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
«23» 11 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Программное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами» являются формирование у обучающихся теоретических знаний по системам управления беспилотными летательными аппаратами, а также приобретение обучающимися практических умений и навыков по анализу и синтезу систем управления беспилотными летательными аппаратами с использованием программного обеспечения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение элементов и подсистем БЛА;
- решение задач, связанных с моделированием элементов и подсистем БЛА, в том числе с использованием ЭВМ;
- применение полученных теоретических и практических знаний к решению профессиональных задач, связанных с эксплуатацией БЛА.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Программное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Программное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Программные и аппаратные средства беспилотных авиационных систем», «Прикладные задачи математического анализа», «Прикладные задачи линейной алгебры и аналитической геометрии», «Системное программное обеспечение беспилотных авиационных систем», «Физика», «Микропроцессорные устройства беспилотных авиационных систем».

Дисциплина «Программное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами» является обеспечивающей для дисциплин: «Модели движения беспилотных воздушных судов», «Проектирование беспилотных авиационных систем», «Программно-аппаратная архитектура беспилотных авиационных систем», «Программирование авиационных беспилотных систем», «Средства и методы защиты беспилотных авиационных систем».

Дисциплина изучается в 5 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

ОПК-1	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
$ИД^{1}_{ОПК-1}$	Применяет знания фундаментальной математики при решении поставленных задач
$ИД^{2}_{ОПК-1}$	Выбирает оптимальные методы фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия, связанные с процессами эксплуатации программных и аппаратных систем управления БЛА;
- элементную базу и принцип работы аппаратно-программных средств, используемых в БЛА;
- элементы аппаратно-программных систем, используемых в БЛА, и их технические характеристики.

Уметь:

- проводить диагностику программных и аппаратных средств автоматизированных систем управления и передачи информации, используемых в БЛА;
- настраивать и обслуживать аппаратно-программные средства систем управления БЛА;
- выбирать элемент по его техническим характеристикам;

Владеть:

- навыками работы с технической документацией.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Наименование	Всего часов	Семестры
		5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	42,5	42,5
лекции	14	14
практические занятия	24	24
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	4	4
Самостоятельная работа студента	48	48

Наименование	Всего часов	Семестры
Промежуточная аттестация:	18	18
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой	17,5	17,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1		
Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов. ПО компании «ZALA» и других производителей	8	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	О, Д
Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата. ПО фирм-разработчиков	12	+	Л, ПЗ, СРС	О
Тема. 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления. Моделирование передаточных функций с использование ПО	36	+	Л, ПЗ, СРС	РСЗ, ПАР
Тема 4. Автопилоты. Принцип действия. Моделирование автопилотов с использованием ПО	34	+	Л, ПЗ, СРС	РСЗ
Итого за семестр 5	90			
Промежуточная аттестация	18			
Всего по дисциплине	108			

Сокращения: ВК – входной контроль, Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, Д – доклад, О – опрос, РСЗ – решение ситуационных задач, ПАР – письменная аудиторная работа, КП – курсовой

проект, ЗКП – защита курсового проекта.

5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
5 семестр						
Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов. ПО компании «ZALA» и других производителей	2	2		4		8
Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата. ПО фирм-разработчиков	4	4		4		12
Тема. 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления. Моделирование передаточных функций с использование ПО	4	8		20	4	36
Тема 4. Автопилоты. Принцип действия. Моделирование автопилотов с использованием ПО	4	10		20		34
Итого за семестр	14	24		48	4	90
Промежуточная аттестация						18
Всего за семестр						108
Всего по дисциплине						108

Сокращения: Л − лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС − самостоятельная работа студента, КП – курсовой проект.

5.3 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов. ПО компании «ZALA» и других производителей

Классификация беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Тактико-технические и эксплуатационные характеристики БЛА. Микросистемная авионика. ПО компании «ZALA» и других производителей.

Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата. ПО фирм-разработчиков

Способы управления полетом БЛА. Режимы полета и аппаратуры управления БЛА. Операционная система авионики. Наземная аппаратура управления. Бортовая аппаратура управления. ПО фирм-разработчиков.

Тема 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления. Моделирование передаточных функций с использование ПО.

Системы координат и пространственное движение БЛА. Продольное движение. Боковое движение. Передаточные функции БЛА. Моделирование

передаточных функций с использование ПО.

Тема 4. Автопилоты. Принцип действия. Моделирование автопилотов с использованием ПО

Принцип действия автопилота с жесткой обратной связью при устранении начального отклонения по крену. Принцип действия автопилота по каналу крена. Принцип действия автопилота по каналу тангажа. Принцип действия автопилота по каналу курса. Моделирование автопилотов с использованием ПО.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
5 семестр		
1	ПЗ 1. ТТХ и ЭТХ БЛА разных производителей. ПО	2
2	ПЗ 2. Операционная система авионики. ПО	2
2	ПЗ 3. Наземная и бортовая аппаратура управления. ПО	2
3	ПЗ 4–7. Передаточные функции БЛА. ПО	8
4	ПЗ 8–10. Принцип действия автопилота по каналу тангажа. ПО	6
	ПЗ 11, 12. Принцип действия автопилота по каналу курса. ПО	4
Итого за семестр 5		24
Итого по дисциплине		24

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
5 семестр		
1	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	4
2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	4
3	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	20

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	20
Итого за семестр 5		48
Итого по дисциплине		48

5.7 Курсовые проекты

Курсовые проекты посвящены сравнительному анализу двух систем управления, заданных с помощью передаточных функций.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Рэндал, У.Б. **Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика** [Электронный ресурс] / У.Б. Рэндал, У.М. Тимоти. – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2015. – 312 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76159, свободный (дата обращения: 29.09.2023г.).

2. Шалыгин, А.С. **Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.С. Шалыгин, Л.Н. Лысенко, О.А. Толпегин. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2012. – 584 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5807, свободный (дата обращения: 29.09.2023г.).

3. Красильников, М.Н. **Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Н. Красильников, Г.Г. Серебряков. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2009. – 557 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2688, свободный (дата обращения: 29.09.2023г.).

б) дополнительная литература:

4. Шалыгин, А.С. **Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова, В.А. Санников. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. – 126 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64107, свободный (дата обращения: 29.09.2023г.).

5. Егупов, Н.Д. **Алгоритмическая теория систем управления, основанная на спектральных методах. В двух томах. Том 1. Аппарат обобщения математической базы частотного метода** [Электронный ресурс] / Н.Д. Егупов. – Электрон. дан. – Москва: 2014. – 464 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/106262.

6. Буканова, Т.С. **Моделирование систем управления** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев. – Электрон. дан. –

Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 144 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/102702.

7. **Циркуляр 328 ИКАО. Беспилотные авиационные системы.** ИКАО, 2011 г. CIR328. ISBN 978-92-9231-780-5. – Режим доступа: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328_ru.pdf свободный (дата обращения: 29.09.2023).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети (интернет):

8. **Многоцелевые беспилотные комплексы.** – Режим доступа: http://aerombk.com/ru свободный (дата обращения: 29.09.2023).

9. **ZUAV GCS – Программное обеспечение для управления БЛА.** – Режим доступа: http://zala.aero/produkciya/sistemy-upravleniya/programmnoe-obespechenie/ свободный (дата обращения: 29.09.2023).

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

10. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/ свободный (дата обращения: 29.09.2023).

11. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://e.lanbook.com/ (дата обращения: 29.09.2023).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы (ауд. 800–805) с доступом в Интернет, переносной проектор ACERX1261P.

Программное обеспечение: ОС Oracle Linux (GPL), OpenOffice / LibreOffice; Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows Office Professional, Oracle VirtualBox (GPL v2).

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

БЛА: DJI Tello EDU, Robomaster TT Tello Talent, Parrot AR.Drone 2.0.

Цифровые процессоры, отладочные платы, Software Defined Radio (SDR): отладочная плата STK600 (микроконтроллер AVR ATmega), отладочная плата STM32F4 (микроконтроллер ARM Cortex).

8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

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 технических 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, а также работу над курсовым проектом.

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 ситуации.

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

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины и проводится в виде зачета с оценкой (5 семестр).

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

Не применяется.

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

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 проектов по дисциплине

«Сравнительный анализ двух систем управления, заданных с помощью передаточных функции». Передаточные функции задаются в соответствии с номером варианта.

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

Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний формулируются преподавателем на основе содержания дисциплин, на которые опирается данная дисциплина, после размещения рабочих программ дисциплин в электронной информационно-образовательной среде и ежегодно обновляются преподавателем.

Примерные вопросы входного контроля:

1. Дать определения понятиям: постоянный и переменный ток.
2. Сформулируйте и запишите закон Ома для участка цепи.
3. Сформулируйте и запишите закон Ома для полной цепи.
4. Как связаны переменные ток и напряжение на резистивном элементе?
5. Как связаны переменные ток и напряжение на индуктивном элементе?
6. Как связаны переменные ток и напряжение на емкостном элементе?
7. Что такое электронно-дырочный переход?
8. Назовите известные Вам полупроводниковые приборы и поясните их назначение.
9. Что входит в состав ЭВМ?
10. Назовите известные Вам архитектуры ЭВМ и поясните в чем их отличие.

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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-1	$ИД^1_{ОПК-1}$	**Знает** фундаментальную математику при решении поставленных задач **Умеет** применять знания фундаментальной математики при решении поставленных задач
	$ИД^2_{ОПК-1}$	**Знает** оптимальные методы фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере. **Умеет** выбирать оптимальные методы фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере.
II этап		
ОПК-1	$ИД^1_{ОПК-1}$	**Владеет** навыками применения знаний фундаментальной математики при решении поставленных задач.
	$ИД^2_{ОПК-1}$	**Владеет** навыками выбора оптимальных методов фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере.

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» в*ыставляется 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

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости формулируются преподавателем на основании изученного на предыдущем занятии материала: теоретические вопросы, рассмотренные на лекции, либо типовые задачи, рассмотренные на практических занятиях. Конкретные контрольные задания определяются преподавателем накануне проведения письменного опроса.

Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля:

1. Дайте определение БЛА и малоразмерному БЛА (МБЛА).
2. Какие задачи могут решать МБЛА в гражданских и военных целях?
3. Каковы пределы изменения основных технических характеристик МБЛА?
4. Назовите основные способы взлета и посадки МБЛА и приведите примеры их применения для конкретных образцов МБЛА.
5. Дайте определение авионики.
6. В чем заключаются особенности микросистемной авионики?
7. Какую функциональную роль играет авионика в составе систем автоматического управления БЛА?
8. Какие виды полезной нагрузки размещаются на борту МБЛА?
9. Какие функциональные блоки входят в состав аппаратуры управления МБЛА?
10. Назовите основные причины потерь МБЛА.
11. Какие существуют способы управления полетом по линии заданного пути?
12. Какие технические средства понадобятся для реализации каждого из

способов управления полетом?

13. Что должно включать полетное задание?

14. Какие технические средства необходимы для реализации позиционного и инерциального способа счисления пути?

15. С помощью каких функциональных блоков можно реализовать ручной, полуавтоматический и автоматический режимы управления полетом БЛА?

16. В чем заключаются особенности интегрированной модульной авионики?

17. Какие функции выполняют устройства управления «Пилот», «Штурман» и «Радист»?

18. Какие функции выполняет автопилот в различных режимах полета БЛА?

19. В чем достоинства сетевой структуры построения авионики БЛА?

20. Какие известны примеры построения аппаратуры управления БЛА отечественных и иностранных разработчиков?

21. Какие системы координат определяют пространственное положение БЛА?

22. Какие размеры БЛА являются характерными?

23. Какие силы действуют на БЛА в продольном движении?

24. Что такое углы атаки и тангажа?

25. Что характеризуют аэродинамические коэффициенты сил?

26. Что характеризуют аэродинамические коэффициенты моментов?

27. Как определяются моменты продольной статической устойчивости и демпфирования тангажа?

28. Каково взаимное расположение центров масс и давления для устойчивого, неустойчивого и нейтрального БЛА?

29. Каким образом формируется управляющий момент по высоте?

30. Какие аэродинамические силы и моменты действуют на БЛА в боковом движении?

31. Что такое углы курса и скольжения?

32. Каким образом формируются моменты статической устойчивости крена и пути?

33. Какую роль играет угол поперечного наклона плоскости крыльев?

34. В чем причина возникновения неустойчивых движений БЛА типа «голландский шаг» и «штопор»?

35. На какие группы делятся параметры регулирования БЛА?

36. Какими динамическими звеньями можно представить БЛА при его движении по крену, курсу и тангажу?

Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

1. Классификация беспилотных летательных аппаратов (БЛА).
2. Тактико-технические и эксплуатационные характеристики БЛА.
3. Микросистемная авионика.
4. Способы управления полетом БЛА.
5. Режимы полета и аппаратуры управления БЛА.

6. Операционная система авионики.
7. Наземная аппаратура управления.
8. Бортовая аппаратура управления.
9. Системы координат и пространственное движение БЛА.
10. Продольное движение.
11. Боковое движение.
12. Передаточные функции БЛА.

Типовые практические задания для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

1. Кинематическая задача.

Треть пути БЛА пролете со скоростью, вторую треть пути БЛА пролетел другой скоростью, оставшуюся треть пути БЛА пролетел со скоростью в два раза больше, чем на первой части пути. Какова средняя скорость БЛА?

2. Динамическая задача.

БЛА вертолётного типа с заданной массой и ротором с заданным диаметром «повис» в воздухе. С какой скоростью ротор отбрасывает вертикально вниз струю воздуха? Диаметр струи воздуха считать равным диаметру ротора.

3. Задача на преобразование одной системы координат в другую.

Вычислить элементы матрицы вращения при повороте одной системы координат относительно другой на плоскости на некоторый угол.

4. Динамическая задача на анализ продольного движения.

Вычислить момент аэродинамических сил для заданного угла атаки и параметров крыла для БЛА самолетной схемы (БЛА выбрать самостоятельно).

5. Динамическая задача на анализ бокового движения.

Вычислить коэффициенты дифференциальных уравнений для заданных углов скольжения и отклонения руля поворота для БЛА самолетной схемы (БЛА выбрать самостоятельно).

6. Задача на получение передаточной функции БЛА.

Для модели продольного движения получить операторные уравнения и функцию передачи изменения угла наклона траектории БЛА по отношению к управляющему воздействию.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Программное обеспечение систем управления беспилотными 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 СПбГУ ГА 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, 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 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.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладная математика и информатика» «28» сентября 2023 года, протокол № 2.

Разработчик:
к.т.н. Зубакин И.А.
(*ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)*

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладная математика и информатика»

к.т.н. Земсков Ю.В.
(*ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)*

Программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО
д.т.н., доцент Костин Г.А.
(*ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)*

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «22» 11 2023 года, протокол № 3.