



**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

» апреля 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Динамика систем автоматического управления
беспилотными авиационными системами**

Направление подготовки
25.04.03 Аэронавигация

Направленность программы (профиль)
Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2024

1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами»: формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника в области управления беспилотными авиационными системами.

Задачами освоения дисциплины являются:

- знакомство с методами алгоритмами численного моделирования контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик;
- изучение основ вычислительных методов, и алгоритмов их численной реализации при решении прикладных задач управления летательными аппаратами;
- формирование умения при решении задач оптимального управления беспилотными авиационными системами
- формирование навыка численного моделирования контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик.

Дисциплина «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами» представляет собой дисциплину, относящуюся к Блоку 1 цикла дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 25.04.03 «Аэронавигация», профиль «Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах».

Дисциплина «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины: «Основы математической теории управления подвижными объектами».

Дисциплина «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами» является обеспечивающей для дисциплин: «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах», «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем».

Дисциплина изучается в 1 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Современные проблемы теории управления» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1; ПК-2; ПК-3.

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
-----------------------------	----------------------------------------------------------------------

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам (ПК-1)
ИД _{ПК-1} ¹	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования применительно к беспилотным авиационным системам
ИД _{ПК-1} ²	Способен идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления, относящиеся к беспилотным авиационным системам
ПК-2	Способен на основе системного подхода анализировать функционирование беспилотных авиационных систем как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением (ПК-2)
ИД _{ПК-2} ¹	Способен анализировать алгоритмы функционирования систем ориентации, стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем
ИД _{ПК-2} ²	Способен применять методы системного подхода для анализа алгоритмов функционирования систем ориентации, стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем
ПК-3	Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам (ПК-3)
ИД _{ПК-3} ¹	Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам
ИД _{ПК-3} ²	Способен использовать современные подходы и методы решения задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основы естественнонаучных и общетехнических знаний;
- алгоритмы функционирования систем ориентации;
- основы критического анализа;

Уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования;
- идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления;
- анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем;
- анализировать научные достижения в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам

Владеть:

- навыками разработки модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам;
- навыками применения системного подхода анализировать функционирование беспилотных авиационных систем как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением;
- навыками использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа:	56,5	56,5
лекции	28	28
практические занятия	28	28
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	115	115
Промежуточная аттестация:	9	9
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	8,5	8,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2	ПК-3		
Тема 1. Уравнения пространственного движения летательного аппарата и методы их упрощения.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 2. Связь уравнений динамики с передаточными функциями летательного аппарата.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 3. Управление движением летательного аппарата.	8	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 4. Определение устойчивости системы.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 5. Моделирование контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Итого за 1 семестр	56					
Промежуточная аттестация	9					
Итого по дисциплине	180					

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, Д – доклад, УО – устный опрос, РС – решение ситуационных задач, ПАР – письменная аудиторная работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
семестр							
Тема 1. Уравнения пространственного движения летательного аппарата и методы их упрощения.	6	6			23		35

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 2. Связь уравнений динамики с передаточными функциями летательного аппарата.	6	6			23		35
Тема 3. Управление движением летательного аппарата.	4	4			23		31
Тема 4. Определение устойчивости системы.	6	6			23		35
Тема 5. Моделирование контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик.	6	6			23		35
Итого за ... семестр	28	28	–	–	115	–	171
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							180

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Уравнения пространственного движения летательного аппарата и методы их упрощения. Уравнения пространственного движения ЛА. Разделение пространственного движения на поступательное и вращательное. Разделение пространственного движения на продольное и боковое. Линеаризация уравнений движения ЛА.

Тема 2. Связь уравнений динамики с передаточными функциями летательного аппарата. Передаточные функции летательного аппарата для продольного движения. Уравнение первого этапа возмущенного движения в вертикальной плоскости. Передаточные функции летательного аппарата для первого этапа возмущенного движения в вертикальной плоскости. Передаточные функции летательного аппарата для бокового движения. Передаточная функция движения рыскания. Передаточная функция движения крена.

Тема 3. Управление движением летательного аппарата. Система управления. Функциональную схему системы стабилизации угла тангажа. Структурная схема контура стабилизации угла тангажа с учетом введенных допущений.

Тема 4. Определение устойчивости системы. Определение устойчивости системы с помощью алгебраического критерия устойчивости Гурвица. Проверка устойчивости системы. Определение критического значения коэффициента передачи. Определение условий устойчивости. Определение запаса устойчивости по амплитуде. Параметрический синтез системы. Построение областей устойчивости контура стабилизации угла тангажа с помощью алгебраического критерия устойчивости Гурвица. Построение областей устойчивости методом D-разбиения. Построение области устойчивости контура стабилизации угла

тангажа. Применение критерия устойчивости Найквиста с использованием логарифмических частотных характеристик. Определение запасов устойчивости. Определение устойчивости системы с помощью метода корневого годографа.

Тема 5. Моделирование контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик. Моделирование контура стабилизации угла тангажа в пакете MatLab/Simulink. Моделирование контура стабилизации угла тангажа в файле-сценарии MatLab. Аналитическое определение характеристик контура стабилизации угла тангажа.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Уравнения пространственного движения летательного аппарата и методы их упрощения.	6
2	Практическое занятие 2. Связь уравнений динамики с передаточными функциями летательного аппарата.	6
3	Практическое занятие 3. Управление движением летательного аппарата.	4
4	Практическое занятие 4. Определение устойчивости системы.	6
5	Практическое занятие 5. Моделирование контура стабилизации угла тангажа и анализ его характеристик.	6
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	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	23
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	23

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	23
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	23
5	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	23
Итого по дисциплине		115

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 220 с. — ISBN 978-5-507-44643-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238508> (дата обращения: 12.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536486> (дата обращения: 12.03.2024).

б) дополнительная литература:

3. Серебряков, А. С. Автоматика : учебник и практикум для вузов / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общей редакцией А. С. Серебрякова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 476 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15043-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536505> (дата обращения: 12.03.2024).

4. Теория автоматического управления: Проектирование и исследование системы управления динамическим объектом : учебно-методическое пособие /

составители А. В. Воронин, А. А. Сидорова. — Томск : ТПУ, 2021. — 117 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246086> (дата обращения: 12.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

5. **Правительство РФ** [Электронный ресурс] официальный сайт Правительства РФ. - Режим доступа: [http:// www.government.ru/](http://www.government.ru/), свободный (дата обращения 20.01.2021).

6. **Библиотека СПбГУ ГА** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbguga.ru/objects/e-library/> , свободный (дата обращения 20.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

7. **Консультант Плюс** [Электронный ресурс]: официальный сайт компании Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 20.01.2021).

8. **Гарант** [Электронный ресурс] официальный сайт компании Гарант. - Режим доступа: <http://www.aero.garant.ru> , свободный (дата обращения 20.01.2021)

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используется аудитория №254, оборудованная МОК (мультимедийный обучающий комплекс) - компьютер, проектор, интерактивная доска, а также аудитории.

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

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Игровые методы управления летательными аппаратами	Аудитория 254	Комплект учебной мебели: парты и стулья (вместимость: 26 посадочных мест) МОК (мультимедийный обучающий комплекс) - компьютер, проектор, интерактивная доска	Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 Acrobat Professional 9 Windows International Kaspersky Anti-Virus

			Suite для WKS и FS Konsi- SWOT ANAL- YSIS Konsi - FOREXSAL
--	--	--	------------------------------------------------------------------------

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.

Цель практических занятий – 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: решение ситуационных задач, письменную аудиторную работу, 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 аргументировано. При этом обучающийся может обращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов интернета и т. д.

Решение ситуационных задач представляет собой практическое применение теоретических знаний к конкретной хозяйственной ситуации (совокупности хозяйственных операций, осуществляемых в рамках организации).

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

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 1 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

Зачет с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Билет включает два теоретических вопроса и задачу.

9.1. Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Не применяется.

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

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.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Доклад:

«зачтено»: грамотное и непротиворечивое изложение сути вопроса при использовании современных источников. Обучающийся способен сделать обоснованные выводы, а также уверенно отвечать на заданные в ходе обсуждения вопросы;

«не зачтено»: неудовлетворительное качество изложения материала и неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане курсовых работ не предусмотрено.

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

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен

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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
-------------	-----------------------------------------------------------	---------------------

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-1	ИД _{ПК-1} ¹ ИД _{ПК-1} ²	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общеинженерных знаний; – алгоритмы функционирования систем ориентации; – основы критического анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления бес-пилотных авиационных систем; – анализировать научные достижения в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам
ПК-2	ИД _{ПК-2} ¹ ИД _{ПК-2} ²	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общеинженерных знаний; – алгоритмы функционирования систем ориентации; – основы критического анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем; – анализировать научные достижения в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
ПК-3	ИД _{ПК-3} ¹ ИД _{ПК-3} ²	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общеинженерных знаний; – алгоритмы функционирования систем ориентации; – основы критического анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем; – анализировать научные достижения в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам
II этап		
ПК-1	ИД _{ПК-1} ¹ ИД _{ПК-1} ²	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем; – анализировать научные достижения в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками разработки модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам; – навыками применения системного подхода анализировать функционирование беспилотных авиационных систем как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением; – навыками использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		беспилотным авиационным системам.
ПК-2	ИД _{ПК-2} ¹ ИД _{ПК-2} ²	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем; – анализировать научные достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками разработки модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам; – навыками применения системного подхода анализировать функционирование беспилотных авиационных систем как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением; – навыками использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам.
ПК-3	ИД _{ПК-3} ¹ ИД _{ПК-3} ²	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления; – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления беспилотных авиационных систем; – анализировать научные достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками разработки модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам; – навыками применения системного подхода анали-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>зировать функционирование беспилотных авиационных систем как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением;</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

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

9.6.1 Примерные контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов устного опроса

1. Охарактеризуйте разделение пространственного движения на поступательное и вращательное.
2. Что такое линеаризация.
3. Что такое передаточная функция ЛА.
4. Опишите функциональную схему системы стабилизации угла тангажа.
5. Опишите структурную схему контура стабилизации угла тангажа с учетом введенных допущений.
6. Что такое алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
7. Охарактеризуйте построение областей устойчивости методом D-разбиения.

Темы докладов

Доклады по дисциплине не предусмотрены

Типовые ситуационные задачи

Задача 1.1. Провести моделирование на ЭВМ, полагая $\delta_{\text{ввозм}} = 0, i_1 = 0, u = 10^\circ, k_{\text{РП}} = 1$. По виду характера изменения $\omega_z(t)$ подобрать коэффициент $i_2 = i_{20}$, при котором обеспечивается требуемое качество переходного процесса. Результаты моделирования занести в табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

$t, \text{с}$							
$\omega_z, \text{град/с}$							

Задача 1.2. При выбранном i_{20} , принимая $\delta_{\text{ввозм}} = 0, i_1 = 1, u = 10^\circ, k_{\text{РП}} = 1$, осуществить моделирование на ЭВМ системы (1.1) от $t = 0$ до $t = T_k$, где T_k – конечное время интегрирования. Результаты счета занести в табл. 1.3.

Т а б л и ц а 1.3

$t, \text{с}$							
$\vartheta, \text{град}$							

Задача 1.3. Провести моделирование на ЭВМ системы полагая $u = 10^\circ, \delta_{\text{ввозм}} = 0, k_{\text{РП}} = 1$. Результаты моделирования занести в табл. 1.5.

Т а б л и ц а 1.5

$t, \text{с}$							
$\vartheta, \text{град}$							

Примерный вариант письменной аудиторной работы

Письменная аудиторная работа по дисциплине не предусмотрена

9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Уравнения пространственного движения ЛА.
2. Разделение пространственного движения на поступательное и вращательное.
3. Разделение пространственного движения на продольное и боковое.
4. Линеаризация уравнений движения ЛА.
5. Передаточные функции летательного аппарата для продольного движения.
6. Уравнение первого этапа возмущенного движения в вертикальной плоскости.

7. Передаточные функции летательного аппарата для первого этапа возмущенного движения в вертикальной плоскости.
8. Передаточные функции летательного аппарата для бокового движения.
9. Передаточная функция движения рыскания.
10. Передаточная функция движения крена.
11. Система управления.
12. Функциональную схему системы стабилизации угла тангажа.
13. Структурная схема контура стабилизации угла тангажа с учетом введенных допущений.
14. Определение устойчивости системы с помощью алгебраического критерия устойчивости Гурвица.
15. Проверка устойчивости системы.
16. Определение критического значения коэффициента передачи.
17. Определение условий устойчивости.
18. Определение запаса устойчивости по амплитуде.
19. Параметрический синтез системы.
20. Построение областей устойчивости контура стабилизации угла тангажа с помощью алгебраического критерия устойчивости Гурвица.
21. Построение областей устойчивости методом D-разбиения.
22. Построение области устойчивости контура стабилизации угла тангажа.
23. Применение критерия устойчивости Найквиста с использованием логарифмических частотных характеристик.
24. Определение запасов устойчивости.
25. Определение устойчивости системы с помощью метода корневого годографа.
26. Моделирование контура стабилизации угла тангажа в пакете MatLab/Simulink.
27. Моделирование контура стабилизации угла тангажа в файле-сценарии MatLab.
28. Аналитическое определение характеристик контура стабилизации угла тангажа.

Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1: исследовать процесс стабилизации высоты полета при идеальной работе ИНС. Для заданных исходных данных, предполагая, что в начальный момент времени гироскоп ориентирована безошибочно ($\Phi_{II}(0) = \Phi(0)$) и начальные условия интегрирования для интеграторов ИНС введены без ошибок ($u_2(0) = V_{yk}(0), u_4(0) = V_{zk}(0), R_{II}(0) = R(0)$), исследовать процесс стабилизации высоты полета и точность работы ИНС. Построить график отклонения высоты полета от заданного $\Delta y = R(t) - R_{зад}$, а также зависимости $V_{zk}(t), u_4(t), V_{yk}(t), u_2(t), R(t), R_{II}(t), \Phi(t), \Phi_{II}(t)$.

Задача 2: исследовать влияние ошибки начальной установки гироскопа на точность стабилизации высоты полета и работы ИНС. Для заданных исходных данных, предполагая, что в начальный момент времени имеется ошибка в ориентации платформы $\alpha_{II}(0) = \Phi(0) - \Phi_{II}(0) \neq 0$ (принимать $|\alpha_{II}(0)| = 0,001$), исследовать процесс стабилизации высоты полета и точность ИНС. Начальные условия вводятся без ошибок. Построить графики функций:

$$\Delta V_{yk}(t) = V_{zk}(t) - u_4(t); \quad \Delta R(t) = R(t) - R_{II}(t);$$

$$\Delta V_{zk}(t) = V_{yk}(t) - u_2(t); \quad \alpha_{II}(t) = \Phi(t) - \Phi_{II}(t),$$

которые характеризуют работу ИНС.

Задача 3: исследовать влияние ошибок ввода начальных условий в ИНС на точность стабилизации высоты полета и работы ИНС. Для заданных исходных данных, предполагая, что

в начальный момент времени гироскоп ориентирован безошибочно ($\Phi(0) = \Phi_{II}(0)$), но имеется ошибка при вводе начальных условий в ИНС (ошибка в определении горизонтальной составляющей скорости $u_4(0)$ или вертикальной составляющей скорости $u_2(0)$), исследовать процесс стабилизации высоты полета и точности работы ИНС. При моделировании принимать $u_2(0) = V_{yk}(0) \pm 5(м/с)$ или $u_4(0) = V_{zk}(0) \pm 5(м/с)$.

Построить графики функций $\Delta V_{zk}(t), \Delta V_{yk}(t), \Delta R(t), \alpha_{II}(t)$, характеризующих точность работы ИНС. После каждой задачи, а также после выполнения дополнительного задания, в отчете приводятся выводы.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами» 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.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

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 и экономики, 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 управленческих 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 1 семестре. К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой

позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

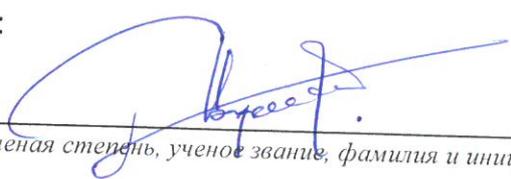
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

«13» марта 20 24 года, протокол № 8.

Разработчик:

К.Т.Н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Баранов Н.Е.

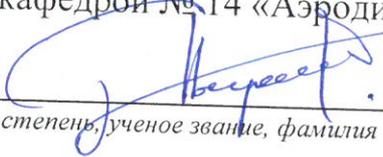
К.Т.Н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Петрова И.Л.

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

К.Т.Н., доцент

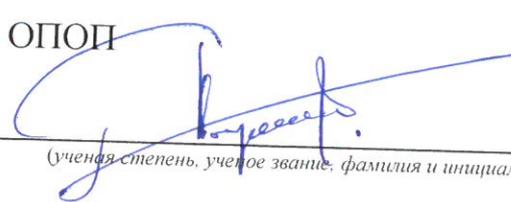

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Баранов Н.Е.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент


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

Баранов Н.Е.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «17» апреля 20 24 года, протокол № 7.