

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Эксплуатация и испытания приборов и систем управления летательных аппаратов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н., доцент
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.Ф. Скорина

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«18» февраля 2025 г., протокол № 7

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 «Эксплуатация и испытания приборов и систем управления летательных аппаратов» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способен координировать подготовку и проведение испытаний приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности с заданными техническими требованиями»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с эксплуатацией и испытаниями приборов и систем управления летательных аппаратов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью дисциплины "Испытания и техническое обслуживание приборов и систем управления летательных аппаратов" является формирование у студентов прочной теоретической базы по методологии проведения испытаний и экспериментальной отработки приборов и систем управления летательных аппаратов (ПС ЛА), а также по организации последующей технической эксплуатации.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен координировать подготовку и проведение испытаний приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности с заданными техническими требованиями	ПК-4.3.1 знать технологическую и приборную базу, используемую для поведения испытаний ПК-4.У.1 уметь разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов, их составных частей ПК-4.У.2 уметь применять современные программные средства для анализа результатов испытаний ПК-4.В.1 владеть методами обработки результатов испытаний с использованием ЭВМ
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Введение в специальность,

- Математика (Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория вероятности и математическая статистика),
- Физика,
- Химия,
- Материаловедение,
- Теоретическая и прикладная механика,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин и в 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
		№9
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
Самостоятельная работа, всего (час)	67	67
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

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 9					
Раздел 1. Теоретические основы испытаний и технического обслуживания ПС ЛА Тема 1.1. Предмет, цель и содержание курса. Тема 1.2. Основные понятия и классификация контроля, испытаний и технического обслуживания сложных технических систем. Тема 1.3. Тема – Оптимальное	8		8		16

планирование экспериментальной отработки ПС ЛА.					
Раздел 2. Испытания на воздействие факторов и условий жизненного цикла ПС ЛА. Тема 2.1. - Характеристики факторов и условий жизненного цикла ПС ЛА. Тема 2.2. – Экспериментальная отработка ПС ЛА на воздействие естественных факторов Тема 2.3. – Испытания ПС ЛА на воздействие искусственных факторов	8		8		17
Раздел 3. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества ПС ЛА. Тема 3.1. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества ПС ЛА. Тема 3.2. Методы контроля качества ПС ЛА.	8		9		17
Раздел 4. Техническая эксплуатация и система технического обслуживания и ремонта (ТОИР) ПС ЛА. Тема 4.1. - Эксплуатация как часть жизненного цикла ПС ЛА. Тема 4.2. - Техническая эксплуатация ПС ЛА. Тема 4.3. - Стратегии, программы и режимы ТОИР ПС ЛА.	10		9		17
Итого в семестре:	34		34		67
Итого	34	0	34	0	67

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Теоретические основы испытаний и технического обслуживания ПС ЛА Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса. Роль испытаний в процессе

	<p>проектирования, производства и эксплуатации ПС ЛА. Этапы жизненного цикла сложных технических систем. Задачи и организация экспериментальной отработки ПС ЛА. Основные принципы построения систем контроля и испытаний. Экспериментальная отработка как основа системы управления качеством продукции. Роль испытаний в процессе создания новых образцов ПС ЛА.</p> <p>Тема 1.2 – Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем. Испытания и контроль. Основные термины и определения. Взаимосвязь измерений, контроля и испытаний. Классификация контроля и испытаний. Обобщенная схема экспериментальной отработки. Классификация отказов и дефектов ПС ЛА.</p> <p>Тема 1.3 – Оптимальное планирование экспериментальной отработки ПС ЛА. Современный подход к организации комплексных программ испытаний ПС ЛА. Критерии эффективности испытаний. Математические модели процесса испытаний. Метод оптимального планирования экспериментальной отработки ПС ЛА.</p> <p>Тема 1.4 – Испытания сложных технических систем с использованием моделей. Цели и задачи моделирования при создании ПС ЛА. Испытания на основе физического моделирования. Физическое моделирование объектов испытаний и условий их применения по назначению. Испытания на основе математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей ПС ЛА. Комбинирование виды моделей. Имитационное моделирование сложных систем. Формализация сложных систем и сущность имитационного моделирования. Имитация процесса функционирования ПС ЛА.</p>
2	<p>Раздел 2. Испытания на воздействие факторов и условий жизненного цикла ПС ЛА.</p> <p>Тема 2.1 – Характеристики факторов и условий жизненного цикла ПС ЛА. Классификация эксплуатационных факторов по источнику их возникновения. Возмущающие факторы в процессе эксплуатации ПС ЛА аэрокосмического назначения. Стимулирующие и дестабилизирующие эксплуатационные факторы.</p> <p>Тема 2.3 – Испытания ПС ЛА на воздействие искусственных факторов. Испытания на воздействие вибраций: условия испытаний и применяемое испытательное оборудование. Методы и виды виброиспытаний. Испытания на ударные воздействия: условия испытаний и применяемое оборудование, методы испытаний на ударное воздействие. Испытания на воздействие линейных ускорений: условия испытаний и применяемое испытательное оборудование, методы испытаний. Испытания на воздействие акустического шума. Условия испытаний и применяемое оборудование, методы испытаний. Комбинированные испытания: условия испытаний на комбинированное воздействие внешних факторов и применяемое оборудование, методы проведения испытаний.</p> <p>Тема 2.2 – Экспериментальная отработка ПС ЛА на воздействие естественных факторов. Испытание на воздействие климатических</p>

	<p>факторов: повышенной температуры внешней среды, пониженной температуры внешней среды, изменение температуры внешней среды, повышенной влажности, солнечного излучения, пониженного атмосферного давления, статическое и динамическое воздействие пыли (песка), воздействие воды, воздействие атмосферы с коррозионно-активными агентами. Испытания на воздействие космических факторов: глубокого вакуума и пониженной температуры, микрометеоритных потоков, комбинированное воздействие факторов космического пространства.</p>
3	<p>Раздел 3. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества ПС ЛА</p> <p>Тема 3.1 – Роль и место технической диагностики в процессе испытаний ПС ЛА. Основные определения и понятия технической диагностики. Оценка состояний ПС ЛА: методами теории информации, методами математической логики, методами интегральной диагностики. Методы поиска неисправностей в ПС ЛА</p> <p>Тема 3.2 – Методы контроля качества. Классификация методов контроля качества. Методы неразрушающего контроля микромеханических сенсоров параметров движения, изготовленных на основе MEMS-технологии: акустические, капиллярные, электрохимические, электрические, магнитные, электромагнитные, тепловые, радиационные, радиоволновые, электронной микроскопии, рентгеновские, методы оптического контроля.</p> <p>Тема 3.3 – Точностные характеристики результатов испытаний. Обобщенная схема формирования результатов испытаний. Чувствительность и адекватность метода испытаний. Точность результатов (метода) испытаний. Правильность результатов. Повторяемость результатов. Воспроизводимость и достоверность. Точность испытательных стендов и комплексов.</p>
4	<p>Раздел 4. Эксплуатация как часть жизненного цикла ПС ЛА</p> <p>Тема 4.1 – Эксплуатация как часть жизненного цикла ПС ЛА. Эксплуатационно-технические характеристики ПС ЛА. Процессы эксплуатации ПС ЛА. Модель и структура процесса эксплуатации. Взаимосвязь процессов технической эксплуатации и изменения технического состояния объектов эксплуатации.</p> <p>Тема 4.2 - Техническая эксплуатация ПС ЛА. Характеристики процесса эксплуатации. Безотказность объектов эксплуатации. Долговечность и живучесть. Контролепригодность. Эксплуатационная технологичность. Определение характеристик ПС ЛА в процессе эксплуатации. Факторы, оценки и показатели эффективности процесса технической эксплуатации. Обеспечение исправности. Контроль технического состояния. Обеспечение готовности к использованию по назначению.</p> <p>Тема 4.3 - Стратегии, программы и режимы ТОиР ПС ЛА: Виды и формы ТОиР. Классификация стратегий ТОиР и условия их применения. Стратегии ТОиР по состоянию объектов эксплуатации. Стратегия технического обслуживания по наработке. Структура программ ТОиР и механизм их формирования. Оценка эффективности программ ТОиР. Понятия и классификация режимов ТОиР. Определение периодичности технического обслуживания объектов эксплуатации.</p>

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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
Семестр 7				
1	Исследование микромеханического датчика угловой скорости	5	5	1
2	Исследование микромеханического датчика линейных ускорений	6	5	2
3	Исследование комплекса оборудования для проведения испытаний на воздействие вибраций	6	5	2
4	Исследование комплекса оборудования для проведения испытаний на воздействие климатических факторов	6	5	3
5	Разработка программы испытаний образца ПС ЛА	6	5	4
6	Разработка методики испытаний образца авиационного прибора	6	5	4
Всего		34	30	

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 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	52	52
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		

Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	67	67

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)
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
620.7 С44	Скорина С.Ф. Учебное пособие: Испытание изделий авиационной, ракетной и космической техники.СПб, ГУАП, 2018. 120с.	50
629.7 С44	Скорина С.Ф., Овчинникова Н.А. Учебное пособие: Испытания микромеханических сенсоров параметров движения основания. СПб., ГУАП, 2021. 135с.	50
	Методическое пособие по программе «Наземный комплекс обработки полетной информации «Топаз-М» с программным обеспечением «СКАТ» (система контроля авиационной техники) ЗАО «НИИ «Топаз». Москва-2012.	3
	Системы измерений для стендовых и летных испытаний авиационной техники «ГАММА	5

	2110. Руководство по технической эксплуатации	
--	---	--

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

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

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

URL адрес	Наименование
http://www.npropri-bor.ru	АО НПО «Прибор» г. Санкт-Петербург. Официальный сайт. Основной разработчик и производитель бортовых устройств регистрации и контрольно-записывающей аппаратуры
http://www.topazlab.ru	ЗАО НИИ «Топаз-М». г. Москва. Официальный сайт. Основной разработчик и производитель автоматизированных систем обработки и анализа записей бортовых устройств регистрации - Аппаратно-программных комплексов «Топаз-М» СКАТ (Система контроля авиационной техники)
http://www.lii.ru	Государственный научный центр Российской Федерации ОАО «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова»
http://gosniiga.ru/	Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации
https://www.roscosmos.ru/	Госкорпорация Роскосмос

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	5108
2	Мультимедийная лекционная аудитория	1304
5	Специализированные лаборатории «Аэродинамики и конструкции ЛА и двигателей» и «Микромеханических сенсоров»	5108
6	Стенды препарированных двигателей, авиационных и космических систем	1304а, 1304, 5108

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; 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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Роль испытаний в процессе проектирования и создания изделия	ПК-4.3.1
2	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем	
3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки	
4	Испытания сложных технических систем с использованием моделей	
5	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий авиационной и ракетно-космической техники	
6	Наземная отработка изделий авиационной техники на воздействие естественных факторов	
7	Наземная отработка изделий авиационной техники на воздействие искусственных факторов	
9	Характерные особенности динамики и управляемости современных скоростных самолетов	ПК-4.У.1
10	Методическое обеспечение летно-конструкторских (заводских) испытаний	
11	Принципы организации и планирования опытного самолета и управления экспериментом	
12	Понятие от математических моделей, используемых при летно-конструкторских (заводских) испытаниях	
13	Технология подготовки приборов и систем к летно-конструкторским (заводским) испытаниям	
14	Краткая характеристика подготовительных наземных работ	
15	Подготовка информационно-измерительной аппаратуры	
16	Выбор частот дискретизации измеряемых параметров	
17	Априорный банк аэродинамических характеристик самолета	
18	Определение положения центра масс и осевых моментов инерции самолета	
18	Наземная проверка работоспособности бортовых функциональных	

19	систем и штатного оборудования опытного самолета Определение характеристик системы управления самолета	
20		
21	Комплексная оценка самолета, его бортовых функциональных систем и оборудования при движении по аэродрому и подлетах	ПК-4.У.1
22	Подготовка градуировочных зависимостей приборов Представление в системах известных функциональных зависимостей	
23	Понятие о методах оперативной автоматизированной обработки материалов летных и наземных экспериментов	
24	Отбраковка нерегулярных сбоев, фильтрация и сглаживание, устранение систематических ошибок, учет динамических искажений, вносимых информационно измерительной системой	
25	Верификация результатов измерений	
26	Расчет физических значений параметров по результатам прямых и косвенных измерений	
27	Сглаживание, численное дифференцирование и другие линейные преобразования случайного процесса	
28		
29	Методы проведения первого вылета и задачи очередных испытательных полетов	ПК-4.В.1
30	Задачи первых испытательных полетов	
31	Оценка явлений, обуславливаемых выбором конструктивной схемы	
32	Особенности проведения летных испытаний приборов	
33	Проблема учета критических явлений в динамике и управляемости самолетов	
34	Понятие о специальных видах калибровок и измерений в ходе летно-конструкторских (заводских) испытаний	
35	Допусковый контроль	ПК-8.В.1
36	Основные понятия допускового контроля	
37	Показатели достоверности результатов контроля Контроль функциональных параметров	
38	Контроль методом двукратной выборки	
39	Контроль сигнальных параметров и групповой контроль	
40	Оценка эффективности допускового контроля	
41	Методы выборочного контроля	
42	Выбор плана испытаний на надежность	
43	Подтверждение требований к вероятности безотказной работы	
44		
Тип 1	Прочитайте текст и приведите правильный ответ. Какие испытания проводятся для контроля соответствия объекта международным требованиям. объекта? 1) Контрольные. 2) Приемочные. 3) Определительные 4) Сертификационные	
Тип 2	Прочитайте текст и приведите правильные ответы. При выборе средств контроля параметров испытаний следует опираться на следующее: А. точность В. Диапазон измерения С. достоверность Д. трудоемкость операции измерения Е. себестоимость.	

Тип 3	Прочитайте текст и установите соответствие. Соотнесите с видами испытаний на: А- вибрацию, Б- линейные ускорения, В- перепады температур, Г- пониженное атмосферное давление необходимое испытательное оборудование: 1- термобарокамера, 2- вибростенд, 3- климатическая камера, 4- центрифуга.	ПК-4
Тип 4	Прочитайте текст и установите правильную последовательность. Определите предпочтительную последовательность проведения следующих видов испытаний для прибора: А- на воздействие пыли и песка, Б-на воздействие ионизирующих излучений, В- на воздействие низких температур, Г- на воздействие вибраций и линейных ускорений, Д- на герметичность.	
Тип 5	Прочитайте текст и приведите развернутый и аргументированный ответ: Основные средства контроля технического состояния и технического обслуживания микромеханического датчика угловой скорости	
Тип 1	Прочитайте текст и приведите правильный ответ. Какое оборудование используют для проведения испытаний на воздействие линейных ускорений. 1) Барокамеры. 2) Вибростенды. 3) Центрифуги 4) Климатические камеры.	ПК-8
Тип 2	Прочитайте текст и приведите правильные ответы. При выборе средств контроля параметров испытаний следует опираться на следующие характеристики: А. точность В. Диапазон измерения С. достоверность Д. трудоемкость операции измерения Е. сроки проведения очередного метрологического контроля.	
Тип 3	Прочитайте текст и установите соответствие. Соотнесите с видами испытаний на: А- вибрацию, Б- линейные ускорения, В- перепады температур, Г- пониженное атмосферное давление необходимое испытательное оборудование: 1- термобарокамера, 2- вибростенд, 3- климатическая камера, 4- центрифуга.	
Тип 4	Прочитайте текст и установите правильную последовательность. Определите предпочтительную последовательность проведения следующих видов испытаний для прибора: А- на воздействие пыли и песка, Б-на воздействие ионизирующих излучений, В- на воздействие низких температур, Г- на воздействие вибраций и линейных ускорений, Д - на герметичность.	
Тип 5	Прочитайте текст и приведите развернутый и аргументированный ответ: Основные средства контроля технического состояния и микромеханического датчика линейных ускорений	
Задача1	Найдите необходимую угловую скорость вращения центрифуги для создания перегрузки 4 g, если радиус рабочего стола составляет 0,4 метра.	
Задача2	Чему равна амплитуда виброускорения, если частота виброперемещений стола 50 Гц., а амплитуда - 0,05 м.	

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.

Типы тестовых заданий и инструкция к выполнению:

1 тип. 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);

2 тип. 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);

3 тип. 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)

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности (инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо);

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ).

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Какова роль испытаний в процессе проектирования и создания приборов и систем (ПС)	ПК-4.3.1
2	Перечислите основные виды контроля и испытаний сложных технических систем	
3	Назовите основные критерии оптимального планирования экспериментальной отработки	
4	Какова роль моделей при испытаниях сложных технических систем с использованием моделей	
5	Характеристика изделий авиационной и ракетно-космической техники	
6	Перечислите естественные факторы при испытаниях	
7	Перечислите искусственные факторы при испытаниях ПС	
8	Перечислите Принципы организации испытаний ПС и управления	ПК-4.У.1

9	экспериментом Перечислите принципы планирования испытаний и управления экспериментом	
10	Назовите технологические операции подготовки ПС к летно-конструкторским испытаниям	
11	Раскройте содержание подготовки информационно-измерительной аппаратуры	
12	Каков порядок выбора частот дискретизации измеряемых параметров	
13	В чем суть наземной проверки работоспособности бортовых функциональных систем ПС	
14	Определение характеристик системы управления самолета	ПК-4.У.2
15	Что такое градуировочные зависимости	
16	Назовите методы оперативной автоматизированной обработки материалов летных и наземных экспериментов	
17	Как устранить нерегулярные сбои, систематические ошибки, вносимых информационно измерительной системой	
18	В чем суть верификации результатов измерений	
19	Как провести расчет физических значений параметров по результатам прямых и косвенных измерений	
20	Оцените влияние явлений, обуславливаемых выбором конструктивной схемы самолета	
21	В чем проблема учета критических явлений в динамике и управляемости самолетов	
22	Суть допускового контроля	ПК-4.В.1
23	Основные понятия допускового контроля	
24	Назовите показатели достоверности результатов контроля	
25	Содержание контроля функциональных параметров	
26	Задачи контроля методом двукратной выборки	
27	Определите суть сигнальных параметров	
28	Оценка эффективности допускового контроля	
29	Перечислите методы выборочного контроля	
30	Назовите критерии выбора плана испытаний на надежность	ПК-8.В.1
31	Как подтвердить требования к вероятности безотказной работы	
32	Назовите особенности подтверждения требований к интенсивности отказов или среднему времени безотказной работы при комплексных испытаниях	
33	Как осуществить контроль функциональных параметров ПС	
34	Назовите основные задачи баллистического обеспечения летных испытаний СУ ЛА	
	Задания для проверки остаточных знаний	
Тип 1	Выберите правильный ответ: Какие испытания проводятся для контроля качества объекта? 1) Контрольные. 2) Приемочные. 3) Определительные 4) Сертификационные	
Тип 2	Выберите несколько правильных ответов При выборе средств контроля параметров испытаний следует опираться на следующее: А. точность В. Диапазон измерения С. достоверность Д. трудоемкость операции измерения Е. себестоимость.	
Тип 3	Соотнесите с видами испытаний на: А- вибрацию, Б- линейные ускорения, В- перепады температур, Г- пониженное атмосферное	

Тип 4	давление необходимое испытательное оборудование: 1-термобарокамера, 2- вибростенд, 3- климатическая камера, 4-центрифуга.	ПК-4
Тип 5	Определите предпочтительную последовательность проведения следующих видов испытаний для прибора: А- на воздействие пыли и песка, Б-на воздействие ионизирующих излучений, В- на воздействие низких температур, Г- на воздействие вибраций и линейных ускорений, Д- на герметичность.	
Тип 5	Дайте развернутый ответ на вопрос: Перечислите основные средства контроля технического состояния и технического обслуживания	
Тип 1	Выберите правильный ответ: Результаты, полученные в ходе проведения испытаний приборов оформляются в виде: 1) Отчетов. 2) Протоколов 3) Отчетов по НИР 4) Служебной записки	ПК-8
Тип 2	Выберите несколько правильных ответов: Результаты исследований представляют: А- в форме отчетов, Б - рефератов, В - обзоров, Г - публикаций, Д - докладов, Е - заявок на патенты, Ж -устных сообщений в коллективе кафедры или отдела.	
Тип 3	Соотнесите с видами испытаний на: А- вибрацию, Б- линейные ускорения, В- перепады температур, Г- пониженное атмосферное давление необходимое испытательное оборудование: 1-термобарокамера, 2- вибростенд, 3- климатическая камера, 4-центрифуга.	
Тип 4	Определите целесообразную последовательность проведения работ по подготовке доклада на научно-технической конференции: А- проведение моделирования объекта, который фигурирует в теме выступления, Б-обзор современного состояния вопроса, В- составление плана выступления , Г - разработка математической модели объекта исследований,, Д- анализ результатов моделирования.	
Тип 5	Дайте развернутый ответ на вопрос: Роль, место и преимущества место использования цифровых двойников при проведении экспериментальной отработки новых систем управления	

Система оценивания ответов на тестовые задания:

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 *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

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

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов поведения испытаний авиационной и космической техники;
- Описание методов обработки результатов испытаний;
- Демонстрация примеров проведения испытаний;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах. *Не предусмотрено учебным планом*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий - *предусмотрено учебным планом.*

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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, Структура и форма отчета о лабораторной работе, Требования к оформлению отчета о лабораторной работе содержатся в соответствующих методических указаниях.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/standart/doc>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы. *Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

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

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

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

До экзамена студент должен выполнить и защитить отчеты по лабораторным работам, выступить с докладом по испытаниям на воздействие заданного возмущающего фактора и сдать реферат по тематике организации и проведению технической эксплуатации приборов и систем управления ЛА.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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