



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ  
А.А. НОВИКОВА»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский /

«30 мая 2023 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы автоматизированного управления**

Направление подготовки  
**25.03.03 Аэронавигация**

Профиль подготовки  
**«Эксплуатация беспилотных авиационных систем»**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2023

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Системы автоматизированного управления» являются изучение разделов курса, необходимых для формирования у студентов знаний и умений в области систем автоматизированного управления БВС, необходимых для грамотной эксплуатации современной авиационной техники.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы автоматизированного управления» относится к Обязательной части Блока 1 Дисциплины.

Дисциплина «Системы автоматизированного управления» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Авиационная метеорология», «Аэродинамика и динамика полета» и «Аэронавигация», «Бортовые информационно-управляющие системы».

Дисциплина «Системы автоматизированного управления» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Организация летной работы», «Моделирование систем и процессов эксплуатации беспилотных воздушных судов»

Дисциплина изучается в 5 семестре.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Системы автоматизированного управления» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
<b>ОПК-6</b>	<b>Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности, в том числе с использованием стандартных программных средств</b>
<i>ИД<sup>1</sup><sub>ОПК6</sub></i>	Знает и понимает основные законы математики и естественных наук и важность их использования в профессиональной деятельности.
<i>ИД<sup>2</sup><sub>ОПК6</sub></i>	Использует основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет стандартные программные средства.

## Планируемые результаты изучения дисциплины:

### **знать:**

- основы математических методов решения профессиональных задач и общие положения теории управления в сложных эргатических системах управления динамическими объектами;
- законы физики, единицы измерения величин для оценки значений параметров движения БВС в ходе профессиональной деятельности;
- основы теории воздушной навигации, методики выполнения навигационных расчетов, документы аэронавигационной информации, процедуры маневрирования в районе аэродрома;
- конструкцию, функции, принцип работы, технические характеристики систем автоматического управления БВС.

### **уметь:**

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач и разрабатывать математические модели основных процессов в системе обслуживания воздушного движения для их оптимизации;
- использовать вычислительную технику и стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на персональном компьютере;
- применять теоретические и экспериментальные методы для расчета аэродинамических характеристик БВС;
- решать типовые задачи по основным разделам курса, используя основные понятия и законы управления БВС при анализе и решении проблем профессиональной деятельности и логически обобщать основные формулировки профессиональных задач;
- исследовать свойства замкнутого контура управления «БВС-САУ»;
- выполнять расчеты этапов полета, анализировать полученные результаты.

### **владеть:**

- методиками решения задач и проведения количественных оценок значений величин с использованием законов физики;
- навыками моделирования динамики движения и управления БВС;
- методами синтеза законов управления и управляемости БВС;
- навыками критического анализа и синтеза информации применительно к задачам динамики полета.

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	44,5	44,5
лекции	14	14
практические занятия	28	28
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студента	30	30
Промежуточная аттестация	33,5	33,5
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	31	31

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-6		
Тема 1. Контур неавтоматического управления и его свойства.	12	+	Л, ПЗ, СРС	ВК, УО
Тема 2. Системы обеспечения устойчивости и управляемости.	12	+	Л, ПЗ, СРС	УО, УЗ
Тема 3. Рулевые приводы и их свойства.	12	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 4. Системы автоматического управления угловым положением БВС	12	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 5. Системы автоматического управления движением центра масс БВС	12	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 6. Системы полуавтоматического управления	12	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Итого за 5 семестр	72			
Промежуточная аттестация	36			
Всего по дисциплине	108			

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, УЗ – учебное задание.

## 5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Л	ПЗ	СРС	Всего часов
Тема 1. Контур неавтоматического управления и его свойства.	2	4	4	10
Тема 2. Системы обеспечения устойчивости и управляемости.	2	4	4	10
Тема 3. Рулевые приводы и их свойства.	2	4	4	10
Тема 4. Системы автоматического управления угловым положением БВС	2	4	4	10
Тема 5. Системы автоматического управления движением центра масс БВС	4	8	10	22
Тема 6. Системы полуавтоматического управления	2	4	4	10
Итого за семестр	14	28	30	72
Промежуточная аттестация				36
<b>Всего по дисциплине</b>				<b>108</b>

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента.

## 5.3 Содержание разделов дисциплины

### Тема 1 Контур неавтоматического управления и его свойства.

Введение. Основные понятия и определения. Краткие сведения из истории развития систем управления. Состав и особенности конструкции системы неавтоматического управления. Требования к системам неавтоматического управления. Динамические свойства системы неавтоматического управления. Свойства оператора БВС, как звена в контуре неавтоматического управления. Исследование устойчивости замкнутого контура «оператор – СЧУ – БВС». Возможные отказы системы неавтоматического управления.

### Тема 2 Системы обеспечения устойчивости и управляемости.

Требования к устойчивости и управляемости ЛА. Назначение, состав и принцип действия системы обеспечения устойчивости и управляемости (СУУ). Принцип действия, состав, законы управления автоматов демпфирования и устойчивости. Динамические свойства контура управления «СУУ – БВС». Влияние автоматов демпфирования и устойчивости на характеристики статической управляемости. Возможные отказы элементов СУУ, их проявление в полёте.

### Тема 3 Рулевые приводы и их свойства

Назначение и классификация рулевых приводов. Принцип действия и конструкция рулевых приводов (РП). Основные характеристики золотниковых распределителей. Статические характеристики рулевых приводов и влияние на них эксплуатационных факторов. Собственные свойства рулевых приводов. Свойства рулевых приводов при обрыве обратной связи. Электрогидравлический рулевой привод (ЭГРП). Перспективы развития рулевых приводов.

#### **Тема 4 Системы автоматического управления угловым положением БВС**

Требования, предъявляемые к системам автоматического управления САУ). Сервоприводы и виды обратных связей в них. Способы включения рулевых агрегатов в проводку управления. Принципы построения законов управления САУ. Функциональная схема, состав и законы управления автопилота (САУ). Динамические свойства системы «САУ – БВС» при управлении креном. Работа автопилота (САУ) в режиме управления креном. Реакция БВС с креновым автопилотом на внешние воздействия.

#### **Тема 5 Системы автоматического управления движением центра масс БВС**

Системы координат, применяемые в навигационных комплексах. Методы определения координат местоположения БВС. Методы управления движением центра масс БВС на маршруте. Состав и законы управления САУ. Динамические свойства системы «САУ – БВС» при управлении траекторией в горизонтальной плоскости. Работа САУ в режиме управления траекторией в горизонтальной плоскости. Влияние законов управления САУ и внешних воздействий на движение центра масс в горизонтальной плоскости.

#### **Тема 6 Системы полуавтоматического управления**

Принципы построения и области применения систем полуавтоматического управления. Директорное управление траекторным движением по командным индикаторам. Заключение.

#### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Контур неавтоматического управления и его свойства.	4
2	Практическое занятие №2. Системы обеспечения устойчивости и управляемости БВС.	4
3	Практическое занятие №3. Рулевые приводы и их свойства.	4
4	Практическое занятие №4. Законы управления САУ	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	стабилизации углов положения БВС.	
5	Практическое занятие №5. Законы управления САУ движением центра масс БВС.	4
5	Практическое занятие №6. Параметры законов автоматического управления самолетом в горизонтальной плоскости.	4
6	Практическое занятие №7. Системы автоматического управления БВС.	4
Итого за семестр 5		28
Итого по дисциплине		28

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Изучение теоретического материала лекции №1. Подготовка к практическому занятию №1. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 26-42]. Подготовка к устному опросу.	4
2	Изучение теоретического материала лекции №2. Подготовка к практическому занятию №2. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 43-78]. Подготовка к устному опросу.	4
3	Изучение теоретического материала лекции №3. Подготовка к практическому занятию №3. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 81-111]. Подготовка к устному опросу.	4
4	Изучение теоретического материала лекции №4. Подготовка к практическому занятию №4. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 112-146]. Подготовка к устному опросу.	4
5	Изучение теоретического материала лекции №5. Подготовка к практическому занятию №5. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 147-180]. Подготовка к устному опросу.	10
5	Изучение теоретического материала лекции №5. Подготовка к практическому занятию №6. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 180-	4

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	190]. Подготовка к устному опросу.	
6	Изучение теоретического материала лекции №6. Подготовка к практическому занятию №7. Конспект лекции и рекомендуемая литература: [1, стр. 190-196. Подготовка к устному опросу.	4
Итого за 3 семестр		30
Итого по дисциплине		30

### 5.7 Курсовые проекты

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Системы управления летательных аппаратов: Учебник для курсантов и слушателей вузов ВВС/ под ред. В.В. Воробьева. - М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008 – 203 с. ISBN 978-5-903111-29-9

2. Антти, С. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры / С. Антти. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-97060-662-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107894> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### б) дополнительная литература:

3. Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76159> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Шалыгин, А. С. Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие / А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова, В. А. Санников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 126 с. — ISBN 978-5-85546-578-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64107> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Красильников, М. Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : учебное пособие / М. Н. Красильников, Г. Г. Серебряков. — Москва :

ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 557 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2688> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

6. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения 20.01.2023).

7. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения 20.01.2023).

8. **Международное консультативно-аналитическое агентство «Безопасность полетов» International consultancy and analysis agency «Aviation safety»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aviasafety.ru/>, свободный (дата обращения 20.01.2023).

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используется лаборатория автоматизированных систем ауд. №112, и ауд. № 119. Для проведения лекционных занятий – ауд.201

Материалы INTERNET, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Системы автоматизированного управления	Ауд. 112 1. «Лаборатория бортовых САУ» 2. «Автоматизированные системы управления»	Лабораторные стенды по исследованию систем автоматизированного управления: 1. Характеристики элементов системы «Путь-4МПА»; 2. Система траекторного управления СТУ-154; 3. Динамика системы траекторного управления СТУ-154.	

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
2	Системы автоматизированного управления	Ауд. 113 «Автоматизированные системы управления»	ПЭВМ IntelPentium 4 CPU 3.006 Hz 3.01 ГГц, 512 МБ ОЗУ - 20 шт. Лабораторные работы по исследованию и решению задач автоматизированных систем управления на базе MicrosoftWindowsOffice 2003 Suites.	MicrosoftWindowsServer 2008. (Лицензия № 46231032 от 04 декабря 2009 г. 1 шт.) MicrosoftWindowsXPProf, x64 Ed. (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 г. 19 шт.) MicrosoftWindows Office 2003 Suites. (Лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 г. 20 шт.)

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

**Входной контроль** проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения обучающимися дидактических единиц при изучении базовых дисциплин.

**Лекция** составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия состояния и перспектив развития экономических знаний в современных условиях. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические

примеры.

**Практические занятия** как метод репродуктивного обучения, закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа** обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства включают задания, выдаваемые на самостоятельную работу по темам дисциплины (подготовка докладов), устный опрос пройденного материала.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции.

Обсуждение докладов обучающихся проходит в рамках практических занятий по темам дисциплины. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при заслушивании докладов, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно. При этом обучающийся может обращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов интернета и т. д.

Контроль выполнения задания, выполняемого на практических занятиях, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 5 семестре. Зачет с оценкой позволяет оценить уровень

освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине**

Не применяется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, предусматривает контрольные опросы для оценки уровня освоения разделов дисциплины и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины. При этом фонд оценочных средств включает следующие оценочные средства и шкалы оценивания.

Оценочные средства	Шкалы оценивания*
<b>Текущий контроль успеваемости обучающихся</b>	
Контрольный опрос	«Зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы. «Не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.
<b>Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины</b>	
Экзамен	«Отлично»: обучающийся четко и ясно, по существу дает ответы на вопросы экзаменационного билета; правильно и подробно отвечает на дополнительные вопросы. «Хорошо»: обучающийся дает ответы на поставленные вопросы в экзаменационном билете по существу и правильно, но не полно и не подробно отвечает на уточняющие вопросы. «Удовлетворительно»: обучающийся не сразу либо с ошибками даёт ответы на экзаменационные вопросы, либо даёт правильные ответы только при помощи наводящих вопросов. «Неудовлетворительно»: обучающийся отказывается отвечать на поставленные в экзаменационном билете вопросы, либо отвечает на них неверно, в том числе при формулировании преподавателем дополнительных (вспомогательных) вопросов.

К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

### **9.3 Темы курсовых проектов по дисциплине**

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

Высшая математика:

1. Что называется матрицей, элементом матрицы?
2. Сформулируйте теорему Кронекера-Капелли.
3. Напишите уравнение прямой с угловым коэффициентом.
4. Что называется областью определения и областью значений функции?
5. Дайте определение точек разрыва первого и второго рода.

#### Информатика:

1. Элементы управления. Свойства, события, методы.
2. Перечислите основные этапы работы с электронной таблицей?
3. При поиске информации в сети Интернет какой поисковой системой Вы пользуетесь? Обоснуйте свой выбор.
4. Перечислите форматы графических файлов. Для каких целей, какие форматы используются?
5. Что такое разрешение монитора, принтера, сканера, изображения?

#### Физика:

1. Динамика поступательного движения. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса.
2. Колебательное движение. Маятники. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс.
3. Электрический ток. Закон Ома. Сопротивление. Батареи сопротивлений.
4. Получение когерентных волн. Опыт Юнга и его расчет.
5. Состав ядра. Ядерные силы и другие типы сил. Опыт Чедвика. Элементарные частицы.

#### Электротехника и электроника:

1. Законы Кирхгофа.
2. Закон Ома для участка цепи.
3. Биполярные транзисторы: основные характеристики (входная и коллекторные), параметры, назначение, классификация, обозначения на схемах, принцип действия, схемы включения, режимы работы.
4. Выпрямительные устройства: назначение, классификация, обобщенная структура.
5. Усилители электрических сигналов: назначение, классификация, характеристики и параметры.

#### Аэродинамика и динамика полета:

1. Что такое сжимаемость воздуха? Как зависит скорость звука от температуры?
2. Как расположены оси скоростной и связанной систем координат?
3. Угол атаки, угол скольжения, угол крена, угол тангажа, угол наклона траектории.
4. Что такое планирование самолёта? Чему равна дальность планирования?
5. Что такое статическая устойчивость самолёта по углу атаки (перегрузке)?  
Условие такой устойчивости.

### Авиационная метеорология:

1. Какие слои выделяются в атмосфере, и по каким признакам?
2. Какое значение для авиации имеет стандартная атмосфера (СА)?
3. Как изменяется атмосферное давление с высотой?
4. Как зависят сила тяги, взлетно-посадочные характеристики, потолок самолета от температуры и плотности воздуха и их пространственно-временной изменчивости?
5. Какую опасность представляет гололед на ВПП?

### Аэронавигация:

1. Навигационные элементы движения. Истинная воздушная скорость. Курс ВС. Полная скорость. Вертикальная скорость. Путевая скорость. Направление вектора путевой скорости.
2. Ветер и его характеристики: метеорологическое и навигационное направление ветра, скорость ветра и единицы её измерения, понятие об изменчивости ветра.
3. Доплеровский измеритель скорости и сноса.
4. Минимальная и максимальность действия РНС.
5. Контроль пути по направлению с помощью АРК при полете на и от РНТ.

### Бортовые информационно-управляющие системы:

1. Высоты полета в авиации.
2. Какую высоту измеряют барометрический высотомер?
3. Какие скорости необходимо измерять в полете?
4. Основные свойства гироскопа.
5. Определение ортодромии.
6. Методы счисления пути ВС.

## **9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-6	$ИД_{ОПК6}^1$	Знает: - основные типы конструкции гражданских беспилотных воздушных самолетного типа; - летно-технические характеристики беспилотных воздушных судов самолетного типа; - основы аэронавигации, аэродинамики и динамики полета беспилотного воздушного судна; - влияние установки системы функционального

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>оборудования полезной нагрузки и центровки на летные характеристики и на поведение дистанционно пилотируемого воздушного судна и автономного воздушного судна самолетного типа в полете.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять подготовку и выполнение полетов беспилотным воздушным судном;</li> <li>- применять знания в области аэронавигации.</li> </ul>
<b>II этап</b>		
ОПК-6	$ID_{ОПК6}^2$	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять ввод и корректировку входной информации в системах автоматического управления БВС;</li> <li>- управлять беспилотным воздушным судном в пределах его эксплуатационных ограничений.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами летной эксплуатацией систем автоматического управления;</li> <li>- основными принципами подготовки и выполнении полетов на дистанционно пилотируемом воздушном судне и автономном воздушном судне самолетного типа (с различными вариантами проведения взлета и посадки).</li> </ul>

**Устный опрос** (в том числе по вопросам входного контроля)

Устный опрос оценивается следующим образом:

- «зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;
- «не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов также отвечает неверно.

**Зачет с оценкой**

Оценку «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший

основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учёбы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

Оценку «**хорошо**» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного и программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учёбы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

Оценку «**удовлетворительно**» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившего самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические занятия, допустившему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Любой из указанных недостатков или их совокупность могут служить основанием для выставления обучающемуся оценки «неудовлетворительно».

### **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

1. Состав и особенности конструкции системы неавтоматического управления.

2. Требования к системам неавтоматического управления.

3. Динамические свойства системы неавтоматического управления.

4. Свойства оператора БВС, как звена в контуре неавтоматического управления.

5. Исследование устойчивости замкнутого контура «оператор – СЧУ – БВС».

6. Возможные отказы системы неавтоматического управления.
7. Требования к устойчивости и управляемости ЛА.
8. Назначение, состав и принцип действия системы обеспечения устойчивости и управляемости (СУУ).
9. Принцип действия, состав, законы управления автоматов демпфирования и устойчивости.
10. Динамические свойства контура управления «СУУ – БВС».
11. Влияние автоматов демпфирования и устойчивости на характеристики статической управляемости.
12. Возможные отказы элементов СУУ, их проявление в полёте.
13. Назначение и классификация рулевых приводов.
14. Принцип действия и конструкция рулевых приводов (РП).
15. Основные характеристики золотниковых распределителей.
16. Статические характеристики рулевых приводов и влияние на них эксплуатационных факторов.
17. Собственные свойства рулевых приводов.
18. Свойства рулевых приводов при обрыве обратной связи.
19. Электрогидравлический рулевой привод (ЭГРП).
20. Перспективы развития рулевых приводов.
21. Требования, предъявляемые к системам автоматического управления САУ.
22. Сервоприводы и виды обратных связей в них.
23. Способы включения рулевых агрегатов в проводку управления.
24. Принципы построения законов управления САУ.
25. Функциональная схема, состав и законы управления автопилота (САУ).
26. Динамические свойства системы «САУ – БВС» при управлении креном.
27. Работа автопилота (САУ) в режиме управления креном.
28. Реакция БВС с креновым автопилотом на внешние воздействия.
29. Динамические свойства системы «САУ – БВС».
30. Работа САУ в режиме управления тангажом.
31. Управление тангажом через контур перегрузки.
32. Реакция БВС с автопилотом тангажа на внешние воздействия.
33. Управление курсом отклонением рулей направления.
34. Управление курсом отклонением элеронов.
35. Работа САУ в режиме стабилизации курса.
36. Управление курсом одновременным отклонением элеронов и рулей направления.
37. Влияние внешних воздействий на контур стабилизации курса.
38. Возможные отказы автопилотного контура САУ и их проявление в полете.
39. Системы координат, применяемые в навигационных комплексах.
40. Методы определения координат местоположения БВС.
41. Методы управления движением центра масс БВС на маршруте.

42. Состав и законы управления САУ.
43. Динамические свойства системы «САУ – БВС» при управлении траекторией в горизонтальной плоскости.
44. Работа САУ в режиме управления траекторией в горизонтальной плоскости.
45. Влияние законов управления САУ и внешних воздействий на движение центра масс в горизонтальной плоскости.
46. Работа САУ в режиме управления траекторией в горизонтальной плоскости.
47. Влияние законов управления САУ и внешних воздействий на движение центра масс в горизонтальной плоскости.
48. Законы управления и принцип работы САУ при управлении высотой полёта.
49. Динамические свойства системы «САУ – БВС» в режиме стабилизации высоты полёта.
50. Влияние внешних возмущений на контур стабилизации высоты.
51. Средства обеспечения посадки БВС.
52. Управление БВС на этапе посадки.
53. Автоматизированный возврат на аэродром посадки.
54. Автоматическое управление БВС на этапе захода на посадку.
55. Возможные отказы элементов САУ и их проявление в полёте.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Системы автоматизированного управления» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении научных задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 3 семестре.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» и профилю подготовки «Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 13 «Систем автоматизированного управления» «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года, протокол № \_\_

Разработчики:

к.т.н. \_\_\_\_\_ Соколов О.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

И.о.заведующего кафедрой № 13 «Систем автоматизированного управления»

к.т.н. \_\_\_\_\_ Соколов О.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)*

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н. \_\_\_\_\_ Лобарь С.Г.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)*

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.