

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

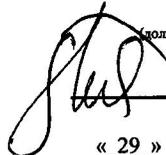
Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев
(подпись)

« 29 » мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элементы систем автоматического управления»
(Название дисциплины)

Код направления	24.03.02
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

К.т.н.

должность, уч. степень, звание



Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.03.02(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

ассистент

должность, уч. степень, звание



В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Элементы систем автоматического управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Основной целью дисциплины является формирование у студентов общих теоретических и практических знаний об элементах, приборах и системах управляющих, пилотажно-навигационных и электроэнергетических комплексов, особенностях их функционирования и применения в составе бортового оборудования летательных аппаратов различных классов, привитие навыков системного подхода к выбору компонент комплексов и формированию их структуры.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов необходимых теоретических знаний по предмету;
- привитие навыков выполнения самостоятельных расчетов и исследований по определению функциональных и технических характеристик элементов приборов и устройств пилотажно-навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов и формирование алгоритмов их работы;
- привитие навыков экспериментальных исследований характеристик элементов, приборов и устройств и симуляции их работы с помощью ЭВМ.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций:

ПК-1 «Способен разрабатывать отдельные детали и узлы приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов»

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

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

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

Основной целью дисциплины является формирование у студентов общих теоретических и практических знаний об элементах, приборах и системах управляющих, пилотажно-навигационных и электро-энергетических комплексов, особенностях их функционирования и применения в составе бортового оборудования летательных аппаратов различных классов, привитие навыков системного подхода к выбору компонент комплексов и формированию их структуры.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов необходимых теоретических знаний по предмету;
- привитие навыков выполнения самостоятельных расчетов и исследований по определению функциональных и технических характеристик элементов приборов и устройств пилотажно-навигационных и электро-энергетических комплексов летательных аппаратов и формирование алгоритмов их работы;
- привитие навыков экспериментальных исследований характеристик элементов, приборов и устройств и симуляции их работы с помощью ЭВМ.

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 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-1 Способен разрабатывать отдельные детали и узлы приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов	ПК-1.3.1 знать основы проектирования и расчета элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.У.1 уметь выполнять необходимые расчеты, связанные с проектированием элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.В.1 владеть методиками проектирования, в том числе с использованием компьютерных технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

3. Физика;
4. Математика;
5. Прикладная механика;
6. Электротехника;
7. Электроника;

8. Специальные электрические машины;
9. Основы теории управления;
10. Гироскопические приборы и системы;
11. Элементы гироскопических приборов и систем;

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение и используются при подготовки квалификационной работы.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение 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
<i>Из них часов практической подготовки</i>	17	17
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<i>Самостоятельная работа, всего (час)</i>	74	74
Вид промежуточной аттестации:	Зачет	Зачет

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 (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Общая характеристика элементов систем управления	1				2
Раздел 2. Измерительные элементы систем управления Тема 2.1.Измерители параметров углового положения летательного аппарата в	2				14

пространстве Тема 2.2. Измерители угловой скорости и углового ускорения					
Раздел 3. Измерители параметров движения центра масс Тема 3.1. Измерители перемещения центра масс Тема 3.2. Измерители скорости и ускорения перемещения центра масс	2				12
Раздел 4. Исполнительные элементы систем управления Тема 4.1. Общие сведения об исполнительных элементах Тема 4.2. Электрические рулевые машины Тема .3. Электрогидравлические рулевые машины	3				14
Раздел 5. Рулевые приводы Тема 5.1. Структура рулевого привода Тема 5.2. Рулевой привод с гибкой обратной связью Тема 5.3 Рулевой привод с жесткой обратной связью Тема 5.4. Рулевой привод с изодромной обратной связью	3		12		10
Раздел 6. Информационные электрические машины в системах управления Тема 6.1. Назначение и классификация информационных машин Тема 6.2. Синусно-косинусные и линейные вращающиеся трансформаторы Тема 6.3. Системы синхронной передачи угла	3				10
Раздел 7. Электронные функциональные устройства Тема 7.1. Схемотехника линейных схем на операционных усилителях	3		5		12

Тема 7.2. Нелинейные преобразователи электрических сигналов Тема 7.3. Элементы силовой электроники					
Итого в семестре:	17	0	17	0	74
Итого:	17	0	17	0	74

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>Раздел 1. Общая характеристика элементов систем управления.</p> <p>Цели и задачи, решаемые элементами систем управления. Требования, предъявляемые к элементам по условиям эксплуатации. Классификация элементов по назначению и типу используемой энергии. Состав элементной базы систем управления.</p>
2	<p>Раздел 2. Измерительные элементы систем управления</p> <p>Тема 2.1. Измерители параметров углового положения летательного аппарата в пространстве.</p> <p>Измерители углов ориентации относительно плоскости горизонта. Центральная гировертикаль ЦГВ, малогабаритная вертикаль МГВ, дистанционный авиагоризонт АГД-1. Виразжные ошибки, баллистические ошибки. Особенности применения приборов в реальном полете. Выключатели коррекции ВК-53, ВК-90. Курсовые приборы. Гирополукомпас. Курсовые системы семейства КС. Гиромагнитный компас ГМК, гиरोиндукционный компас ГИК. Компенсация методических ошибок. Девиация и магнитное склонение. Креновая и виразжная ошибки курсовых приборов и систем. Курсовертикали.</p> <p>Тема 2.2. Измерители угловой скорости и углового ускорения.</p> <p>Гироскопические датчики угловой скорости, классификация. Метрологические характеристики: порог чувствительности, масштабный коэффициент преобразования, динамический диапазон, рабочая полоса частот. Контроль работоспособности ДУС в составе систем управления полетом. Блоки датчиков угловых скоростей. Угловые акселерометры. Устройство, метрологические характеристики.</p>
3	<p>Раздел 3. Измерители параметров движения центра масс.</p> <p>Тема 3.1. Измерители перемещения центра масс.</p> <p>Измерение плановых координат. Навигационные системы и вычислители. Измерение высоты полета. Методика использования баровысотометров в полете. Корректоры высоты и скорости:</p>

	<p>устройство, работа, характеристики.</p> <p>Тема 3.2. Измерители скорости и ускорения перемещения центра масс.</p> <p>Измерители воздушной и приборной скорости УС-Иб. Комплексируемые измерители вертикальной скорости. Акселерометры, датчики ускорений. Метрологические характеристики: порог чувствительности, масштабный коэффициент преобразования, динамический диапазон, рабочая полоса частот. Компенсация методических ошибок. Использование акселерометра в качестве датчика скольжения.</p>
4	<p>Раздел 4. Исполнительные элементы систем управления.</p> <p>Тема 4.1. Общие сведения об исполнительных элементах.</p> <p>Рулевые машины и рулевые агрегаты. Классификация. Требования к характеристикам.</p> <p>Тема 4.2. Электрические рулевые машины.</p> <p>Электрокинематическая схема. Принцип действия. Рулевые машины с двигателями постоянного тока. Механические характеристики. Динамические характеристики. Дифференциальные рулевые машины. Влияние нагрузки на характеристики электрической рулевой машины.</p> <p>Тема 4.3. Электрогидравлические рулевые машины.</p> <p>Типовая схема с золотниковым распределителем. Принцип действия. Расходная и регулировочная характеристики. Работа при учете шарнирного момента. Гидравлические машины 2-го рода. Принцип действия и характеристики.</p>
5	<p>Раздел 5. Рулевые приводы.</p> <p>Тема 5.1. Структура рулевого привода.</p> <p>Рулевой привод как системы автоматического регулирования. Задачи, решаемые при формировании рулевого привода. Требования, предъявляемые к рулевым приводам. Типы применяемых обратных связей и способы их создания.</p> <p>Тема 5.2. Рулевой привод с гибкой обратной связью.</p> <p>Схема и передаточные функции рулевого привода. Характеристики. Влияние глубины обратной связи на динамические характеристики рулевого привода.</p> <p>Тема 5.3. Рулевой привод с жесткой обратной связью.</p> <p>Схема и передаточные функции привода. Устойчивость, статические и динамические характеристики. Влияние нагрузки. Стабилизирующий эффект жесткой обратной связи.</p> <p>Тема 5.4. Рулевой привод с изодромной обратной связью.</p> <p>Изодромное звено и его частотные характеристики. Передаточная функция и частотные характеристики рулевого привода с изодромной обратной связью. Устойчивость рулевого привода. Эквивалентная схема рулевого привода с изодромной обратной связью.</p>

6	<p>Раздел 6. Информационные электрические машины в системах управления.</p> <p>Тема 6.1. Назначение и классификация информационных машин.</p> <p>Тема 6.2. Синусно-косинусные и линейные вращающиеся трансформаторы.</p> <p>Схемы СКТ. Метрологические характеристики. Работа на нагрузку. Методы симметрирования. Работа СКТ в качестве фазовращателя. Линейные вращающиеся трансформаторы. Схемы первичного и вторичного симметрирования. Обработка сигналов СКТ, работающего в качестве датчика угла поворота. Двухшкальные СКТ. Редуктосины.</p> <p>Тема 6.3. Системы синхронной передачи угла.</p> <p>Системы синхронной передачи угла на сельсинах. Индикаторный и трансформаторный режимы работы систем дистанционной передачи угла. Системы на вращающихся трансформаторах. Механизмы согласования систем управления. Динамика систем передачи угла.</p>
7	<p>Раздел 7. Электронные функциональные устройства.</p> <p>Тема 7.1. Схемотехника линейных схем на операционных усилителях.</p> <p>Основные характеристики операционных усилителей. Типовые схемы включения. Реализация фильтров и корректирующих элементов на операционных усилителях.</p> <p>Тема 7.2. Нелинейные преобразователи электрических сигналов.</p> <p>Компараторы и ограничители. Фазочувствительные выпрямители и модуляторы. Амплитудные детекторы. Умножители аналоговых сигналов. Генераторы сигналов специальной формы.</p> <p>Тема 7.3. Элементы силовой электроники.</p> <p>Ключи на полевых транзисторах. Особенности работы в режиме переключения. Комбинированные электронные ключи. Интеллектуальные ключи. Драйверы силовых ключей. Полумостовые и полномостовые схемы включения силовых ключей. Драйверы нижних и верхних ключей. Драйверы для полумостовых и полномостовых схем. ШИМ-управление двигателями постоянного тока. Примеры формирования ШИМ-сигналов.</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 7			
1	Исследование характеристик рулевого привода с гибкой обратной связью	4	5.2
2	Исследование характеристик рулевого привода с жесткой обратной связью	4	5.3
3	Исследование характеристик рулевого привода с изодромной обратной связью	4	5.4
4	Исследование схем динамической коррекции	3	7.1
5	ШИМ-управление двигателем постоянного тока	2	7.3
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 8, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	24	24

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

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	Количество экземпляров в библиотеке
629.7 Б75	Боднер В.А. Системы управления летательными аппаратами. Учебник. М., "Машиностроение", 1973. 506с.	42
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
[629.7.06+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
629.7 К85	Крымов Б. Г., Рабинович Л. В., Стеблецов В. Г. Исполнительные устройства систем управления летательными аппаратами: Учебное пособие - М. : Машиностроение, 1987. - 261 с.	2
629.7 П12	Павлов В.А., Поньрко С.А., Хованский Ю.М. Стабилизация летательных аппаратов и автопилоты. Учебное пособие. М., "Высшая школа". 1964.	25

	Михалев И.А., Окоемов Б.Н., Гласко В.Н. Расчет элементов автопилота. Учебное пособие. М., МГТУ. 1985.	
629.7 A52	Алтухов В.Ю., Стадник В.В. Гироскопические приборы. Автоматические бортовые системы управления самолетов и их техническая эксплуатация. Учебное пособие. М., "Машиностроение". 1991.	19

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Матлаб

8.2 Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04

3	Специализированная лаборатория «Гироскопических приборов и систем»	13-036
4	Специализированная лаборатория «Систем управления ЛА»	13-04
5	Дисплейный класс	
6	Стенды препарированных гироскопов и рулевых машин	13-036, 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
Зачет	Список вопросов

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 (таблица 15)

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

Таблица 16 – Вопросы для подготовки к зачету

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. Зачета	Код индикатора
1	Элементной базы систем управления. Классификация элементов по назначению и типу используемой энергии.	ПК-1.3.1
2	Устройство и работа центральной гировертикали ЦГВ.	ПК-1.3.1
3	Устройство и работа малогабаритной вертикали МГВ.	ПК-1.3.1
4	Дистанционный авиагоризонт АГД-1.	ПК-1.3.1
5	Выраженные ошибки и баллистические ошибки авиагоризонтов и гировертикалей. Особенности применения приборов в реальном полете.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1;
6	Выключатели коррекции ВК-53, ВК-90.	ПК-1.3.1
7	Курсовые приборы. Гирополукомпас ГПК-52.	ПК-1.3.1
8	Устройство и работа гироманитного компаса ГМК.	ПК-1.3.1
9	Устройство и работа гироиндукционный компаса ГИК.	ПК-1.3.1
10	Ошибки курсовых приборов и систем.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1;

11	Гироскопические датчики угловой скорости, классификация.	ПК-1.3.1
12	Метрологические характеристики датчики угловой скорости.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1;
13	Контроль работоспособности ДУС в составе систем управления полетом.	ПК-1.3.1
14	Блоки датчиков угловых скоростей.	ПК-1.3.1
15	Угловые акселерометры. Устройство, метрологические характеристики.	ПК-1.3.1
16	Измерение высоты полета. Корректоры высоты: устройство, работа, характеристики.	ПК-1.3.1
17	Измерители воздушной и приборной скорости УС-Иб. Корректоры скорости полета: устройство, работа, характеристики.	ПК-1.3.1
18	Акселерометры, датчики ускорений. Метрологические характеристики.	ПК-1.3.1
19	Рулевые машины и рулевые агрегаты. Классификация. Требования к характеристикам.	ПК-1.3.1
20	Рулевые машины с двигателями постоянного тока. Основные характеристики. Дифференциальные рулевые машины.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1;
21	Влияние нагрузки на характеристики электрической рулевой машины.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1;
22	Типовая схема электрогидравлической рулевой машины с золотниковым распределителем. Принцип действия.	ПК-1.3.1
23	Расходная и регулировочная характеристики электрогидравлической рулевой машины.	ПК-1.3.1
24	Гидравлические машины 2-го рода. Принцип действия и характеристики.	ПК-1.3.1
25	Требования, предъявляемые к рулевым приводам. Типы применяемых обратных связей и способы их создания.	ПК-1.3.1
26	Схема и передаточные функции рулевого привода с гибкой обратной связью. Влияние глубины обратной связи на динамические характеристики рулевого привода.	ПК-1.3 ; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
27	Схема и передаточные функции привода с жесткой обратной связью.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
28	Влияние нагрузки. Стабилизирующий эффект жесткой обратной связи.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
29	Передаточная функция и частотные характеристики рулевого привода с изодромной обратной связью.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
30	Схемы СКТ. Метрологические характеристики. Работа на нагрузку.	ПК-1.3.1
31	Работа СКТ в качестве фазовращателя.	ПК-1.3.1
32	Линейные вращающиеся трансформаторы. Схемы первичного и вторичного симметрирования.	ПК-1.3.1
33	Обработка сигналов СКТ, работающего в качестве датчика угла	ПК-1.3.1

	поворота.	
34	Системы синхронной передачи угла на сельсинах. Индикаторный и трансформаторный режимы работы. Механизмы согласования систем управления. Динамика систем передачи угла.	ПК-1.3.1
35	Основные характеристики операционных усилителей. Типовые схемы включения.	ПК-1.3.1
36	Реализация фильтров и корректирующих элементов на операционных усилителях.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
37	Компараторы и ограничители.	ПК-1.3.1
38	Фазочувствительные выпрямители и модуляторы. Амплитудные детекторы.	ПК-1.3.1
39	Умножители аналоговых сигналов и схемотехника их использования.	ПК-1.3.1
40	Аппаратная реализация типовых регуляторов на элементах аналоговой техники.	ПК-1.3.1
41	Реализация регуляторов с динамической коррекцией.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
42	Характеристики полевых транзисторов. Особенности работы в режиме электронного ключа. Интеллектуальные ключи.	ПК-1.3.1
43	Полумостовые и полномостовые схемы включения силовых ключей. Драйверы нижних и верхних ключей.	ПК-1.3.1;
44	Драйверы для полумостовых и полномостовых схем. Контроллеры двигателей. Гальваническая развязка.	ПК-1.3.1;
45	Схемы усилителей с ШИМ-модуляцией для управления двигателями постоянного тока. Примеры формирования ШИМ-сигналов.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;

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 выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	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.

Планируемы 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:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Демонстрация примеров решения задач;
- Демонстрация примеров решения задач;
- 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

Задание включает перечень параметров (исходных данных) необходимых для проектирования регулятора системы стабилизации и выдаваемых каждому студенту группы для самостоятельного выполнения.

Выполнение лабораторной работы осуществляется в четыре этапа:

- получение общих выражений, определяющих структуру регулятора;
- численный расчет параметров регулятора;
- составление структурной схемы моделирования системы;
- проведение моделирования и документирование результатов.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. титульный лист;
2. цель лабораторной работы;
3. структурная схема исследуемой системы;
4. структура регулятора;
5. параметры индивидуального задания;
6. расчет параметров проектируемого регулятора;
7. схема моделирования системы;
8. результаты моделирования;
9. выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется по ГОСТ 7.32-2001. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

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.

Темы теоретического материала для самостоятельного изучения и их трудоемкость представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Темы теоретического материала для самостоятельного изучения и их трудоемкость

Номер темы дисциплины	Тема самостоятельного изучения материала	Трудоемкость (час.)
2.1	1. Устройство и принцип действия дистанционного авиагоризонта АГД-1, гировертикалей ЦГВ и МГВ	3
	2. Устройство и принцип действия выключателей коррекции ВК-53	2
	3. устройство и принцип действия курсовых систем КС и ГМК	3
2.2	1. Блоки датчиков угловой скорости пилотажно-навигационных комплексов	2
	2. Способы и контроль работоспособности датчиков угловой скорости	2
3.1	1. Указатели скорости автоматов тяги воздушных судов	2
4.2	1. Конструкция и работа электрических рулевых машин типа "раздвижная тяга"	2
4.3	1. Вспомогательные устройства электрогидравлических рулевых машин	2
6.2	1. Паспортизируемые характеристики синусно-косинусных вращающихся трансформаторов	2
	2. Работа синусно-косинусных трансформаторов в условиях нагрузки. Методы симметрирования характеристик	2
7.1	1. Использование операционных усилителей при проектировании линейных функциональных устройств.	3
	2. Инструментальные усилители	2
7.2	1. Нелинейные преобразователи на операционных усилителях	3
	2. Генераторы на операционных усилителях	2

8.2	1. Конструкции магнитных усилителей 2. Обратные связи в магнитных усилителях	2 2
9.1-9.2	1. Контроллеры двигателей постоянного тока 2. Управление трехфазными моментными двигателями	2 2

11.4 Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме зачета с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено». 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» .

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