



**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

Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах

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 «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах»: формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника для управления можно классифицировать по виду функционала, условиям на левом и правом концах траектории (как в вариационном исчислении), а также в зависимости от ограничений на управление и фазовые координаты.

Задачами освоения дисциплины являются:

- знакомство с условиями (принципа максимума) для решения задач оптимального управления;
- изучение применения метода динамического программирования для решения задач оптимального управления;
- формирование умения оптимального управления сопровождается решением прикладных задач.
- формирование навыка владения методами решения задач оптимального управления в детерминированной постановке.

Дисциплина «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно - исследовательского типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах» 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 «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Динамика систем автоматического управления беспилотными авиационными системами».

Дисциплина «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах» является обеспечивающей для дисциплин: «Игровые методы управления летательными аппаратами».

Дисциплина изучается во 2 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 яв-

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	лений, 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 6 зачетные единицы, 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа:	70,5	70,5
лекции	36	36
практические занятия	32	32
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	4	–
Самостоятельная работа студента	108	108
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. Задачи оптимального управления движением.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР, КР
Тема 2. Условия оптимальности при отсутствии ограничений на управление.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 3. Принцип максимума в задаче со свободным правым концом траектории и фиксированном времени окончания движения.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 4. Полет летательного аппарата на максимальную дальность.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 5. Задача Больца для дискретной линейной системы. Решение транспортной задачи с использованием дискретного принципа максимума.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 6. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Уравнение Беллмана для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории.	16	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 7. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы.	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР, КР
Итого за ... семестр						
Промежуточная атте-	36					

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2	ПК-3		
стация						
Итого по дисциплине	216					

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, КР – курсовая работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
семестр							
Тема 1. Задачи оптимального управления движением.	8	8			12	2	30
Тема 2. Условия оптимальности при отсутствии ограничений на управление.	10	8			16		34
Тема 3. Принцип максимума в задаче со свободным правым концом траектории и фиксированном времени окончания движения.	10	8			16		34
Тема 4. Полет летательного аппарата на максимальную дальность.	10	8			16		34
Тема 5. Задача Больца для дискретной линейной системы. Решение транспортной задачи с использованием дискретного принципа максимума.	10	8			16		34
Тема 6. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Уравнение Беллмана для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории.	8	8			18		34

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 7. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы.	8	8			14	2	32
Итого за ... семестр	36	32	–	–	108	–	180
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							216

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

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Задач оптимального управления движением. Постановка задач оптимального управления движением. Классификация методов оптимального управления.

Тема 2. Условия оптимальности при отсутствии ограничений на управление. Особенности решения задач оптимального управления при наличии ограничений на управление.

Тема 3. Принцип максимума в задаче со свободным правым концом траектории и фиксированном времени окончания движения. Принцип максимума в задаче с подвижным правым концом траектории. Условия трансверсальности для задач Майера, Лагранжа и Больца. Принцип максимума и вариационное исчисление. Принцип максимума для дискретных систем. Особое управление. Условие оптимальности особого управления. Скользящие режимы.

Тема 4. Полет летательного аппарата на максимальную дальность. Выведение летательного аппарата на орбиту. Наведение летательного аппарата на цель. Полет в заданную точку прицеливания.

Тема 5. Задача Больца для дискретной линейной системы. Решение транспортной задачи с использованием дискретного принципа максимума. Задачи с ограничениями на фазовые координаты. Задача с переменной областью управления. Перелет за минимальное время. Задача с ограниченной областью движения. Стабилизация крена при ограничении угловой скорости вращения.

Тема 6. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Уравнение Беллмана для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории. Уравнение Беллмана для задачи Майера и задачи Больца. Примеры. Синтез линейной системы с квадратичным критерием качества на основе метода динамического программирования. Синтез контура стабилизации углового положения

летательного аппарата. Синтез системы телеуправления. Принцип максимума и динамическое программирование. Уравнение Беллмана для дискретных систем.

Численное решение задачи на основе метода динамического программирования.

Тема 7. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы. Особенности метода. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы с прогнозирующей моделью. Синтез углового положения летательного аппарата по критерию обобщенной работы.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Тема 1. Задачи оптимального управления движением.	8
2	Тема 2. Условия оптимальности при отсутствии ограничений на управление.	8
3	Тема 3. Принцип максимума в задаче со свободным правым концом траектории и фиксированном времени окончания движения.	8
4	Тема 4. Полет летательного аппарата на максимальную дальность.	8
5	Тема 5. Задача Больца для дискретной линейной системы. Решение транспортной задачи с использованием дискретного принципа максимума.	8
6	Тема 6. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Уравнение Беллмана для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории.	8
7	Тема 7. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы.	8
Итого по дисциплине		32

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.	12
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	16
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	16
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	16
5	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	16
6	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	18
7	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1]. Подготовка к устному опросу.	14
Итого по дисциплине		108

5.7 Курсовые работы

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Получение задания на курсовую работу; составление плана работы	0
Этап 2. Обзор состояния проблемы; изучение источников информации по заданной теме; постановка цели и задач	1
Этап 3. Выполнение поставленных задач	0,5
Этап 4 Анализ результатов и оформление пояснительной записки	0,5
Этап 5. Защита курсовой работы	1
Итого за ... семестр:	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель. — Москва : ТУСУР, 2017. — 198 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110214> (дата обращения: 12.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Горелов, Н. А. **Оплата труда в коммерческих организациях** : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. А. Горелов. — М. : Издательство Юрайт, 2017. Романова, И. К. Методы теории оптимального управления в проектировании технических систем : методические указания / И. К. Романова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-7038-4622-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103430> (дата обращения: 12.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

3. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-1566-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212207> (дата обращения: 12.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Толпегин О.А. Прикладные методы оптимального управления : тексты лекций / О.А. Толпегин. – Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2004. 215 с.

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

5.

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

7. **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:

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

9. **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.

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
Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах	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 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 2 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

Синтез оптимального управления беспилотным воздушным судном типа ... по выбранному критерию качества

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
I этап		
ПК-1	ИД _{ПК-1} ¹ ИД _{ПК-1} ² ИД _{ПК-1} ³	Планируемые результаты изучения дисциплины: Знать: – основы естественнонаучных и общетеоретических 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 об-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>ласти аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам</p> <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	<p>ИД_{ПК-2}¹</p> <p>ИД_{ПК-2}²</p> <p>ИД_{ПК-2}³</p>	<p>Планируемые результаты изучения дисциплины:</p> <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 достижений в об-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>ласти аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам</p> <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	<p>ИД_{ПК-3}¹</p> <p>ИД_{ПК-3}²</p> <p>ИД_{ПК-3}³</p>	<p>Планируемые результаты изучения дисциплины:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и общетеоретических 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 об-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>ласти аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам</p> <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.
II этап		
ПК-1	<p>ИД_{ПК-1}¹</p> <p>ИД_{ПК-1}²</p> <p>ИД_{ПК-1}³</p>	<p>Планируемые результаты изучения дисциплины:</p> <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 об-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>ласти аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам</p> <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	<p>ИД_{ПК-2}¹</p> <p>ИД_{ПК-2}²</p> <p>ИД_{ПК-2}³</p>	<p>Планируемые результаты изучения дисциплины:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы естественнонаучных и инженерных 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 по-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>летов применительно к беспилотным авиационным системам</p> <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	<p>ИД_{ПК-3}¹</p> <p>ИД_{ПК-3}²</p> <p>ИД_{ПК-3}³</p>	<p>Планируемые результаты изучения дисциплины:</p> <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 авиа-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>ациональным системам</p> <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. Задачи оптимального управления движением.
2. Постановка задач оптимального управления движением.
3. Классификация методов оптимального управления.
4. Условия оптимальности при отсутствии ограничений на управление.
5. Особенности решения задач оптимального управления при наличии ограничений на управление.

Темы докладов

Доклады по дисциплине не предусмотрены

Типовые ситуационные задачи

Ситуационные задачи не предусмотрены

Примерный вариант письменной аудиторной работы

Письменная работа по дисциплине не предусмотрена.

9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Задачи оптимального управления движением.
2. Постановка задач оптимального управления движением.
3. Классификация методов оптимального управления.
4. Условия оптимальности при отсутствии ограничений

на управление.

5. Особенности решения задач оптимального управления при наличии ограничений на управление.
6. Принцип максимума в задаче со свободным правым концом траектории и фиксированном времени окончания движения.
7. Принцип максимума в задаче с подвижным правым концом траектории.
8. Условия трансверсальности для задач Майера, Лагранжа и Больца
9. Принцип максимума и вариационное исчисление.
10. Принцип максимума для дискретных систем.
11. Особое управление.
12. Условие оптимальности особого управления.
13. Скользящие режимы.
14. Полет летательного аппарата на максимальную дальность.
15. Выведение летательного аппарата на орбиту.
16. Наведение летательного аппарата на цель.
17. Полет в заданную точку прицеливания.
18. Задача Больца для дискретной линейной системы.
19. Решение транспортной задачи с использованием дискретного принципа максимума.
20. Задачи с ограничениями на фазовые координаты.
21. Задача с переменной областью управления.
22. Перелет за минимальное время.
23. Задача с ограниченной областью движения.
24. Стабилизация крена при ограничении угловой скорости вращения.
25. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Уравнение Беллмана для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории.
26. Уравнение Беллмана для задачи Майера и задачи Больца. Примеры.
27. Синтез линейной системы с квадратичным критерием качества на основе метода динамического программирования.
28. Синтез контура стабилизации углового положения летательного аппарата. Синтез системы телеуправления.
29. Принцип максимума и динамическое программирование.
30. Уравнение Беллмана для дискретных систем.
31. Численное решение задачи на основе метода динамического программирования.
32. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы. Особенности метода.
33. Синтез оптимального управления по критерию обобщенной работы с прогнозирующей моделью.
34. Синтез углового положения летательного аппарата по критерию обобщенной работы.

Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации

- Запишите условия трансверсальности для задач Больца, Лагранжа, Майера;
- Запишите гамильтониан для задачи...
- Получите необходимые условия оптимальности, вытекающие из принципа максимума, для задачи...

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Методы оптимизации в беспилотных авиационных системах» 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 2 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

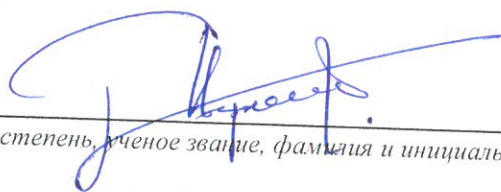
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация.

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

«13» марта 20 24 года, протокол № 8.

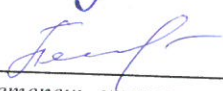
Разработчик:

К.Т.Н., доцент


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

Баранов Н.Е.

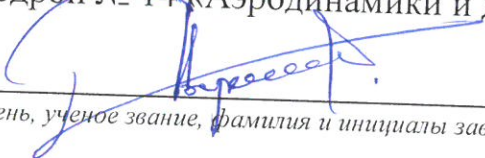
К.Т.Н., доцент


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

Петрова И.Л.

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

К.Т.Н., доцент

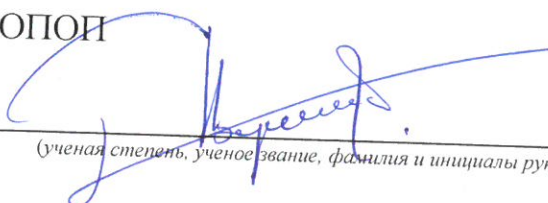

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Баранов Н.Е.

Программа согласована:

Руководитель ОПОИ

К.Т.Н., доцент


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

Баранов Н.Е.

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