тема 1. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	2	2			4
Тема 2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБЪЕКТОВ	3	3			6
Тема 3. СВОЙСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ	4	5			9
Тема 4. МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	4	4			10
Тема 5. ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	4	3			9
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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	<i>Тема 1.1 Основные понятия и принципы контроля.</i> Основные определения исправного и работоспособного состояний объекта контроля. Определение контроля и его задачи, цели и содержание дисциплины. Понятия технической диагностики и прогнозирования технического состояния. Принципы контроля по показателю качества, по параметрам, по выходному сигналу. <i>Тема 1.2 Пилотажно-навигационный комплекс как объект контроля, информационная модель процесса контроля</i> Измерительно-вычислительный комплекс как объект контроля, структура ИВК. Понятие о моделях объектов контроля. Логическая модель объектов контроля. Обобщенная структурная схема объекта контроля. <i>Тема 1.3 Показатели качества объектов контроля</i> Понятие вектора контролируемых параметров. Определение функции потерь. Показатель среднего риска. Обобщенный показатель качества, квадратичный (точностной), вероятностный показатели качества.
2	<i>Тема 2.1 – Основные методы и характеристики систем контроля, синтез характеристик</i> Основные методы и характеристики систем контроля: эффективность, достоверность контроля, точность, полнота контроля, глубина, производительность, стоимость объем контроля, масса, габариты. <i>Тема 2.2 – Основные определения и показатели достоверности контроля</i> Определение достоверности контроля и ее составляющих. Инструментальная, методическая, алгоритмическая достоверности. Показатели достоверности, априорная и апостериорные достоверности. Риски изготовителя и заказчика. <i>Тема 2.3 Допуска на контролируемые параметры.</i> Производственные, ремонтные и эксплуатационные допуска. Оптимальные и субоптимальные допуска на контролируемые параметры по критериям Котельникова и Неймана –Пирсона. .

3	<i>Тема 3.1 - Основные определения и задачи технической диагностики</i> Определение диагностики, понятие проверяющего теста, алгоритма диагностирования. Условный и безусловный алгоритмы диагностирования. Методы тестового и функционального диагностирования. <i>Тема 3.2 - Методы тестового и функционального диагностирования</i> Основные задачи тестового и функционального диагностирования. Структуры тестового и функционального диагностирования. <i>Тема 3.3 - Критерии и методы разработки алгоритмов диагностирования</i> Критерий минимума среднего времени поиска отказа. Методы поиска отказа: простая последовательная проверка, метод половинного деления, проверка с учетом вероятности отказа, Минимизация диагностических тестов.
4	<i>Тема 4.1 - Виды отказов цифровых устройств</i> Особенности контроля цифровых устройств. Виды отказов цифровых устройств: кратковременные отказы, сбои однократные и многократные. <i>Тема 4.2 - Методы и средства контроля и диагностики цифровых ПНК</i> Функциональные и тестовые методы контроля и диагностики цифровых ПНК. Аппаратные и программные средства контроля цифровых ПНК. Аппаратные средства функционального контроля: резервирование дублирование, методы избыточного кодирования, код с проверкой четности (нечетности), корреляционные коды, коды Хемминга.
5	<i>Тема 5.1 – Цели и задачи прогнозирования, модели дрейфа параметров.</i> Определение прогноза состояния ПНК. Цель прогноза: прямое прогнозирование, обратное прогнозирование. Модели дрейфа параметров. Задачи прогноза, краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование. <i>Тема 5.2 – Методы прогнозирования.</i> Методы априорного и апостериорного прогнозирования. Прогнозирование невыхода параметров за пределы поля допуска. Метод гарантированного прогноза.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

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 6					
1	Составление логической модели контроля и диагностики на основе функциональной схемы объекта контроля. Табличная форма логической модели с замкнутыми и разомкнутыми обратными связями, диагностическая модель	Практическое занятие	2	2	1
2	Расчет инструментальной достоверности контроля, риска заказчика и изготовителя	Практическое занятие	3	3	2
3	Исследование акустических и вихретоковых методов неразрушающего контроля	Практическое занятие	5	5	3
4	Исследование тепловых методов неразрушающего контроля	Практическое занятие	4	4	4
5	Исследование методов априорного и апостериорного прогнозирования	Практическое занятие	3	3	5
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	8	8
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	12	12
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	38	38

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.

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)
	Воробьев В.Г., Константинов В.Д.	

	Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования. Учебник. - М.: МГТУ ГА, 2010. - 448 с. – ISBN 978-5-86311-768-3 http://www.twirpx.com/file/650027/	
681.5(075) И20	Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов [Текст] : учебное пособие / Ю. П. Иванов, В. Г. Никитин, В. Ю. Чернов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2004. - 98 с. : рис. - Библиогр.: с. 96 (16 назв.). - ISBN 5-8088-0114-1 : Б. ц. 92. Имеет гриф УМО по образованию в области приборостроения и оплотехники	91 экз.
ББК 30.10:68.53я73 М15	А.А. Макаров, Н.А. Овчинникова Техническая диагностика элементов авиационной техники: учебно-методическое пособие. - СПб.:ГУАП, 2021. – 98 с.	50 экз.
ББК 39.56 Б91	С.Г.Бурлуцкий, А.А. Макаров, Техническая диагностика элементов авиационной техники: учебно-методическое пособие по выполнению практических и расчетно-графического заданий. - СПб.:ГУАП, 2022. – 147 с.	50 экз.
ББК 39.56 М15	Основы технической диагностики аэрокосмической техники: учеб.-метод. пособие / А. А. Макаров, В. И. Тимофеев, А. Л. Кунтуров. – СПб.: ГУАП, 2023. – 128 с.	50 экз.
	Формуляры, технические описания и инструкции по эксплуатации к приборам	

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

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Техническая диагностика»	13-046

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; Экзаменационные билеты; Задачи; 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	
«отлично» «зачтено»	– 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;

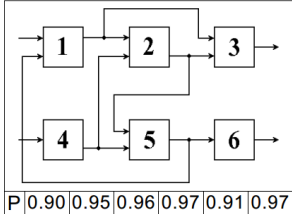
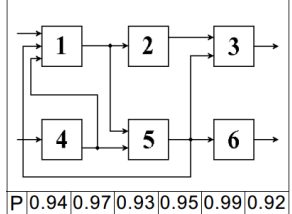
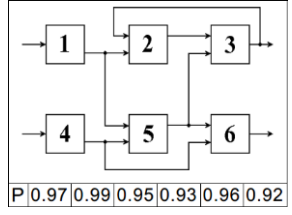
Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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»	– 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.

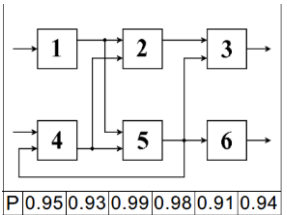
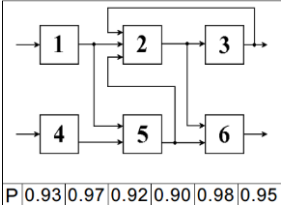
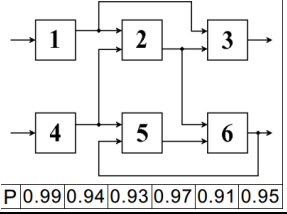
10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Назначение, основные понятия и задачи систем контроля и диагностики.	ОПК-1.В.2 ОПК-3.3.1 ОПК-3.3.4 ОПК-3.У.1 ОПК-3.У.3 ОПК-3.У.4 ОПК-3.В.1 ОПК-3.В.3 ОПК-3.В.4 ОПК-7.У.3 ОПК-7.У.4
2.	Обобщенная структурная схема системы контроля.	
3.	Основные характеристики системы контроля.	
4.	Основные принципы контроля.	
5.	Физические методы контроля.	
6.	Параметрические методы контроля.	
7.	Показатели качества объектов контроля.	
8.	Выбор контролируемых параметров, коэффициенты значимости параметров.	
9.	Объем и периодичность контроля.	
10.	Логические модели объектов контроля, табличная форма.	
11.	Построение алгоритмов условного и безусловного поиска отказа.	
12.	Использование логической модели для минимизации	

	диагностических тестов.	
13.	Выбор допусков на контролируемые параметры.	
14.	Достоверность контроля, виды достоверности, риск изготовителя и заказчика.	
15.	Инструментальная достоверность контроля и факторы на нее влияющие	
16.	Методы повышения инструментальной достоверности контроля.	
17.	Эффективность контроля.	
18.	Этапы проектирования систем контроля.	
19.	Техническая диагностика термины и определения.	
20.	Структуры тестового и функционального диагностирования.	
21.	Методы диагностирования (поиска отказов.)	
22.	Совмещение процедуры контроля и диагностирования, основные показатели диагностирования.	
23.	Встроенные средства контроля.	
24.	Контроль и диагностика цифровых ИВК.	
25.	Аппаратные и программные средства функционального контроля цифровых ИВК.	
26.	Тестовый контроль цифровых ИВК.	
27.	Характеристики контролепригодности цифровых ИВК (полнота, глубина, достоверность).	
28.	Методы прогнозирования ИВК.	
29.	Априорное прогнозирование ИВК	
30.	Метод гарантированного прогноза	
Дано:	Найти:	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей.	
	Построить матрицу отказов ОД и матрицу кодов проверок.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии исправного состояния ОД.	
	Построить алгоритм поиска места отказа.	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей.	
	Для каждой проверки определить множество проверяемых и непроверяемых элементов.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии исправного состояния ОД.	
	Построить алгоритм поиска места отказа.	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей.	
	Проверить факт наличия в ФМ обратной связи. В случае необходимости произвести разрыв цепей ОС и скорректировать матрицы отказов и кодов проверок.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии	

	исправного состояния ОД.	
	Построить алгоритм поиска места отказа.	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей.	
	Построить матрицу отказов ОД и матрицу кодов проверок.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии исправного состояния ОД.	
	Построить алгоритм поиска места отказа.	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей.	
	Проверить факт наличия в ФМ обратной связи. В случае необходимости произвести разрыв цепей ОС и скорректировать матрицы отказов и кодов проверок.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии исправного состояния ОД.	
	Построить алгоритм поиска места отказа.	
	Построить граф ОД, матрицу непосредственных связей, матрицу отказов ОД и матрицу кодов проверок.	
	Для P_i произвести расчеты вероятностей $P(M)$ и q_i . Рассчитать значения величины Нис энтропии исправного состояния ОД.	

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
	Техническая диагностика как область знаний изучающая Задачами технического диагностирования являются..... Мониторинг оборудования в целом Виды технического состояния оборудования Система технического диагностирования Работоспособное состояние оборудования	ОПК-1.В.2 ОПК-3.3.1 ОПК-3.3.4 ОПК-3.У.1 ОПК-3.У.3 ОПК-3.У.4

Исправное состояние оборудования Предмет технической диагностики Метод диагностирования Алгоритм диагностирования Объект диагностирования Отказ оборудования Дефект Контроль работоспособности оборудования осуществляется Работоспособное оборудование Рабочее диагностирование Тестовое диагностирование Метод контроля работоспособности по совокупности диагностических параметров Метод контроля работоспособности по обобщенному диагностическому параметру Метод контроля работоспособности путем сравнения с эквивалентной моделью Нарушение работоспособности Снижение степени работоспособности Отказ одной из структурных единиц сложного объекта с переходом в неработоспособное состояние Отказ одной из структурных единиц сложного объекта без перехода в неработоспособное состояние Совокупность методов обнаружения дефектов Алгоритм поиска дефектов Задача ремонта оборудования Диагностическая модель Эксплуатационный контроль оборудования осуществляется.... Контроль оборудования без отключения осуществляется..... Ошибки контроля оборудования обусловлены Ошибка при диагностике оборудования первого рода Ошибка при диагностике оборудования второго рода Достоверность метода диагностики определяется Точность измерения определяется Систематическая погрешность измерений Случайная погрешность Тепловизионный метод диагностики Акустический метод диагностики Оптический метод диагностики Измерение сопротивления контактов как метод диагностики Электромагнитное излучение испускается Инфракрасная область спектра Видимая область спектра Ультрафиолетовая область спектра Спектральная область работы тепловизора Спектральная область максимума собственного излучения тел при земных температурах Тепловизор предназначен для регистрации Тепловизор строит изображение Назначение пирометра Назначение ультразвукового дефектоскопа Назначение ультрафиолетового дефектоскопа	ОПК-3.В.1 ОПК-3.В.3 ОПК-3.В.4 ОПК-7.У.3 ОПК-7.У.4
---	--

	Закон, объясняющий собственное излучение тел вывел.... Интенсивность собственного излучения тел определяется... Коэффициент излучения абсолютно черного тела (АЧТ) равен Типичная минимальная обнаруживаемая (разрешаемая) разность температур современных тепловизоров Типичные значения коэффициентов излучения металлических поверхностей Типичные значения коэффициентов излучения диэлектрических поверхностей Типичная точность измерения температуры современных тепловизоров и пирометров в диапазоне земных температур Условия для проведения тепловизионной диагностики Ультразвуковой дефектоскоп регистрирует Ультрафиолетовый дефектоскоп регистрирует Назначение ультразвукового дефектоскопа Назначение ультрафиолетового дефектоскопа Назначение тепловизора Назначение пирометра Основной детектирующий элемент тепловизора Основной детектирующий элемент пирометра Основной детектирующий элемент ультразвукового дефектоскопа	
--	--	--

Задания для проверки остаточных знаний		
	Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Назовите видимую часть спектра электромагнитных волн, воздействие которых на глаз вызывает ощущения света. а) 10 – 380 нм; б) более 760 нм; в) 380 – 760 нм; г) менее 10 нм. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): в) 380 – 760 нм – видимая часть спектра, а) УФ-излучение; б) ИК-излучение; г) рентгеновское излучение. Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите средства измерений, относящихся к группе ручных измерительных инструментов а) Штангенциркуль; б) Видеомикроскоп; в) Микрометр; г) Профилометр; д) Нутромер; е) Кругломер. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):	ОПК-1

Нутромер, Микрометр, Штангенциркуль – мобильные переносные ручные измерительные инструменты, не требующие долгой настройки и калибровки, не имеющие стационарного массивного корпуса

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию в правом столбце).

Укажите пару «единица физической величины» - «универсальная физическая постоянная»

- a) метр
- b) ампер
- c) килограмм
- d) кельвин

- 1) заряд электрона
- 2) скорость света
- 3) постоянная Планка
- 4) постоянная Больцмана

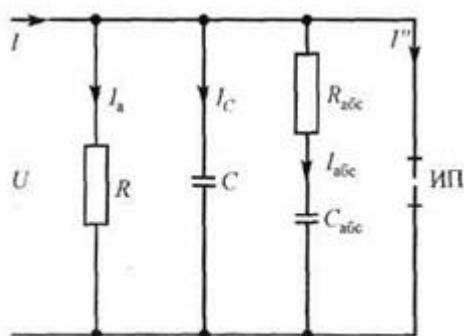
Ключ с ответами

a	b	c	d
2	1	3	4

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.

(Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо).

Схема замещения изоляции



Что характеризуют ветви?

- a) Потери в электрической изоляции
- b) Электрическую прочность изоляции
- c) Абсорбционные процессы в изоляции
- d) Геометрическую емкость изоляции

Ключ с ответами

1	2	3	4
a	d	c	b

	Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ) В чем отличие технической диагностики от теории надежности? ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): В отличие от теории надежности, которая занимается изучением и использованием для расчетов средне вероятностных статистических показателей, характеризующих технические объекты, техническая диагностика занимается изучением методов, определяющих действительное состояние технических объектов в конкретный момент времени. Это положение обуславливает принципиальные отличия в методах исследования технических объектов. Используемых в теории надежности и в технической диагностике. Однако это не исключает возможности использования для целей диагностики данных и математического аппарата теории вероятностей.	
	Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Как вы считаете, сколько существует видов единичных показателей надёжности? a) 2; b) 3; c) 4; d) 5. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): 4 вида единичных показателей надёжности. Существует 4 вида единичных показателей надёжности: показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите существующие технологические процессы по форме организации процесса. a) Единичный технологический процесс; b) Типовой технологический процесс; c) Групповой технологический процесс; d) Индивидуальный технологический процесс; e) Специальный технологический процесс. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Единичный, Типовой, Групповой технологические процессы. Единичный технологический процесс – техпроцесс, который применяется для изготовления изделий одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Типовой технологический процесс – техпроцесс, который содержит операции и переходы для группы изделий с общими	ОПК-3

конструктивными и технологическими признаками, служит для разработки рабочего техпроцесса. Групповой технологический процесс – техпроцесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце).

Основные методы по преобразованию исходного материала в заготовки, полуфабрикаты и детали можно разделить на следующие группы:

- a) методы формообразования
- b) методы обработки давлением без удаления материала
- c) методы обработки с принудительным удалением материала
- d) методы обработки с изменением свойств и поверхностного слоя

- 1) термическая обработка, химико-термическая обработка и методы поверхностного упрочнения
- 2) обработка резанием, электрохимические и электрофизические методы обработки
- 3) процессы холодного и горячего пластического деформирования при ковке, листовой и объемной штамповке
- 4) литье и формование

Ключ с ответами

a	b	c	d
4	3	2	1

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.

(Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо).

Расположите последовательность этапов производства самолетов.

- a) Изготовление деталей
- b) Испытания
- c) Общая сборка
- d) Агрегатная сборка

Ключ с ответами

1	2	3	4
a	d	c	b

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.

(Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)

Дайте определение технологического процесса.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Технологический процесс – это часть производственного процесса,

	содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.	
	Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Работоспособное состояние оборудования? a) Оборудование работает, но выполняет только часть функций b) Исправны только отдельные части оборудования, которые выполняют свои функции. c) Оборудование работает, но значение выходных параметров выходят за нормы. d) Оборудование выполняет все заданные для него функции ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Оборудование выполняет все заданные для него функции. Работоспособное состояние (работоспособность) оборудования - состояние объекта (оборудования), при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной, технической и/или конструкторской (проектной) документации. Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Задачами технического диагностирования являются: a) устранение неисправности оборудования b) определение причин неисправности оборудования c) измерение параметров функционирования оборудования d) контроль технического состояния e) поиск места и определение причин неисправности f) прогнозирование ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Согласно ГОСТ 20911 задачами технического диагностирования являются: контроль технического состояния; поиск места и определение причин неисправности; прогнозирование. Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия. (Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце) Расшифруйте условное обозначение типа преобразователя дефектоскопа вихретокового: Па-bb-cc-dd a) Па b) bb c) cc d) dd 1) Тип преобразователя	ОПК-7

	2) назначение преобразователя			
	3) Диаметр зоны контроля			
	4) Вариант исполнения преобразователя в серии			

Ключ с ответами

a	b	c	d
3	2	1	4

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.
(Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность.
Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)
Выделите буквы вариантов в порядке выполнения анализа размера
элемента с предельными отклонениями на чертеже для
последующего контроля

- а) Оценка основных конструктивных особенностей элемента с размером
- б) Определение допуска на размер
- с) Подбор инструмента для контроля
- д) Определение типа размера (отверстие, вал, другой)

Ключ с ответами

1	2	3	4
d	a	b	c

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.
(Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)
Дайте определение технического состояния объекта.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):
Техническое состояние объекта — состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с

верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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

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:

<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2510>.

11.2. 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 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.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия позволяют студентам закрепить полученные знания и приобрести навыки разработки систем контроля и диагностики авионики и реализуются через выступления студентов с докладами, решение и анализ практических задач. Участие в практическом занятии требует от студента значительной самостоятельной подготовки дома, которая включает работу с литературой и источниками, овладение материалом из на практических занятиях, подготовку ответов на возможные вопросы. Эффективность практического занятия повышается, если студенты умеют правильно формулировать вопросы. К общим подходам формулировки вопроса относят умение построить вопрос четко в соответствии с темой, сосредоточить и выразить главную мысль в вопросе и построить вопрос в определенной композиционной (структурной) форме. Эти подходы призваны обеспечить содержательность, стройность, грамотность.

Если этапы самостоятельной работы успешно пройдены, то на практическом занятии углубляется понимание темы, особенно через постановку содержательных вопросов, ответы на контрольные вопросы.

Структура предоставления материалов практических занятий:

- <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2510>;

11.3. 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).

11.4. 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 проводится в процессе изучения каждого раздела дисциплины, его итоговые результаты складываются из рейтинговых баллов, полученных при прохождении всех запланированных контрольных мероприятий с учетом своевременности их прохождения, а также посещаемости аудиторных занятий.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоения ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний, умений и навыков по ней.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые систематически в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия, также выполнившие все виды контактной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, прошедшие все контрольных мероприятий и набравшие при этом количество рейтинговых баллов, превышающее установленное рабочей программой минимальное значение.

Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, представленным в фонде оценочных средств по дисциплине, которые обучающимся должен предоставить преподаватель. Необходимо тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Обычно план включает в себя:

- показ теоретической и практической значимости рассматриваемого вопроса;
- обзор освещения вопроса;
- определение сущности рассматриваемого предмета;
- основные элементы содержания и структуры предмета рассмотрения;
- факторы, логика и перспективы эволюции предмета;
- показ роли и значения рассматриваемого материала для практической деятельности.

План ответа желательно развернуть, приложив к нему ссылки на первоисточники с характерными цитатами.

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