


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

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
В.К. Пономарев  
(подпись)  
«29» 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Санкт-Петербург 2023 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)  
доцент, к.т.н., доцент  
должность, уч. степень, звание

  
С.Ф. Скорина  
(подпись, дата)  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13  
«29» 05 2023 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13  
к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание


  
Н.А. Овчинникова  
(подпись, дата)  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(04)  
доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
В.К. Пономарев  
(подпись, дата)  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель  
должность, уч. степень, звание

  
В.Н. Таратун  
(подпись, дата)  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Эксплуатация и испытания систем управления ЛА» входит в образовательную программу подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника 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»

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью дисциплины "Эксплуатация и испытания систем управления ЛА" является формирование у студентов прочной теоретической базы по методологии проведения испытаний и экспериментальной отработки систем управления ЛА, а также по организации последующей технической эксплуатации таких систем.

**1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).**

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

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

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

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

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b><i>Из них часов практической подготовки</i></b>	17	17
<b><i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i></b>	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
<b><i>Самостоятельная работа, всего (час)</i></b>	93	93
<b>Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)</b>	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 3.

Таблица 3. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
<p>Раздел 1. Теоретические основы испытаний и технического обслуживания СУ ЛА</p> <p>Тема 1.1. Предмет, цель и содержание курса.</p> <p>Тема 1.2. Основные понятия и классификация контроля, испытаний и технического обслуживания сложных технических систем.</p> <p>Тема 1.3. Тема – Оптимальное планирование экспериментальной отработки СУ ЛА.</p>	6				33
<p>Раздел 2. Испытания на воздействие факторов и условий жизненного цикла СУ ЛА.</p> <p>Тема 2.1. - Характеристики факторов и условий жизненного цикла СУ ЛА.</p> <p>Тема 2.2. – Экспериментальная отработка СУ ЛА на воздействие естественных факторов</p> <p>Тема 2.3. – Испытания СУ ЛА на воздействие искусственных факторов</p>	10		6		30
<p>Раздел 3. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества СУ ЛА.</p> <p>Тема 3.1. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества СУ ЛА.</p> <p>Тема 3.2. Методы контроля качества СУ ЛА.</p>	10		6		17
<p>Раздел 4. Техническая эксплуатация и система технического обслуживания и</p>	8		5		13

ремонта (ТОИР) СУ ЛА. Тема 4.1. - Эксплуатация как часть жизненного цикла СУ ЛА. Тема 4.2. - Техническая эксплуатация СУ ЛА. Тема 4.3. - Стратегии, программы и режимы ТОИР СУ ЛА.					
Итого в семестре:	34		17		93
Итого:	34	0	17	0	93

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Раздел 1. Теоретические основы испытаний и технического обслуживания СУ ЛА</b></p> <p>Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса.</p> <p>Роль испытаний в процессе проектирования, производства и эксплуатации СУ ЛА. Этапы жизненного цикла сложных технических систем. Задачи и организация экспериментальной отработки СУ ЛА. Основные принципы построения систем контроля и испытаний. Экспериментальная отработка как основа системы управления качеством продукции. Роль испытаний в процессе создания новых образцов СУ ЛА.</p> <p>Тема 1.2 – Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.</p> <p>Испытания и контроль. Основные термины и определения. Взаимосвязь измерений, контроля и испытаний. Классификация контроля и испытаний. Обобщенная схема экспериментальной отработки. Классификация отказов и дефектов СУ ЛА.</p> <p>Тема 1.3 – Оптимальное планирование экспериментальной отработки СУ ЛА.</p> <p>Современный подход к организации комплексных программ испытаний СРОНС. Критерии эффективности испытаний. Математические модели процесса испытаний. Метод оптимального планирования экспериментальной отработки СУ ЛА.</p> <p>Тема 1.4 Испытания сложных технических систем с использованием моделей.</p> <p>Цели и задачи моделирования при создании СУ 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 СУ ЛА.</p>

	<p>Комбинирование виды моделей. Имитационное моделирование сложных систем. Формализация сложных систем и сущность имитационного моделирования. Имитация процесса функционирования СУ ЛА.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Испытания на воздействие факторов и условий жизненного цикла СУ ЛА.</b></p> <p>Тема 2.1 Характеристики факторов и условий жизненного цикла СУ ЛА.</p> <p>Классификация эксплуатационных факторов по источнику их возникновения. Возмущающие факторы в процессе эксплуатации СУ ЛА аэрокосмического назначения. Стимулирующие и дестабилизирующие эксплуатационные факторы.</p> <p>Тема 2.3 Испытания СУ ЛА на воздействие искусственных факторов.</p> <p>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 СУ ЛА на воздействие естественных факторов.</p> <p>Испытание на воздействие климатических 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><b>Раздел 3. Техническая диагностика в процессе испытаний и методы контроля качества СУ ЛА</b></p> <p>Тема 3.1 Роль и место технической диагностики в процессе испытаний СУ ЛА.</p> <p>Основные определения и понятия технической диагностики. Оценка состояний СУ ЛА: методами теории информации, методами математической логики, методами интегральной диагностики. Методы поиска неисправностей в СУ ЛА</p> <p>Тема 3.2 Методы контроля качества.</p>

	<p>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><b>Раздел 4. Эксплуатация как часть жизненного цикла СУ ЛА</b></p> <p>Тема 4.1 Эксплуатация как часть жизненного цикла СУ ЛА. Эксплуатационно-технические характеристики СУ ЛА. Процессы эксплуатации СУ ЛА. Модель и структура процесса эксплуатации. Взаимосвязь процессов технической эксплуатации и изменения технического состояния объектов эксплуатации.</p> <p>Тема 4.2 Техническая эксплуатация СУ ЛА.</p> <p>Характеристики процесса эксплуатации. Безотказность объектов эксплуатации. Долговечность и живучесть. Контролепригодность. Эксплуатационная технологичность. Определение характеристик СУ 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 СУ ЛА.</p> <p>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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				



#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 9			
1	Структура и характеристики испытательной станции закрытого типа	2	1
2	Технологические системы испытательной станции	4	1
3	Вспомогательное технологическое оборудование, подготовка, проведение серийных и экспериментальных испытаний	2	3
4	Методы измерения и контроля параметров СУ ЛА в процессе испытаний	2	3
5	Разработка программы испытаний образца СУ ЛА	3	2
6	Разработка методики испытаний образца прибора или СУ ЛА	4	2
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

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
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
изучение и осмысление теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю (ТК)	17	17
домашнее задание (ДЗ)		

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
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
629.7 О75	Основы испытаний летательных аппаратов [Текст] : учебник для втузов / Е. И. Кринецкий; Л. Н. Александровская, В. С. Мельников, Н. А. Максимов. - учеб. изд. - М. : Машиностроение, 1989. - 312 с	2
62-192(083) Н17	Надежность и эффективность в технике [Текст] : 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.	4
Книга 629.7 П 22	Методы и устройства для испытаний изделий аэрокосмической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Пашков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 92 с.	63

## 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
<a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/">http://lib.aanet.ru/jirbis2/</a>	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.
<a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/">http://lib.aanet.ru/jirbis2/</a>	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

### 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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Поворотные столы и стенды для динамических испытаний гироскопических приборов	13-03а, 13-03б, 13-04
4	Кафедральные стенды и учебные образцы инерциальных ПС ОНС	13-03а, 13-03б, 13-04

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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. 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"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 15)

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Роль испытаний в процессе проектирования, производства и эксплуатации СУ ЛА.	ПК-4.3.1
2	Этапы жизненного цикла сложных технических систем.	ПК-4.3.1
3	Основные принципы построения систем контроля и испытаний.	ПК-4.3.1
4	Экспериментальная отработка как основа системы управления качеством продукции.	ПК-4.3.1
5	Роль испытаний в процессе создания новых образцов СУ ЛА.	ПК-4.3.1
6	Испытания и контроль. Взаимосвязь измерений, контроля и испытаний.	ПК-4.3.1
7	Обобщенная схема экспериментальной отработки новых систем.	ПК-4.3.1
8	Современный подход к организации комплексных программ испытаний	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1
9	СРОНС.	ПК-4.3.1
10	Критерии эффективности испытаний.	ПК-4.3.1
11	Математические модели процесса испытаний.	ПК-4.3.1
12	Метод оптимального планирования экспериментальной отработки СУ ЛА.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1
13	Цели и задачи моделирования при создании СУ ЛА.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1
14	Испытания на основе физического моделирования.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,

		ОПК-1.У.1
15	Испытания на основе математического моделирования.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
16	Комбинирование виды моделей.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1
17	Имитационное моделирование сложных систем.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
18	Классификация эксплуатационных факторов по источнику их возникновения. Возмущающие факторы в процессе эксплуатации СУ ЛА аэрокосмического назначения.	ПК-4.3.1,
19	Стимулирующие и дестабилизирующие эксплуатационные факторы.	ПК-4.3.1,
20	Испытания на воздействие вибраций: условия испытаний и применяемое испытательное оборудование.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
21	Методы и виды виброиспытаний.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1,
22	Испытания на ударные воздействия: условия испытаний и применяемое оборудование, методы испытаний на ударное воздействие.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
23	Испытания на воздействие линейных ускорений: условия испытаний и применяемое испытательное оборудование, методы испытаний.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
24	Испытания на воздействие акустического шума. Условия испытаний и применяемое оборудование, методы испытаний.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
25	Комбинированные испытания: условия испытаний на комбинированное воздействие внешних факторов и применяемое оборудование	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1

26	Испытание на воздействие климатических 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.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1,
27	Испытания на воздействие космических факторов: глубокого вакуума и пониженной температуры/ микрометеоритных потоков/ комбинированное воздействие факторов космического пространства.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
28	Оценка состояний СУ ЛА: методами теории информации/ методами математической логики/ методами интегральной диагностики.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
29	Методы поиска неисправностей в СУ ЛА	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
30	Классификация методов контроля качества.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
31	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.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
32	Обобщенная схема формирования результатов испытаний.	ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1
33	Чувствительность и адекватность метода испытаний.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
34	Точность результатов (метода) испытаний. Правильность результатов. Повторяемость результатов. Воспроизводимость и достоверность.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
35	Точность испытательных стендов и комплексов.	ПК-4.3.1,
36	Эксплуатационно-технические характеристики СУ ЛА	ПК-4.3.1,
37	Модель и структура процесса эксплуатации СУ ЛА	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
38	Взаимосвязь процессов технической эксплуатации и изменения технического состояния объектов эксплуатации.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,

39	Характеристики процесса эксплуатации: Безотказность объектов эксплуатации. Долговечность и живучесть. Контролепригодность. Эксплуатационная технологичность.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
40	Определение характеристик СУ ЛА в процессе эксплуатации.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
41	Факторы, оценки и показатели эффективности процесса технической эксплуатации.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1, ПК-8.В.1,
42	Контроль технического состояния. Обеспечение готовности к использованию по назначению.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
43	Виды и формы ТОиР. Классификация стратегий ТОиР и условия их применения. Стратегии ТоиР по состоянию объектов эксплуатации.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
44	Стратегия технического обслуживания по наработке.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
45	Структура программ ТОиР и механизм их формирования.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
46	Оценка эффективности программ ТОиР.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,
47	Определение периодичности ТОиР.	ПК-4.У.1, ПК-4.У.2, ПК-4.В.1,

1. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 16)

Таблица 16– Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 17)

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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



Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Учебным планом не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

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

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

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

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Описание методов определения параметров надежности, применяемых для расчета надежности приборных систем на различных стадиях жизненного цикла;

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

## **11.2. 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**

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями,

приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

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

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.

### **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме экзамена. Экзамен: проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой