

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к. т. н.

(должность, уч. степень, звание)

С.Г. Бурлуцкий

(подпись)

« 29 » мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного
оборудования»
(Название дисциплины)

Код направления	25.05.02
Наименование направления/ специальности	Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов
Наименование направленности	Техническая эксплуатация и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

« » 20 г
подпись, дата

А.Л. Кунтуров

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» 05 2020 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

« » 20 г
подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 25.05.02(02)

доц., к.т.н.

должность, уч. степень, звание

« » 20 г
подпись, дата

С.Г. Бурлуцкий

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 1 по методической работе

должность, уч. степень, звание

« » 20 г
подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «25.05.02 «Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов» направленность «Общая направленность». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-4 «владение основными приемами обработки и представления экспериментальных данных»;

профессиональных компетенций:

ПК-6 «способность проводить анализ надежности авиационного оборудования, анализ и обобщение опыта технической эксплуатации, планирование мероприятий по предупреждению авиационных инцидентов, отказов и повреждений в целях обеспечения безопасности полетов»,

ПК-15 «способность разрабатывать технологические графики, карты для выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»,

ПК-21 «способность разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию, в том числе по результатам испытаний»,

ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»,

ПК-28 «способность проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»,

ПК-29 «способность выполнять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно – навигационных комплексов боевых летательных аппаратов.

Студент получает необходимые компетенции, позволяющие формировать выборки потока отказов, осуществлять их дисперсионный и регрессионно – корреляционный анализ, с последующим инженерным анализом и формированием стратегий и программ технического обслуживания с комплектом доказательной документации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы

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

Целями дисциплины «Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования» являются получение обучающимися необходимых знаний и навыков связанных

- с анализом надежности авиационного оборудования и - разработкой программ технического обслуживания с доказательной документацией на основе экспериментов и исследований образцов авиационного оборудования.;

- управлением процессами технической эксплуатации как составляющими системы управления безопасностью полетов, и управления качеством технического обслуживания и ремонта.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-4 «владение основными приемами обработки и представления экспериментальных данных»:

знать методические вопросы проведения эксперимента и испытаний, основные способы обработки и представления экспериментальных данных

уметь – правильно оформлять протоколы представления экспериментальных данных

владеть навыками – обработки экспериментальных данных

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в подразделениях обработки и представления экспериментальных данных

ПК-6 «способность проводить анализ надежности авиационного оборудования, анализ и обобщение опыта технической эксплуатации, планирование мероприятий по предупреждению авиационных инцидентов, отказов и повреждений в целях обеспечения безопасности полетов»:

знать – основные положения теории надежности технических систем, эксплуатационные факторы авиационного оборудования.

уметь - планировать мероприятия по предупреждению авиационных инцидентов, отказов и повреждений в целях обеспечения безопасности полетов;

владеть навыками анализа надежности авиационного оборудования;

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в подразделениях технической эксплуатации авиационного оборудования;

ПК-15 «способность разрабатывать технологические графики, карты для выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»:

знать структуру документации с технологическими картами выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов;

уметь - разрабатывать технологические графики выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту АО;

владеть навыками - выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов;
иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в подразделениях технического обслуживания и ремонта авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов;

ПК-21 «способность разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию, в том числе по результатам испытаний»:

знать - тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и методики испытаний;

уметь разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию;

владеть навыками оформления результатов испытаний;

иметь опыт деятельности полученный в результате практик в подразделениях технического обслуживания и ремонта авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов предприятий по производству и ремонту АТ;

ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»:

знать – алгоритмы математического моделирования, в том числе с использованием специальных программ;

уметь разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

владеть навыками использования специальных программ математического моделирования динамики систем;

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в проектных организациях;

ПК-28 «способность проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»;

ПК-29 «способность выполнять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований»:

знать методики и средства решения научных задач ;

уметь проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования;

владеть навыками анализ и систематизацию научно-технической информации;

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в проектных организациях;

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математика. Математический анализ
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математика. Дифференциальные уравнения
- Основы теории вероятностей и математическая статистика
- Физика

- Информатика
- Информатика. Информационные технологии
- Электротехника и электроника. Электротехника
- Современные транспортные ЛА
- Основы радиотехники
- Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
- Надежность и техническая диагностика. Надежность
- Системы стабилизации, ориентации и навигации
- Микромеханические датчики авионики
- Надежность и техническая диагностика. Надежность
- Надежность и техническая диагностика. Техническая диагностика
- Теоретическая механика
- Летательные аппараты и авиадвигатели
- Прикладная механика
- Сопротивление материалов
- Аэродинамика
- Динамика полета
- Автоматика и управление

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

- Безопасность полетов;
- Моделирование систем и процессов;
- Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО;
- Экономика и организация производства;
- Прикладная экономика.

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	3/ 108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		

Экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	21	21
Вид промежуточного контроля: , экзамен	Экз.	Экз.

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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Тема №1 Предмет, цель и содержание курса.	2				
Тема №2 Цели, задачи и особенности наземных и начальной стадии летных испытаний.	2				
Тема №3 Подготовка к летным испытаниям в период проектирования и постройки самолета.	2				
Тема №4. Структурные модели и расчет надежности элементов АО.	2				
Тема №5. Техническое устройство как объект оценки и обеспечения надежности.	2				
Тема №6. Методы расчета показателей надежности.	2				
Тема №7. Дескриптивная статистика, дисперсионный анализ потока отказов	4				
Тема №8. Корреляционно – регрессионный анализ потока отказов: парная регрессия.	4				
Тема №9 Корреляционно – регрессионный анализ потока отказов: множественная регрессия.	4				
Тема №10. Системы взаимосвязанных(одновременных) уравнений.	4				
Тема №11 Моделирование одномерных временных рядов	4				
Тема №12 Прогнозирование технического состояния и надежности авиационного оборудования	2				
Итого в семестре:	34		17		21
Итого:	34	0	17	0	21

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
Тема №1 Предмет, цель и содержание курса.	1.1 Методика инженерного анализа и оценки функциональной эффективности систем и комплексов авиационного оборудования. 1.2 1.Свойства изделий авиационного оборудования как объектов оценки функциональной эффективности. 1.3 2.Методика построения математической модели функциональной эффективности объектов. 1.4 Группирование элементов АО по последствиям функциональных отказов и возможности контроля и восстановления состояния
Тема №2 Цели, задачи и особенности наземных и начальной стадии летных испытаний.	2.1 Группы эксплуатационных нагрузок на изделие. 2.2 Стендовые моделирования эксплуатационных нагрузок 2.3 Виды испытаний на надежность. 2.4 Планы определительных испытаний. 2.5 Контрольные ускоренные и форсированные испытания. 2.6 Техническая диагностика в процессе испытаний.
Тема №3 Подготовка к летным испытаниям в период проектирования и постройки самолета.	3.1 Подготовка конструкции самолета, штатных бортовых систем, включая АО. 3.2 Формирование информационно – измерительной системы. 3.3 Формирование системы бортовых измерений. 3.4 Формирование и обеспечение качественного функционирования автоматизированной системы обработки результатов. 3.5 Формирование технологий (методов и средств контроля) технической диагностики состояния объектов. 3.6 Разработка служебной отчетной документации информационно – измерительной системы и эксплуатационно – диагностической документации.
Тема №4. Структурные модели и расчет надежности элементов АО.	4.1 Структурные модели надежности. 4.2 Расчёт надёжности систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. 4.3 Методы повышения надежности устройств,

	<p>вероятность безотказной работы системы "не менее m из n".</p> <p>4.4 Классификация способов резервирования и расчет надежности при различных видах резервирования.</p> <p>4.5 Характеристики надежности электрических схем с одновременным учетом отказов типов «обрыв» и «короткое замыкание».</p> <p>4.6 Отказоустойчивые системы. Робастные системы.</p>
Тема №5. Техническое устройство как объект оценки и обеспечения надежности.	<p>5.1 Основные технические состояния, дефекты, повреждения, отказы.</p> <p>5.2 Классификация отказов, полные и неполные отказы объектов.</p> <p>5.3 Иерархия понятий: надежность, безотказность, долговечность, сохраняемость, исправное состояние, предельное состояние, ремонтпригодность.</p> <p>5.4 Характеристики надежности, соотношения между характеристиками надежности.</p> <p>5.5. Модель невосстанавливаемых устройств.</p>
Тема №6. Методы расчета показателей надежности.	<p>6.1 Надёжность как вероятность случайного события (отказа).</p> <p>6.2 Функция надёжности во временной области.</p> <p>6.3 Доверительные границы надёжности, экспоненциальный закон надёжности.</p> <p>6.4 Средняя наработка до отказа, интенсивность (поток) отказов.</p>
Тема №7. Дескриптивная статистика, дисперсионный анализ потока отказов	<p>7.1 Виды выборки отказов и предельных состояний изделий и обеспечение репрезентативности выборки.</p> <p>7.2 Ошибки выборки и распространение данных выборочного наблюдения на генеральную совокупность.</p> <p>7.3 Проверка гипотез о законе распределения</p> <p>7.4 Проверка гипотез о связи на основе параметрического и непараметрического критериев.</p> <p>7.4 Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.</p> <p>7.5 Построение уравнений регрессии на основе критериев проверки связи.</p>
Тема №8. Корреляционно – регрессионный анализ потока отказов: парная регрессия.	<p>8.1 Линейная регрессия и корреляция: спецификация модели, смысл и оценка параметров.</p> <p>8.2 Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.</p> <p>8.3 Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.</p> <p>8.4 Нелинейные регрессии по объясняющим параметрам.</p> <p>8.5 Нелинейные регрессии по оцениваемым параметрам.</p> <p>8.4 Корреляция для нелинейной регрессии.</p> <p>8.5 Средняя ошибка аппроксимации.</p>

<p>Тема №9 Корреляционно – регрессионный анализ потока отказов: множественная регрессия.</p>	<p>9.1 Множественная регрессия и корреляция: спецификация модели. 9.2 Отбор факторов при построении множественной регрессии и выбор формы уравнения. 9.3 Оценка параметров уравнения множественной регрессии методом наименьших квадратов. 9.4 Частное уравнение регрессии. 9.4 Частная и множественная корреляция. 9.5 Оценка надежности множественной регрессии и корреляции. 9.6 Обобщенный метод наименьших квадратов.</p>
<p>Тема №10. Системы взаимосвязанных(одновременных) уравнений.</p>	<p>10.1 Система независимых уравнений. 10.2 Система рекурсивных уравнений. 10.3 Система взаимосвязанных (совместных) уравнений. 10.4 Проблема идентификации модели. 10.5 Оценивание параметров структурной модели. 10.6 Косвенный МНК и двухшаговый МНК.</p>
<p>Тема №11 Моделирование одномерных временных рядов</p>	<p>11.1 Основные элементы временного ряда. 11.2 Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры. 11.3 Моделирование тенденции временного ряда и сезонных колебаний. 11.4 Статистическая оценка взаимосвязи двух временных рядов.</p>
<p>Тема №12 Прогнозирование технического состояния и надежности авиационного оборудования.</p>	<p>12.1 Прогнозирование технического состояния АО и выбор упреждающих допусков на основе результатов испытаний. 12.2 Постановка задачи контроля и диагностирования на основе результатов испытаний. 12.3 Выбор методов и средств контроля технического состояния авиационного оборудования. 12.4 Подтверждение и установка ресурсов на основе результатов испытаний. 12.5 Определения стратегии и методов технической эксплуатации, формирование программ технического обслуживания. 12.6 Оформление доказательной документации и руководств по эксплуатации.</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
Учебным планом не предусмотрено				

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
Семестр 8			
1	Методы измерения и контроля параметров СУ ЛА в процессе испытаний	1	2,3
2	Разработка программы испытаний образца СУ ЛА	2	3
3	Разработка методики испытаний образца прибора или СУ ЛА	2	3
4	Моделирование надежности бортового комплекса	2	4
5	Распределение надежности между функциональными системами бортового комплекса методом коэффициентов функциональной надежности.	2	5
6	Моделирование надежности при заданной стоимости системы и известной функциональной связи надежности и стоимости ее элементов.	2	6
7	Оптимизация требований к надежности системы и функциональных связях стоимости (массы) элементов с их их надежностью.	2	6
8	Оптимизация массы системы при заданных параметрах надежности и функциональных связях массы элементов с их надежностью.	2	12
9	Оптимизация стоимости (массы) системы при заданных надежности системы, надежности и стоимости (массах) составляющих ее элементов	2	12
Всего:		17	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	21	21
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
курсовое проектирование (КП, КР)		

расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	11	11
домашнее задание (ДЗ)	10	10
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся 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 (кроме электронных экземпляров)
621.396 Ф33	Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств [Текст] : монография / В. К. Федоров, Н. П. Сергеев, А. А. Кондрашин ; Ред. В. К. Федоров. - М. : Техносфера, 2005. - 504 с.	7
629.7 Т33	Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем [Текст] : учебное пособие / Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов и др. - М. : Логос, 2003. - 736 с	15
629.7(ЛИАП) П12	Контроль регулирование и испытание гироскопических приборов [Текст] : учебное пособие / И. В. Павлов, А. В. Павлова ; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - Л. : Изд-во ЛЭТИ, 1978. - 80 с. : р.	5

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 (кроме электронных экземпляров)
629.7 О75	Основы испытаний летательных аппаратов [Текст] : учебник для вузов / Е. И. Кринецкий; Л. Н. Александровская, В. С. Мельников, Н. А. Максимов. - учеб. изд. - М. : Машиностроение, 1989. - 312 с	2
62-192(083)	Надежность и эффективность в технике [Текст] :	4

Н17	справочник в 10 т. т. 6. Экспериментальная обработка и испытания / А. З. Аронов [и др.] ; ред.: Р. С. Судаков, О. И. Тескин. - М. : Машиностроение, 1989. - 375 с.	
Книга 629.7 П 22	Методы и устройства для испытаний изделий аэрокосмической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Пашков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 92 с.	63

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://lib.aanet.ru/jirbis2/	Механические испытания элементов приборов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. Д. Ю. Ершов. - Электрон. текстовые дан. (1 файл, 3,43 МБ). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 71 с.
http://lib.aanet.ru/jirbis2/	Методы и устройства для испытаний изделий аэрокосмической техники [Электронный ресурс] : В. П. Пашков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. Текст. дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. – 92с.

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	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	1304

3	Поворотные столы и стенды для динамических испытаний гироскопических приборов	1303а, 1303б, 1304
4	Кафедральные стенды и учебные образцы инерциальных ПС ОНС	1303а, 1303б, 1304

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

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

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-4 «владение основными приемами обработки и представления экспериментальных данных»	
1	Математика. Математический анализ
1	Информатика
1	Физика
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Математика. Математический анализ
2	Информатика
2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Физика
2	Математика. Дифференциальные уравнения
2	Учебная практика
3	Физика
3	Основы теории вероятностей и математическая статистика
4	Основы теории вероятностей и математическая статистика
4	Информатика. Информационные технологии
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
ПК-6 «способность проводить анализ надежности авиационного оборудования, анализ и обобщение опыта технической эксплуатации, планирование мероприятий по предупреждению авиационных инцидентов, отказов и повреждений в целях обеспечения безопасности полетов»	
2	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Электротехника и электроника. Электроника
3	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Электротехника и электроника. Электроника

5	Современные транспортные ЛА
5	Основы радиотехники
6	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
6	Надежность и техническая диагностика. Надежность
6	Производственная (технологическая) практика
7	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
8	Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
8	Микромеханические датчики авионики
8	Безопасность полетов
ПК-15 «способность разрабатывать технологические графики, карты для выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»	
6	Надежность и техническая диагностика. Надежность
6	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
6	Моделирование систем и процессов
6	Производственная (технологическая) практика
7	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
7	Надежность и техническая диагностика. Техническая диагностика
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
9	Экономика и организация производства
9	Прикладная экономика
ПК-21 «способность разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию, в том числе по результатам испытаний»	
3	Теоретическая механика
4	Летательные аппараты и авиадвигатели
4	Прикладная механика
4	Соппротивление материалов
4	Аэродинамика
5	Динамика полета
5	Автоматика и управление
6	Моделирование систем и процессов
6	Надежность и техническая диагностика. Надежность
8	Микромеханические датчики авионики
8	Статистические методы обработки результатов испытаний

	авиационного оборудования
10	Производственная преддипломная практика
ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»	
1	Введение в специальность
3	Теоретическая механика
4	Прикладная механика
4	Сопротивление материалов
5	Динамика полета
6	Моделирование систем и процессов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
ПК-28 «способность проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»	
1	Введение в специальность
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
ПК-29 «способность выполнять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований»	
1	Введение в специальность
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования

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
1	Методика инженерного анализа и оценки функциональной эффективности систем и комплексов авиационного оборудования
2	Свойства изделий авиационного оборудования как объектов оценки функциональной эффективности
3	Методика построения математической модели функциональной эффективности объектов.
4	Группирование элементов АО по последствиям функциональных отказов и возможности контроля и восстановления состояния
5	Группы эксплуатационных нагрузок на изделие.
6	Стендовые моделирования эксплуатационных нагрузок
7	Виды испытаний на надежность.
8	Планы определительных испытаний.
9	Контрольные ускоренные и форсированные испытания.
10	Техническая диагностика в процессе испытаний.
11	Подготовка конструкции самолета, штатных бортовых систем, включая АО.
12	Формирование информационно – измерительной системы.

13	Формирование системы бортовых измерений.
14	Формирование и обеспечение качественного функционирования автоматизированной системы обработки результатов.
15	Формирование технологий (методов и средств контроля) технической диагностики состояния объектов.
16	Разработка служебной отчетной документации информационно – измерительной системы и эксплуатационно – диагностической документации.
17	Структурные модели надежности.
18	Расчёт надёжности систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов
19	Методы повышения надежности устройств, вероятность безотказной работы системы "не менее m из n ".
20	Классификация способов резервирования и расчет надежности при различных видах резервирования.
21	Характеристики надежности электрических схем с одновременным учетом отказов типов «обрыв» и «короткое замыкание».
22	Отказоустойчивые системы. Робастные системы.
23	Основные технические состояния, дефекты, повреждения, отказы.
24	Классификация отказов, полные и неполные отказы объектов.
25	Иерархия понятий: надежность, безотказность, долговечность, сохраняемость, исправное состояние, предельное состояние, ремонтпригодность.
26	Характеристики надежности, соотношения между характеристиками надежности.
27	Модель невосстанавливаемых устройств.
28	Надёжность как вероятность случайного события (отказа).
29	Функция надёжности во временной области.
30	Доверительные границы надёжности, экспоненциальный закон надёжности.
31	Средняя наработка до отказа, интенсивность (поток) отказов.
32	Виды выборки отказов и предельных состояний изделий и обеспечение репрезентативности выборки.
33	Ошибки выборки и распространение данных выборочного наблюдения на генеральную совокупность.
34	Проверка гипотез о законе распределения
35	Проверка гипотез о связи на основе параметрического и непараметрического критериев.
36	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.
37	Построение уравнений регрессии на основе критериев проверки связи.
38	Линейная регрессия и корреляция: спецификация модели, смысл и оценка параметров.
39	Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
40	Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
41	Нелинейные регрессии по объясняющим параметрам.
42	Нелинейные регрессии по оцениваемым параметрам.
43	Корреляция для нелинейной регрессии.
44	Средняя ошибка аппроксимации.
45	Множественная регрессия и корреляция: спецификация модели.
46	Отбор факторов при построении множественной регрессии и выбор формы уравнения.
47	Оценка параметров уравнения множественной регрессии методом наименьших квадратов.
48	Частное уравнение регрессии.
49	Частная и множественная корреляция.
50	Оценка надежности множественной регрессии и корреляции.

51	Обобщенный метод наименьших квадратов.
52	Система независимых уравнений
53	Система рекурсивных уравнений.
54	Система взаимосвязанных (совместных) уравнений.
55	Проблема идентификации модели.
56	Оценивание параметров структурной модели.
57	Косвенный МНК и двухшаговый МНК
58	Основные элементы временного ряда.
59	Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры.
60	Моделирование тенденции временного ряда и сезонных колебаний.
61	Статистическая оценка взаимосвязи двух временных рядов.
62	Прогнозирование технического состояния АО и выбор упреждающих допусков на основе результатов испытаний.
63	Постановка задачи контроля и диагностирования на основе результатов испытаний.
64	Выбор методов и средств контроля технического состояния авиационного оборудования.
65	Подтверждение и установка ресурсов на основе результатов испытаний
66	Определения стратегии и методов технической эксплуатации, формирование программ технического обслуживания.
67	Оформление доказательной документации.
68	Оформление руководств по эксплуатации.

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

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

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

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
	Учебным планом не предусмотрено

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 программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целями дисциплины «Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования» являются получение обучающимися необходимых знаний и навыков связанных

- с анализом надежности авиационного оборудования и - разработкой программ технического обслуживания с доказательной документацией на основе экспериментов и исследований образцов авиационного оборудования;

- управлением процессами технической эксплуатации как составляющими системы управления безопасностью полетов, и управления качеством технического обслуживания и ремонта.

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;

- научится методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться 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:

Введение: устанавливается связь темы с пройденным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Формулируются проблемы. Предлагается список информационных источников по различным взглядам на проблематику лекции. Лектор должен быть краток и выразителен. На введение отводится 5–8 минут.

Основное содержание: отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Выслушиваются суждения студентов. Студентам предлагается сформулировать выводы после каждой логической части. Представляются оценочные суждения лектора. Преподаватель формулирует резюме, подтверждаются или опровергаются ключевые идеи, высказанные в начале лекции.

Заключение: делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов/

Варианты чтения лекции:

1. Устное эссе предполагает профессиональное в теоретическом и методическом плане изложение конкретного вопроса. Но это спектакль одного актера, аудитория в лучшем случае вовлечена во «внутренний диалог» с преподавателем. Такая лекция представляет собой продукт, созданный одним только преподавателем, а студентам остается роль пассивных слушателей.

2. Устное эссе-диалог с организацией взаимодействия преподавателя со студентами, которые привлекаются к работе посредством использования приемов скрытого и открытого диалога.

3. Лекция с использованием постановки и решения проблемы. Такая лекция начинается с вопроса, парадокса, загадки, возбуждающим интерес студентов. Ответ, как правило, определяется к концу занятия. Студенты предлагают собственные варианты решения проблемы. Если консенсус не достигается, преподаватель дает больший объем информации, наводящую информацию. Как правило, большинство студентов догадывается о конечном результате еще до провозглашения его преподавателем. После формулирования проблематики основные идеи студентов записываются на доске. Они систематизируются определенным образом, структурируются. В заключении лекции окончательные выводы, разработанные на основе идей студентов, записываются на доске.

Условия лекционного общения:

- предварительная самостоятельная подготовка студентов по задачам, сформулированным на предыдущем занятии по предстоящей тематике ;
- свободное и открытое обсуждение материала;

4. Лекция с процедурой пауз предполагает чередование мини-лекций с обсуждениями. Каждые 20 минут освещается важная проблема, затем 5–10 минут она обсуждается. Можно сначала обсудить в малых группах, а затем пригласить кого-то высказать свое мнение от группы. Вслед за обсуждением следует еще одна микролекция.

6. Лекция-диспут, контролируемая преподавателем. Аудитория делится на группы: сторонников данной концепции, оппозицию и арбитров. Студенты делают свой выбор и учатся отстаивать свою точку зрения. Преподаватель организует дебаты и корректирует обсуждение, в конце занятия предлагает свое видение проблемы и подводит итоги.

Выбор варианта лекции определяется образовательными целями и индивидуальным стилем преподавателя.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны:

- а) ознакомиться с содержанием работы;
- б) изучить теоретический материал, необходимый для проведения лабораторной работы;
- в) тщательно проработать методику проведения работы и изучить схему экспериментальной установки;
- г) произвести необходимые предварительные расчеты, составить схемы экспериментального исследования и сформировать таблицы для записи результатов экспериментов и вычислений с определением подлежащего таблиц и сказуемого, с логическим формированием последовательностей экспериментальных данных.

Студенты, явившиеся на занятия не подготовленными, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Каждую работу выполняют бригадой студентов в составе 3-5 человек. В процессе эксперимента каждый член бригады выполняет определенные обязанности: снятие показаний измерительных приборов, фиксирование измеренных данных в подготовленных заранее таблицах, управление пускорегулирующей аппаратурой и др.

Отчет о проделанной работе составляется каждым студентом. Требуемое содержание отчета (необходимые схемы, таблицы и графики) указано в методическом описании каждой работы. Графики снятых и рассчитанных зависимостей желательно вычерчивать на миллиметровой бумаге по координатным осям с соответствующими делениями и обозначениями. После нанесения точек графика их соединяют плавной кривой с учетом возможного «разброса» точек ввиду их неточного снятия во время проведения эксперимента или погрешности расчета.

Кроме того, студент приводит результаты разработки на уровне исследования одного из вопросов по заданию преподавателя. В конце отчета записываются краткие выводы по проделанной работе, дается сравнительная оценка полученных практических результатов с теоретическими сведениями.

Лабораторная работа засчитывается, если студент правильно ответил на вопросы преподавателя, посвященные знанию устройства и принципу работы установки, а также

пониманию физических процессов, объясняющих полученные практические результаты при проведении эксперимента. Студент должен уметь объяснить порядок действий, необходимых для выполнения любого эксперимента в лабораторной работе.

Перед началом работы студенты обязаны изучить инструкцию по технике безопасности для работающих в лаборатории и расписаться о прохождении инструктажа в специальном журнале.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Требования к форме отчета о лабораторной работе определены стандартами Университета: http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml/

Структура отчета:

- 1) Схема лабораторной установки.
- 2) Паспортные данные исследуемой машины или приборов.
- 3) Таблицы с расчетными и опытными данными.
- 4) Основные расчетные формулы.
- 5) Алгоритмы сглаживания, аппроксимации экспериментальных данных, графики исследуемых зависимостей.
- 6) Трактовка полученных результатов и краткие выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется в соответствии с требованиями к изложению текста и оформлению работ следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2001.

http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

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

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик 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 программам 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