

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ
АППАРАТАМИ»**

Укрупненная группа направлений подготовки	10.00.00 Информационная безопасность
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	10.03.01 Информационная безопасность
Профиль подготовки	Безопасность автоматизированных систем
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» для обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (Профиль: Безопасность автоматизированных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 ноября 2020 г. № 1427 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Ст. преподаватель
кафедры радиопизики
и инфокоммуникационных технологий



Е.Н. Кожекина

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиопизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



В.В. Данилов

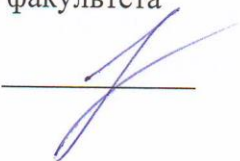
СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.



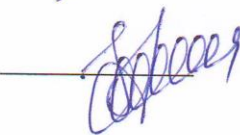
С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.



В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Основы теории сигналов и процессов, Цифровая обработка сигналов, Сети и системы передачи информации.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная),
Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	10.03.01 Информационная безопасность (Программа бакалавриата: 10.03.01 Информационная безопасность (Профиль: Безопасность автоматизированных систем))
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.2.2. Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2.5 / 90

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная, всего	3	6	16	32	0	42	90	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является определение места и значения систем автоматического управления полётом беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) среди других систем и комплексов БПЛА, а также изучение основ современной теории управления полётом БПЛА.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Обеспечение защиты информации в автоматизированных системах.	ПК-4.8 Способен обеспечивать защиту информации в	ПК-4.8.1 Знать методы анализа и синтеза систем управления полётом ЛА ПК-4.8.2 Уметь проводить анализ рабочих режимов системы управления ЛА,

	системах управления беспилотными летательными аппаратами	проектировать систему с заданными статическими и динамическими свойствами ПК-4.8.3 Владеть необходимым для проведения анализа и синтеза систем программным и аппаратным обеспечением
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Классификация систем управления полетом БПЛА.	Основы и назначение систем управления полетом БПЛА. Классификация по типу управления. Классификация по функциональности и сложности. Классификация по области применения. Типы сенсоров и датчиков.
2. БПЛА как объект управления.	Особенности БПЛА как объекта управления. Основные элементы и системы БПЛА. Модели управления движением и положением БПЛА. Типы управления БПЛА. Факторы, влияющие на управление БПЛА. Программное и аппаратное обеспечение для управления. Современные подходы и технологии управления БПЛА
3. Элементы СУ БПЛА.	Основные компоненты системы управления. Контроллер полета. Датчики и сенсоры. Системы навигации и ориентации. Модули связи и передачи данных. Исполнительные механизмы. Интеграция элементов в единую систему.
4. Системы ориентации и стабилизации БПЛА.	Значение ориентации и стабилизации для БПЛА. Принципы ориентации и стабилизации. Инерциальные навигационные системы. Роль GPS и других навигационных систем. Стабилизация по осям (Roll, Pitch, Yaw). Автоматические системы стабилизации. Алгоритмы стабилизации. Влияние погодных и внешних факторов на стабилизацию.
5. Системы навигации и наведения БПЛА.	Задачи систем навигации и наведения. Типы навигационных систем. Инерциальная навигация. Спутниковая навигация (GPS, ГЛОНАСС). Комбинированные навигационные системы. Алгоритмы планирования и корректировки маршрута. Технологии для повышения точности навигации.
6. Оптимальное управление БПЛА	Цели оптимального управления.

	Принципы оптимального управления. Методы оптимального управления. Использование PID-регуляторов и адаптивных алгоритмов. Оптимизация траектории и маршрута. Интеллектуальные системы оптимального управления.
--	---

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Классификация систем управления полетом БПЛА.	3	4	-	6	13
БПЛА как объект управления.	2	4	-	6	12
Элементы СУ БПЛА.	2	4	-	6	12
Системы ориентации и стабилизации БПЛА.	2	4	-	6	12
Системы навигации и наведения БПЛА.	3	6	-	6	15
Терминальное управление движением БПЛА	2	6	-	6	14
Оптимальное управление БПЛА	2	4	-	6	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	16	32	-	42	90

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Какие существуют основные типы систем управления полетом БПЛА, и в чем их принципиальные различия?
2. Как классифицируются системы управления БПЛА по уровню автономности, и какие примеры можно привести для каждой категории?
3. Как различаются системы управления БПЛА в зависимости от их назначения (военное, коммерческое, гражданское применение)?
4. Какие уникальные особенности делают БПЛА сложным объектом для управления?
5. Как влияют внешние факторы, такие как погодные условия и характеристики местности, на управление БПЛА?
6. Как современные технологии, такие как искусственный интеллект и машинное обучение, способствуют улучшению управления БПЛА?

Раздел 2

1. Как стабилизация по осям Roll, Pitch и Yaw влияет на управляемость и устойчивость БПЛА?
2. Как комбинированное использование инерциальных систем и GPS улучшает точность ориентации и стабилизации БПЛА?
3. В чем заключаются различия между инерциальными и спутниковыми системами навигации, и каковы преимущества и недостатки каждой из них?
4. Как работают комбинированные навигационные системы (например, INS + GPS), и какие алгоритмы применяются для объединения данных?

7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Обзор систем управления беспилотными летательными аппаратами: ключевые компоненты и принципы работы.
2. Типы систем управления полетом: сравнение автономных, дистанционно управляемых и полуавтономных систем.
3. Алгоритмы стабилизации и ориентации БПЛА: от PID-регуляторов до адаптивных систем.
4. Использование инерциальных и спутниковых систем навигации для повышения точности управления БПЛА.
5. Роль датчиков в системах управления БПЛА: гироскопы, акселерометры и другие сенсоры.
6. Современные подходы к оптимизации управления БПЛА: машинное обучение и искусственный интеллект.
7. Проблемы управления БПЛА в сложных условиях: влияние погодных факторов и турбулентности.
8. Интеграция систем управления и навигации: как обеспечивается эффективное взаимодействие между компонентами.
9. Системы управления для специализированных БПЛА: применение в сельском хозяйстве, военном деле и гражданских миссиях.
10. Перспективы развития систем управления БПЛА: новые технологии и тенденции в отрасли.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	10
	Доклад	20
ИТОГО		50
Зачет		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено

60-69	E	неудовлетворительно	зачтено
35-59	FX		не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект

учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс с выходом в Интернет с установленным программным обеспечением для программирования и тестирования алгоритмов управления, программное обеспечение для анализа данных и визуализации, БПЛА с доступом к его системе управления и возможностью программирования. радиопередатчики и приемники для связи с БПЛА.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика [Текст] Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн ; пер. с англ. А. И. Демьяникова ; под ред. Г. В. Анцева. - М.: Техносфера, 2015. - 311 с. ил.
2. Афанасьев, В. Н. Математическая теория конструирования систем управления Учеб. для вузов по специальности "Прикладная математика" В. Н. Афанасьев, В. Б. Колмановский, В. Р. Носов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 613, с. ил.

11.2. Дополнительная литература

1. Борцов, Ю. А. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением. - Л.: Энергия, 1984. - 216 с.
2. Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы Учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматика и управление в техн. системах" А. Г. Александров. - М.: Высшая школа, 1989. - 262 с. ил.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).