

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

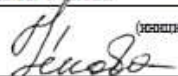
Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

(должность, уч. степень, звание)

Н.И. Ускова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«21» апреля 2025 __ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент. к.в.н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.Л.Кунтуров
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«21» апреля 2025 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

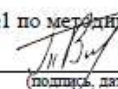
к.т.н., доцент
(уч. степень, звание)


(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 «Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники»

ПК-4 «Способен выполнять основные типовые технологические операции по осмотру и обслуживанию планера, силовой установки и функциональных систем летательных аппаратов»

ПК-7 «Способен принимать меры по предупреждению отказов изделий авиационной техники при техническом обслуживании воздушных судов по вине инженерно-технического персонала»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, в области науки и техники, связанной с разработкой, испытаниями, технической эксплуатацией авиационной и космической техники.

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

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 преподавания дисциплины являются получение необходимых знаний и навыков в сферах науки и техники, имеющих поли дисциплинарный характер и связанных с технической эксплуатацией летательных аппаратов и двигателей, разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем авиационной и космической техники.

Знания и навыки выпускников, полученные при изучении данной дисциплины, применяются в следующих видах профессиональной деятельности:

- эксплуатационно-техническая, производственно–технологическая, организационно – управленческая, проектно – конструкторская и испытательная, научно – исследовательская, также способствуют формированию таких ключевых компетенций цифровой экономики, как креативное мышление, саморазвитие в условиях неопределенности и коммуникация в цифровой среде.

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-3 Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники	ПК-3.3.2 знать методы оценивания эффективности и надежности применяемых методов устранения повреждений и отказов авиационной техники и их причин ПК-3.У.1 уметь осуществлять поиск и устранение отказов и повреждений авиационной техники и их причин ПК-3.В.1 владеть технологиями поиска и устранения отказов и повреждений авиационной техники и методами выявления их причин
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен выполнять основные типовые технологические операции по осмотру и обслуживанию планера, силовой установки и функциональных систем летательных аппаратов	ПК-4.3.1 знать перечень и технологии работ технического обслуживания планера, систем управления и функциональных систем по форме А-check и В-check
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен принимать меры по предупреждению	ПК-7.У.1 уметь применять для учета "человеческого фактора" в системе управления безопасностью полетов модели интерфейсов

	отказов изделий авиационной техники при техническом обслуживании воздушных судов по вине инженерно-технического персонала	"SHELL" ПК-7.В.1 владеть методиками построения системы мер СУБП по предупреждению отказов изделий авиационной техники по вине инженерно-технического персонала
--	---	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Введение в специальность
- Электротехника и электроника. Электротехника
- Летательные аппараты и авиадвигатели
- Автоматика и управление
- Основы радиотехники, радиотелеметрии и радиосвязи в ракетно-космической технике
- Современные транспортные ЛА
- Основы радиотехники
- Системы стабилизации, ориентации и навигации
- Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
- Микромеханические датчики авионики
- Информатика. Информационные технологии
- Авиационные электротехнические материалы
- Аэродинамика
- Динамика полета
- Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
- Сопротивление материалов
- Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
- Системы электроснабжения воздушных судов
- Метрология, стандартизация и сертификация
- Авиационные электрические машины
- Бортовые радиоэлектронные системы
- Технические средства измерения параметров авиационного оборудования
- Надежность и техническая диагностика. Техническая диагностика
- Системы автоматического управления полетом
- Микропроцессорные измерительные устройства
- Электрифицированное оборудование воздушных судов
- Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО
- Надежность и техническая диагностика. Надежность
- Моделирование систем и процессов
- Технические средства измерения параметров авиационного оборудования

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

- Пилотажно-навигационные комплексы
- Автоматизированные системы контроля, регистрации и обработки полетной информации;

- Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
- Безопасность полетов
- Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО
- Авиационные тренажеры
- Экономика и организация производства
- Прикладная экономика

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Тема 1. Общие сведения об управлении авиационными силовыми установками	2	2	2		2
Тема 2. Авиационные силовые установки как объекты управления.	3	3	3		4
Тема 3. Контур автоматического управления сверхзвуковым воздухозаборником.	2	2	2		3
Тема 4. Контур автоматического управления расходом топлива в основную камеру сгорания.	4	4	4		5
Тема 5. Контур автоматического управления компрессором.	2	2	2		2

Тема 6. Контур автоматического управления реактивным соплом.	2	2	2		3
Тема 7. Системы предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов. Технологии цифровой трансформации в задачах повышения надежности приборных систем.	2	2	2		2
Итого в семестре:	17	17	17		21
Итого	17	17	17	0	21

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	Тема 1. Общие сведения об управлении авиационными силовыми установками. Задачи управления авиационными силовыми установками. Требования, предъявляемые к системам автоматического управления авиационных силовых установок. Требования, предъявляемые к системам автоматического управления авиационных силовых установок. Классификация автоматических систем управления силовых установок.
2	Тема 2. Авиационные силовые установки как объекты управления. Общие сведения о силовых установках как объектах автоматического управления. Одновальные ТРД и ТРДФ как объекты управления. Двухвальные ТРД и ТРДФ как объекты управления. Двухконтурные ТРД и ТРДФ как объекты управления. Динамические свойства ГТД по частоте вращения ротора. Статические характеристики ГТД. Статические характеристики систем топливоподачи. Характеристики ГТД совместно с системой топливоподачи. Влияние на устойчивость ГТД системы топливоподачи с приводным топливным насосом. Статические и динамические характеристики систем топливоподачи с регулятором постоянства расхода топлива. Принципы построения регуляторов постоянства расхода топлива. Статические характеристики систем топливоподачи с регулятором постоянства расхода топлива. Динамические характеристики систем топливоподачи с регулятором постоянства расхода топлива. Влияние регулятора постоянства расхода топлива на устойчивость ГТД.
3	Тема 3. Контур автоматического управления сверхзвуковым воздухозаборником. Сверхзвуковой воздухозаборник как объект автоматического управления. Назначение автоматических систем управления сверхзвуковыми воздухозаборниками и требования к ним. Принципы построения, функциональные схемы, программы управления. Автоматические системы управления

	сверхзвуковыми воздухозаборниками, работающие на принципе компенсации возмущений.
4	Тема 4. Контур автоматического управления расходом топлива в основную камеру сгорания. Системы ручного управления частотой вращения ротора. Автоматические системы управления частотой вращения роторов ГТД. Взаимодействие систем ручного и автоматического управления частотой вращения ротора ГТД. Применение ЭВМ в управлении авиационными силовыми установками. Автоматизация приемистости и сброса газа ГТД. Автоматизация запуска ГТД. Ограничители неуправляемых параметров ГТД.
5	Тема 5. Контур автоматического управления компрессором. Осевой компрессор как объект автоматического управления, управляемые параметры, управляющие факторы. Задачи автоматизации компрессоров. Системы автоматического управления средствами перепуска воздуха. Контур автоматического управления направляющими аппаратами компрессора.
6	Тема 6. Контур автоматического управления реактивным соплом. Динамические свойства ГТД по температуре газа перед турбиной. Задачи управления реактивным соплом. Автоматические системы программного управления площадью критического сечения реактивных сопел. Замкнутые системы автоматического управления параметрами ГТД с воздействием на площадь критического сечения сопла. Взаимодействие контура автоматического управления реактивного сопла и системы управления частотой вращения роторов ГТД.
7	Тема 7. Системы предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов. Назначение систем предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов работы ГТД. Состав и принцип работы систем. Системы предупреждения неустойчивой работы ГТД. Технологии цифровой трансформации в задачах повышения надежности приборных систем. Взаимодействие системы предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов работы ГТД с другими контурами автоматического управления. Возможные неисправности в работе двигателя.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Анализ и обоснование требований, предъявляемых к	Аналитические расчеты и моделирование	2	2	1

	системам автоматического управления авиационных силовых установок.				
2	Исследование влияния на устойчивость ГТД системы топливоподачи с приводным топливным насосом.	Занятия по моделированию реальных условий	3	3	2
3	Разработка принципов построения, функциональных схем и программы управления.	Аналитические расчеты и моделирование	2	2	3
4	Проектирование ограничителей неуправляемых параметров ГТД.	Аналитические расчеты и моделирование	4	4	4
5	Исследование контура автоматического управления направляющими аппаратами компрессора.	Аналитические расчеты и моделирование	2	2	5
6	Исследование автоматических систем программного управления площадью критического сечения реактивных сопел.	Аналитические расчеты и моделирование	2	2	6
7	Роль и место технологий цифровой трансформации для сбора и анализа информации при исследовании систем предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов.	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	7
Всего			17	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Исследование влияния на устойчивость ГТД системы топливоподачи с приводным топливным насосом.	4	4	2

2	Исследование ограничителей управляемых параметров ГТД.	4	4	4
3	Исследование контура автоматического управления направляющими аппаратами компрессора.	3	3	5
4	Исследование контура автоматического управления направляющими аппаратами компрессора.	3	3	6
5	Исследование систем предупреждения и ликвидации неустойчивых режимов.	3	3	7
Всего		17	17	

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		9
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		6
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		2
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		4
Всего:	21	21

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)
629.7	Боднер В.А. Системы управления	42

Б75	летательными аппаратами. Учебник. М., "Машиностроение" , 1973. 506с.	
Ш87 (03)	Хакунов С.А., Глазков А.С. Автоматика управления авиационными двигателями: Учебное пособие. В 2 частях. Теоретические основы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ) / Университет ГА. СПб., 2015.	7
629.7(ЛИАП) С28	Хованский Ю. М., Пономарев В. К. Системы управления летательными аппаратами. Стабилизация центра масс: Лекции; - Л. : РИО ЛЭТИ, 1981. - 62 с.	22
629.7 А52	Алтухов В.Ю., Стадник В.В. Гироскопические приборы. Автоматические бортовые системы управления самолетов и их техническая эксплуатация. Учебное пособие. М., "Машиностроение". 1991.	19
629.7.06+681.51.015 П58	Попов О. С., Земляков Н. Д., Немченко С. Г. Электропривод летательных аппаратов. Управление электроприводом : Текст лекций : - Л. Изд-во ЛИАП, 1989. - 52 с.	13
621.865.8 П88	Пугач А. А., Соколова Н. В. Гидравлические и пневматические элементы приводов робототехнических систем: гидравлические и пневматические машины: Учебное пособие- Л. : Изд- во ЛИАП, 1986. - 72 с.	35
621.3 Т45	Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М., МИР, 2005.	16
071 Б19	Богатырев, В. А. Информационные системы и технологии. Теория надежности : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры /. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 318 с. — (Бакалавр и магистр. Модуль). — ISBN 978-5-534-00475-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433723 (дата обращения: 30.04.2022).	10

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://history.nasa.gov/diagrams/apollo.html	NASA
Favt.ru	Росавиация
Icao.int	ИКАО
Iata.org	ИАТА
Un.org	ИКАО
Khrunichev.ru	ФГУП им. Хруничева
Energia.ru	РКК «Энергия»
Pyushin.org	ОАО «Ильюшин»
Tupolev.ru	ОАО «Туполев»
Klimov.ru	ОАО «Климов»
Npo-saturn.ru	НПО «Сатурн»
Umpo.ru	Уфимское моторостроительное объединение
Sukhoi.org	ОАО «Сухой»
Migavia.ru	РСК «МиГ»
Federalspace.ru	Роскосмос
Lufhansa.com	Люфганза
www.antonov.com	ПАО «Антонов»
lii.ru	ЛИИ им. Громова
https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107 , (дата обращения: 19.04.2022).	Иванова А.В. ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕПЯТСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ. <i>Стратегические решения и риск-менеджмент</i> . 2018;(3):88-107.

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Специализированная лаборатория «Гироскопических приборов и систем»	13-03б
4	Специализированная лаборатория «Систем управления ЛА»	13-04
5	Дисплейный класс	
6	Стенды препарированных гироскопов и рулевых машин	13-03б, 13-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Классификация САУ ЛА и СУ	ПК-3.3.2
2	Основные органы управления. Роль человека-оператора и автоматики в управлении ЛА	ПК-3.У.1
3	Режимы работы САУ и СУ. Надежность и информационная пропускная способность	ПК-3.В.1
4	Полуавтоматическое управление, преимущества и недостатки	ПК-4.3.1
5	Общие уравнения движения. Характеристика системы и возможности решения	ПК-7.У.1
6	Линеаризация уравнений движения ЛА	ПК-7.В.1
7	Безразмерные уравнения и их практическая значимость для анализа и синтеза систем	ПК-3.3.2
8	Разделение на продольное и боковое движение	ПК-3.У.1
9	Устойчивость системы, естественная и искусственная	ПК-3.В.1
10	Возмущения, действующие на ЛА. Балансировка самолета. Сдвиг ветра	ПК-4.3.1
11	Общая структура комплекса навигации и управления Л	ПК-7.У.1
12	Типовые датчики информации, исполнительные органы, вычислительные средства	ПК-7.В.1
13	Типовые законы управления	ПК-3.3.2
14	Оценка эффективности, требования для ЛА различного типа	ПК-3.У.1
15	Принцип действия автопилота	ПК-3.В.1

16	Принцип действия автопилота с жесткой обратной связью при устранении начального отклонения по крену	ПК-4.3.1
17	Принцип действия автопилота с изодромной обратной связью	ПК-7.У.1
18	Законы управления каналом крена автопилотами с изодромной и скоростной обратной связью	ПК-7.В.1
19	Принципы действия автопилотов по каналу тангажа с жесткой обратной связью	ПК-3.3.2
20	Способы управления углом тангажа	ПК-3.У.1
21	Основные требования к системам автоматического управления ЛА. Классификация средств автоматизации ЛА	ПК-3.В.1
22	Функциональная схема автопилота (датчики первичной информации, сервоприводы САУ, механизм согласования)	ПК-4.3.1
23	Законы управления автопилотов. Принцип действия автопилотов	ПК-7.У.1
24	Задача управления угловым движением ЛА. Управление угловой скоростью	ПК-7.В.1
25	Поведение самолета с автопилотом в возмущенной атмосфере. Координированное управление боковым движением	ПК-3.3.2
26	Системы непосредственного управления аэродинамическими силами и улучшения маневренности	ПК-3.У.1
27	Особенности построения систем управления упругими летательными аппаратами	ПК-3.В.1
28	Устройства оценки параметров движения и идентификации параметров УЛА	ПК-4.3.1
29	Гидромеханические элементы систем автоматического управления силовых установок	ПК-7.У.1
30	Применение струйной техники в системах автоматического управления силовых установок	ПК-7.В.1
31	Элементы электронных систем автоматического управления силовых установок	ПК-3.3.2
32	Законы управления режимами и основные структурные схемы систем автоматического управления силовых установок	ПК-3.У.1
33	Системы автоматического управления частотой вращения ГТД	ПК-3.В.1
34	Системы автоматического управления температурой газов ГТД	ПК-4.3.1
35	Регулирование ГТД на режимах приемистости, дросселирования и запуска	ПК-7.У.1
36	Основные характеристики цифровых систем автоматического управления силовых установок	ПК-7.В.1
37	Интегральные системы автоматического управления воздухозаборника и двигателя	ПК-4.3.1
38	Задача управления угловым движением ЛА. Управление угловой скоростью	ПК-4.3.1
39	Задачи управления авиационными силовыми установками	ПК-4.3.1
40	Требования, предъявляемые к системам автоматического управления авиационных силовых установок	ПК-3.3.2
41	Общая характеристика систем управления авиационными силовыми установками	ПК-3.3.2
42	Классификация автоматических систем управления силовых установок	ПК-3.3.2
43	Общие сведения о силовых установках как объектах автоматического управления	ПК-3.3.2

44	Динамические свойства ГТД по частоте вращения ротора	ПК-3.3.2
45	Статические характеристики ГТД	ПК-3.3.2
46	Статические характеристики систем топливоподачи	ПК-3.3.2
47	Характеристики ГТД совместно с системой топливоподачи	ПК-3.3.2
48	Влияние на устойчивость ГТД системы топливоподачи с приводным топливным насосом	ПК-3.3.2
49	Статические и динамические характеристики систем топливоподачи с регулятором постоянства расхода топлива	ПК-3.3.2
50	Сверхзвуковой воздухозаборник как объект автоматического управления	ПК-3.3.2
51	Назначение автоматических систем управления сверхзвуковыми воздухозаборниками и требования к ним	ПК-3.3.2
52	Принципы построения, функциональные схемы, программы управления СЗВ	ПК-3.3.2
53	Автоматические системы управления сверхзвуковыми воздухозаборниками, работающие на принципе компенсации возмущений	ПК-3.3.2
54	Системы ручного управления частотой вращения ротора	ПК-3.3.2
55	Автоматические системы управления частотой вращения роторов ГТД	ПК-3.3.2
56	Взаимодействие систем ручного и автоматического управления частотой вращения ротора ГТД	ПК-3.3.2
57	Применение ЭВМ в управлении авиационными силовыми установками	ПК-3.3.2
58	Автоматизация приемистости и сброса газа ГТД	ПК-3.3.2
59	Осевой компрессор как объект автоматического управления. Управляемые параметры, управляющие факторы	ПК-3.3.2
60	Системы автоматического управления средствами перепуска воздуха	ПК-3.3.2
61	Контур автоматического управления направляющими аппаратами компрессора	ПК-3.3.2
62	Использование искусственного интеллекта для обнаружения отказов	ПК-3.3.1
63	Использование искусственного интеллекта для диагностирования причин возникновения отказов	ПК-4.У.2
64	Применение цифровых двойников для анализа безотказности сложных приборных систем	ПК-7.В.3
65	Использование цифровых двойников для повышения ремонтпригодности сложных приборных систем	ПК-4.У.2
66	Применение цифровых двойников для анализа долговечности сложных приборных систем	ПК-7.В.3
67	Использование больших данных для анализа сохраняемости сложных приборных систем	ПК-4.У.2
68	Роль облачных технологий при анализе сложных технических систем	ПК-3.3.1
69	Применение технологий виртуальной реальности в задачах исследования влияния на надежность эксплуатационных факторов.	ПК-7.В.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

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

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Что собой представляет автоматическая система	ПК-3.3.2
2	Назовите регулирующие органы газотурбинного двигателя	ПК-3.3.2
3	Что называются управляемыми параметрами	ПК-3.3.2
4	Что такое управляющее воздействие	ПК-3.3.2
5	Что такое обратная связь	ПК-4.3.1
6	Что называют задающим воздействием	ПК-3.3.2
7	Что такое внешние возмущения	ПК-4.3.1
8	Что такое внутренние возмущения	ПК-4.3.1
9	Что понимается под силовой установкой	ПК-3.3.2
10	Что называется программой управления	ПК-3.3.2
11	Что характеризует Постоянная времени T_{GT}	ПК-3.3.2
12	Что показывает Коэффициент усиления K_{GT}	ПК-3.3.2
13	Назовите основные элементы системы топливоподачи	ПК-3.3.2
14	Какие виды обратной связи Вы знаете	ПК-4.3.1
15	Для чего предназначен сверхзвуковой воздухозаборник силовой установки	ПК-3.3.2
16	Что такое скачек уплотнения	ПК-3.3.2
17	Какие бывают скачки уплотнения	ПК-3.3.2
18	Что такое полная приемистость ГТД	ПК-3.3.2
19	Что такое частичная приемистость ГТД	ПК-4.3.1
20	Что такое встречная приемистость ГТД	ПК-3.3.2
21	Что такое запуск ГТД	ПК-7.У.1
22	На сколько этапов делится процесс запуска ГТД	ПК-7.У.1
23	Что такое «помпаж» ВУ	ПК-3.3.2
24	Что такое «зуд» ВУ	ПК-3.3.2
25	Назовите основные элементы ГТД и последовательность их размещения	ПК-4.3.1
26	Дайте определение Числу Маха	ПК-3.3.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- Вводная часть;
- Основная часть;
- Заключительная часть;
- Подведение итогов.

При обобщении изложенного материала следует акцентировать внимание на роли и месте цифровых технологий при проектировании и изготовлении силовых установок летательных аппаратов.

Лекция имеет четкую структуру и логику раскрытия содержания, поэтому обучающемуся следует:

- конспектировать содержание лекции, выделяя основные понятия и определения;
- обратить особое внимание на методику доказательства основных теорем;

- выполнять рекомендации лектора при дальнейшей проработке изложенного материала.

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

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

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

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

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

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине. Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий: закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач; развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности; овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины; выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий; обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения. Функции практических занятий: познавательная; развивающая; воспитательная. По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на: ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала; аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов; творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться: - в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии); в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое) с использованием единой электронной среды ГУАП LMS. Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

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

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

Структура предоставления материалов практических занятий:

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

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

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

Структура и форма отчета о лабораторной работе

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

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2510;>

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;
- возможности инструментария электронной образовательной среды университета, обеспечивающие коммуникацию и кооперацию в цифровой среде и современных цифровых инструментов: Online Test Pad, Mentimeter, Miro, Яндекс.Диск, и т.п.
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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.

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

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

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

11.8. 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».

– 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».

Она проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоения ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний, умений и навыков по ней.

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

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

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

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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