



**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

«22» апреля 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Игровые методы управления летательными аппаратами

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 «Игровые методы управления летательными аппаратами»: формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника в области управления летательными аппаратами.

Задачами освоения дисциплины являются:

- знакомство с понятием дифференциальных игр;
 - изучение основ вычислительных методов, и алгоритмов их численной реализации при решении прикладных задач управления летательными аппаратами;
 - формирование умения при решении задач оптимального управления летательными аппаратами
 - формирование навыка управления летательными аппаратами при наличии неопределенностей, приводящих к дифференциальным играм.

Дисциплина «Игровые методы управления летательными аппаратами» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности расчетно-экономического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Игровые методы управления летательными аппаратами» представляет собой дисциплину, относящуюся к Блоку 1 цикла дисциплин по выбору ОПОП ВО по направлению подготовки 25.04.03 «Аэронавигация», профиль «Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах».

Дисциплина «Игровые методы управления летательными аппаратами» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины: «Архитектура беспилотных авиационных систем».

Дисциплина «Игровые методы управления летательными аппаратами» является обеспечивающей для дисциплины: «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

Дисциплина изучается в 3 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
ПК-1	Способен разрабатывать модели процессов, объектов и явлений, относящихся к беспилотным авиационным системам (ПК-1)

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ИД _{ПК-1} ¹	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные 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 общеинженерных 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 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	58,5	58,5
лекции	28	28
практические занятия	28	28
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	16	16
Промежуточная аттестация:	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

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. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	8	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 2. Методы синтеза управления летального аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 3. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	12	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 4. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	8	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 5. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	8	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 6. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	8	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Итого за 3 семестр	56					
Промежуточная аттестация	36					
Итого по дисциплине	108					

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. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	4	4			2		10
Тема 2. Методы синтеза управления летального аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	6	6			3		15
Тема 3. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	6	6			3		15
Тема 4. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	4	4			3		11
Тема 5. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	4	4			3		11
Тема 6. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	4	4			2		10
Итого за 3 семестр	28	28	–	–	16	–	72
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							108

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

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр. Задача синтеза управления угловым движением летального аппарата при действии возмущений. Задача синтеза системы наведения летательного аппарата на маневрирующую цель. Конфликтная задача сближения с учетом ошибок измерений фазового вектора маневрирующей цели. Постановка антагонистической дифференциальной игры. Классификация

дифференциальных игр. Стратегии игроков. Выбор оптимальных стратегий. Методы решения дифференциальных игр.

Тема 2. Методы синтеза управления летального аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования. Основное уравнение дифференциальной игры. Синтез линейной системы с квадратичным критерием качества. Синтез системы стабилизации летательного аппарата в вертикальной плоскости. Метод характеристик. Стабилизация движения крена при наличии возмущений. Численные методы решения уравнения Бэллмана-Айзекса. Стабилизация углового положения летательного аппарата при отсутствии возмущений. Стабилизация углового положения летательного аппарата при наличии возмущений.

Тема 3. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления. Необходимые условия оптимальности в форме, аналогичной принципу максимума Л.С. Понтрягина. Синтез системы наведения по лучу на маневрирующую цель. Область достижимости летательного аппарата с аэродинамическим управлением. Определение седловой точки в нелинейной игровой задаче преследования.

Тема 4. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости. Метод экстремального прицеливания Н.Н. Красовского. Оптимальное преследование цели в гравитационном поле. Стабилизация движения крена при наличии возмущений. Синтез следящей системы при действии возмущений. Приближенное решение конфликтной задачи сближения - уклонения летательных аппаратов. Конфликтная задача сближения группы летательных аппаратов с маневрирующей целью.

Тема 5. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения. Управление с поводырем. Синтез системы стабилизации летательного аппарата в вертикальной плоскости при наличии возмущений.

Тема 6. Информационная игровая задача сближения-уклонения. Минимаксная фильтрация параметров движения спускаемого летательного аппарата. Область достижимости летательного аппарата с учетом ошибок измерений. Конфликтная задача сближения-уклонения с учетом ошибок измерения фазового вектора маневрирующей цели.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	4
2	Практическое занятие 2. Методы синтеза управления летального аппарата в игровой постановке на основе	6

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	динамического программирования.	
3	Практическое занятие 3. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	6
4	Практическое занятие 4. Методы синтез управления на основе анализа областей достижимости.	4
5	Практическое занятие 5. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	4
6	Практическое занятие 6. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	4
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.	2
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу	3
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	3
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	3
5	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	3
6	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу	2

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо- емкость (часы)
Итого по дисциплине		16

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Шиловская, Н. А. Теория игр : учебник и практикум для вузов / Н. А. Шиловская. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8264-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537322> (дата обращения: 12.03.2024).

2. Кремлёв, А. Г. Теория игр: основные понятия : учебное пособие для вузов / А. Г. Кремлёв ; под научной редакцией А. М. Тарасьева. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 141 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03414-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539368> (дата обращения: 12.03.2024).

б) дополнительная литература:

3. Салмина, Н. Ю. Теория игр : учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Москва : ТУСУР, 2015. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110331> (дата обращения: 12.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Забелин, А. А. Вычислительные методы в теории игр и задачах оптимизации : монография / А. А. Забелин. — Чита : ЗабГУ, 2020. — 231 с. — ISBN 978-5-9293-2597-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173635> (дата обращения: 12.03.2024). — 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 (местность: 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 ANALYSIS 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 экзамена в 3 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

Экзамен 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 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
I этап		
ПК-1	ИД _{ПК-1} ¹ ИД _{ПК-1} ²	Знать: – основы естественнонаучных и общеинженерных знаний; – алгоритмы функционирования систем ориентации; – основы критического анализа; Уметь: – применять методы математического анализа и моделирования; – идентифицировать и оценивать процессы, объекты и явления;

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<ul style="list-style-type: none"> – анализировать алгоритмы стабилизации, навигации и управления бес-пилотных авиационных систем; – анализировать научные достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам
ПК-2	<p>ИД_{ПК-2}¹</p> <p>ИД_{ПК-2}²</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общетехнических 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 достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам
ПК-3	<p>ИД_{ПК-3}¹</p> <p>ИД_{ПК-3}²</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общетехнических 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 достижений в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
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 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-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 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.
ПК-3	<p>ИД¹_{ПК-3}</p> <p>ИД²_{ПК-3}</p>	<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.

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. Что такое дифференциальная игра.
2. Классифицируйте дифференциальные игры.
3. Назовите методы решения дифференциальных игр.
4. Назовите методы синтеза управления летального аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.
5. Охарактеризуйте метод характеристик.
6. Что такое численные методы уравнения Бэллмана-Айзекса.
7. Назовите необходимые условия оптимальности, аналогичной принципу максимума Л.С. Понтрягина.
8. Охарактеризуйте метод экстремального прицеливания Н.Н. Красовского.

Темы докладов

Доклады по дисциплине не предусмотрены

Типовые ситуационные задачи

Задача 1.

Система управления движением летательного аппарата по тангажу.

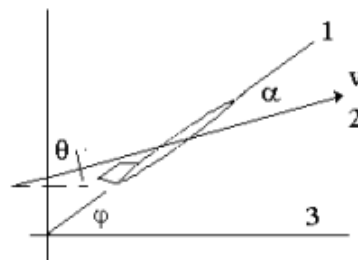


Рис. 2. Углы ориентации летательного аппарата

Рассматривается движение летательного аппарата в вертикальной плоскости. На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – ось летательного аппарата, 2 – направление вектора мгновенной линейной скорости v , 3 – горизонталь. Обозначены угол тангажа φ , угол атаки α , угол наклона траектории θ .

Считается, что назначение системы управления сводится к поддержанию малых отклонений параметров движения от их установившихся значений. Регулируемой величиной является угол тангажа φ . В качестве регулирующего органа используется руль высоты.

Приняв, что скорость полета меняется незначительно, для полета, близкого к горизонтальному, на малом интервале времени угловое движение ЛА можно приближенно описать следующей системой линейных дифференциальных и алгебраических уравнений, где δ – отклонение руля высоты, d_{ij} – аэродинамические коэффициенты, T и k – характеристики рулевой машинки:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = d_{11} \frac{d\varphi}{dt} + d_{12} \alpha + d_{13} \delta + d_{14} \frac{d\alpha}{dt},$$
$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} + d_{21} \alpha, \alpha = \varphi - \theta, T \dot{\delta} + \delta = ku.$$

Значения параметров ЛА следующие: $d_{11}=-2,2$, $d_{12}=-16,0$, $d_{13}=-100$, $d_{21}=-2,5$, $d_{14}=-0,7$, $T=0,2$ с, $k=1$. Перерегулирование не более 10%, время переходного процесса не более 5 секунд.

Активал
Чтобы акт

Задача 2. Количество возможных стратегий Получателя – 5, Плательщика – 4. Величины платежа образуют таблицу.

	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>
<i>A1</i>	2	3	5	9
<i>A2</i>	-2	-4	-2	7
<i>A3</i>	7	5	0	-3
<i>A4</i>	-1	6	1	2
<i>A5</i>	6	9	6	3

Требуется найти наиболее выгодную чистую стратегию первого игрока, выбирающего строку (Получателя).

Примерный вариант письменной аудиторной работы

Письменной аудиторная работа не предусмотрена

9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Задача синтеза управления угловым движением летательного аппарата при действии возмущений.
2. Задача синтеза системы наведения летательного аппарата на маневрирующую цель.
3. Конфликтная задача сближения с учетом ошибок измерений фазового вектора маневрирующей цели.
4. Постановка антагонистической дифференциальной игры.
5. Классификация дифференциальных игр.
6. Стратегии игроков.
7. Выбор оптимальных стратегий.
8. Методы решения дифференциальных игр.
9. Основное уравнение дифференциальной игры.
10. Синтез линейной системы с квадратичным критерием качества.
11. Синтез системы стабилизации летательного аппарата в вертикальной плоскости.
12. Метод характеристик.
13. Стабилизация движения крена при наличии возмущений.
14. Численные методы решения уравнения Бэллмана-Айзекса.
15. Стабилизация углового положения летательного аппарата при отсутствии возмущений.
16. Стабилизация углового положения летательного аппарата при наличии возмущений.
17. Необходимые условия оптимальности в форме, аналогичной принципу максимума Л.С. Понтрягина.

18. Синтез системы наведения по лучу на маневрирующую цель.
19. Область достижимости летательного аппарата с аэродинамическим управлением.
20. Определение седловой точки в нелинейной игровой задаче преследования.
21. Метод экстремального прицеливания Н.Н. Красовского.
22. Оптимальное преследование цели в гравитационном поле.
23. Стабилизация движения крена при наличии возмущений.
24. Синтез следящей системы при действии возмущений.
25. Приближенное решение конфликтной задачи сближения - уклонения летательных аппаратов.
26. Конфликтная задача сближения группы летательных аппаратов с маневрирующей целью.
27. Управление с поводырем.
28. Синтез системы стабилизации летательного аппарата в вертикальной плоскости при наличии возмущений.
29. Минимаксная фильтрация параметров движения спускаемого летательного аппарата.
30. Область достижимости летательного аппарата с учетом ошибок измерений.
31. Конфликтная задача сближения-уклонения с учетом ошибок измерения фазового вектора маневрирующей цели.

Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1. Из множества видов стратегий U требуется определить стратегию $U^\circ \in U$, которая обеспечивает минимальное значение функционала

$$J = R(x(\vartheta)) + \int_{t_0}^{\vartheta} L(t, x(t), u(t), v(t)) dt ,$$

при любом возможном противодействии второго игрока.

Задача 2. Из множества видов стратегий V требуется определить стратегию $V^\circ \in V$, которая обеспечивает максимальное значение функционала

$$J = R(x(\vartheta)) + \int_{t_0}^{\vartheta} L(t, x(t), u(t), v(t)) dt ,$$

при любом возможном противодействии первого игрока.

Задача 3. Найти минимаксные стратегии из решения уравнения Беллмана-Айзекса, если движение конфликтно-управляемой система определяется векторным линейным дифференциальным уравнением

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)u + C(t)v,$$

а цена игры имеет вид

$$J = \frac{1}{2}x^T(\theta)S_{\theta}x(\theta) + \frac{1}{2}\int_{t_0}^{\theta} [x^T Qx + u^T Pu - v^T Ev] dt,$$

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Игровые методы управления летательными аппаратами» 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 экзамена в 3 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

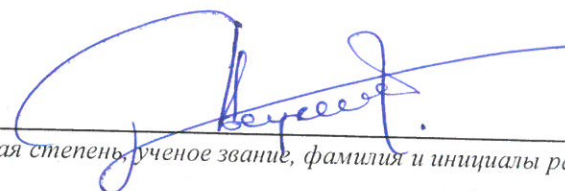
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация.

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

«13» марта 20 24 года, протокол № 8.

Разработчик:

К.Т.Н., доцент

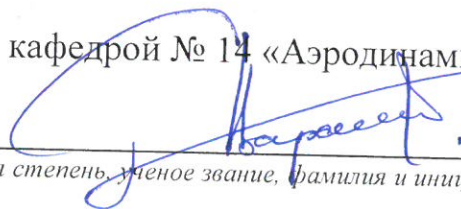


Баранов Н.Е.

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

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

К.Т.Н., доцент



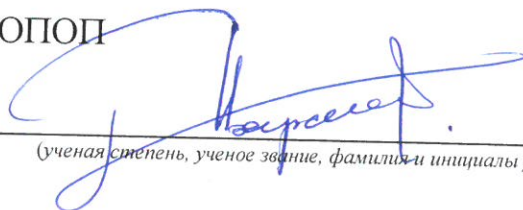
Баранов Н.Е.

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент



Баранов Н.Е.

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

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