

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Страхов С. Ю.
(подпись) ФИО
« 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Направление/специальность подготовки	24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы управления боевыми авиационными комплексами Системы управления ракет
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов
24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Попов Александр Михайлович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

24.05.05 (И9)	ПСК-3 — способность определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения
24.05.06 (И9)	ПСК-3 — способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом
24.05.05 (И9)	ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
24.05.06 (И9)	ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
24.05.05 (И9)	ОПК-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
24.05.06 (И9)	ОПК-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3 (24.05.05, И9)

знания:

задач, решаемых информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистемами систем управления БПЛА;;

умения:

определять состав и структуру комплексов бортового оборудования БПЛА;;

навыки:

составления математических моделей управляемого движения БПЛА с учетом характеристик бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем;.

ПСК-3 (24.05.06, И9)

знания:

задач, решаемых информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистемами систем управления БПЛА;;

умения:

определять состав и структуру комплексов бортового оборудования БПЛА;;

навыки:

составления математических моделей управляемого движения БПЛА с учетом характеристик бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем;.

ОПК-5 (24.05.05, И9)

знания:

типовых математических моделей управляемого движения БПЛА самолетной и вертолетной конструктивных схем;;

умения:

формировать математические модели управляемого движения БПЛА с заданными характеристиками;;

навыки:

учета в модели движения БПЛА различных вариантов закона управления;.

ОПК-5 (24.05.06, И9)

знания:

типовых математических моделей управляемого движения БПЛА самолетной и вертолетной конструктивных схем;;

умения:

формировать математические модели управляемого движения БПЛА с заданными характеристиками;;

навыки:

учета в модели движения БПЛА различных вариантов закона управления;.

ОПК-6 (24.05.05, И9)

знания:

видов существующих и перспективных образцов беспилотной авиационной техники, задач и организации ее применения;;

умения:

выбирать вид БПЛА для решения рассматриваемых задач и способ управления;;

навыки:

обоснования выбора вида БПЛА и способа управления для решения поставленных задач;.

ОПК-6 (24.05.06, И9)

знания:

видов существующих и перспективных образцов беспилотной авиационной техники, задач и организации ее применения;;

умения:

выбирать вид БПЛА для решения рассматриваемых задач и способ управления;;

навыки:

обоснования выбора вида БПЛА и способа управления для решения поставленных задач;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов, 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕХАНИКА ПОЛЕТА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ОСНОВЫ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — способен на основе анализа современного состояния и тенденций развития военной теории и практики организовывать разработку и разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты интегрированных робототехнических систем и комплексов вооружения летательных аппаратов и их элементов, требования к условиям и тактике их боевого применения
- ОПК-8 — способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности
- ПСК-3 — Способен определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения
- ПСК-4 — Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления авиационных комплексов различного назначения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %					
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-3 (24.05.05)	ПСК-3 (24.05.06)	ОПК-5 (24.05.05)	ОПК-5 (24.05.06)	ОПК-6 (24.05.05)	ОПК-6 (24.05.06)
5	9	Раздел 1. Обзор типов и задач БПЛА. 1.1 Классификация беспилотных ЛА. Типы БПЛА. Обзор решаемых задач. 1.2 Структура современных беспилотных авиационных комплексов. 1.3 Общие принципы организации функционирования беспилотных авиационных комплексов.	6	4	4	0	2	5	10	20	5	20	25
5	9	Раздел 2. Математические основы прикладной теории управления БПЛА. 2.1 Особенности и принципы управления БПЛА 2.2 Этапы и виды управляемого движения 2.3 Системы координат 2.4 Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли 2.5 Ветровые возмущения траекторий движения БПЛА. Ветровой треугольник 2.6 Общая кинематическая модель движения БПЛА.	16	10	6	4	6	15	20	0	15	0	0
5	9	Раздел 3. БПЛА самолетного типа. 3.1 Модель динамики движения 3.2 Режимы движения и их учет в модели динамики 3.3 Стабилизация БПЛА 3.4 Наведение 3.5 Движение по заданному маршруту 3.6 Управление посадкой БПЛА.	28	18	8	10	10	30	25	30	30	30	25
5	9	Раздел 4. БПЛА вертолетного типв. 4.1. Виды БПЛА вертолетного типа, органы и принципы управления ими. 4.2. Модель движения одновинтового вертолета. 4.3. Модель движения квадрокоптера.	34	22	10	12	12	30	25	30	30	30	25
5	9	Раздел 5. Групповое управление БПЛА. 5.1 Задачи управления группой БПЛА 5.2 Организация управления в мультиагентных системах. Принцип консенсуса. 5.3 Организация информационного взаимодействия в группе БПЛА в процессе управления. Матрица Лапласа.	24	14	6	8	10	20	20	20	20	20	25
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Математические основы прикладной теории управления БПЛА.	Модель углового движения БПЛА и ее компьютерная анимационная реализация	4
2	Раздел 3. БПЛА самолетного типа.	Модель углового движения БПЛА с учетом действующих на него сил и моментов и ее компьютерная анимационная реализация	4
3		Расчет коэффициентов усиления для заданного контура стабилизации	2
4		Модель движения БПЛА по заданному маршруту и ее компьютерная анимационная реализация	4
5	Раздел 4. БПЛА вертолетного типв.	Моделирование углового и продольного движения одновинтового вертолета.	6
6		Моделирование углового и продольного движения квадрокоптера	6
7	Раздел 5. Групповое управление БПЛА.	Моделирование движения группы БПЛА по заданной траектории	6
8		Итоговый семинар: обсуждение результатов выполнения	2

	практических заданий, итоговое тестирование.	
Всего за 9 семестр		34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Обзор типов и задач БПЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
2	Раздел 2. Математические основы прикладной теории управления БПЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
3		Подготовка к практическим занятиям	2
4	Раздел 3. БПЛА самолетного типа.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
5		Подготовка к практическим занятиям	4
6	Раздел 4. БПЛА вертолетного типв.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	8
7		Подготовка к практическим занятиям	4
8	Раздел 5. Групповое управление БПЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
9		Подготовка к практическим занятиям	2
10		Подготовка к итоговому семинару	2
Всего за 9 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9		ИПЗ		ИПЗ		ДР	ИПЗ			ДР			ИПЗ			ДР	Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Тест – тест.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003, 5 экз.
2. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 181 экз.
3. А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
4. Б. Р. Андриевский. . Управление и оценивание при ограниченной пропускной способности каналов связи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
5. Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001, 20 экз.
6. В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 150 экз.
7. В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 172 экз.
8. В. В. Дудник. . Конструкция вертолётов. Ростов н/Д: Изд-во ИУИ АП, 2005, эл. рес.
9. И. А. Радченко. . Интеллектуальные мультиагентные системы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 67 экз.
10. Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2018, 15 экз.
11. Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015, эл. рес.
12. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 41 экз.
13. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
14. С. А. Лосев. . Проектирование аппаратных и программных средств микропроцессорных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 82 экз.
15. С. Н. Шаров. . Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
16. Ю. Ф. Подоплекин, В. В. Морозов, А. А. Александров. . Посадка беспилотных летательных аппаратов на суда: проблемы и решения. СПб.: Судостроение, 2014, 20 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
3. Морской сборник;
4. Проблемы машиностроения и автоматизации.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. https://xn----8sbcccoat3acurs.xn--p1ai/files/monography_1.pdf Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами (открытый доступ);
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
5. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
6. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
7. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
8. [https://xn----8sbcccoat3acurs.xn--p1ai/images/files/Monographya4\(1\).pdf](https://xn----8sbcccoat3acurs.xn--p1ai/images/files/Monographya4(1).pdf) Моисеев В.С. Динамика полета и управление беспилотными летательными аппаратами;
9. https://xn----8sbcccoat3acurs.xn--p1ai/images/files/0_6_3_.pdf Моисеев В.С. Комплексы бортового оборудования перспективных беспилотных вертолетов;

10. https://xn----8sbccoat3acurs.xn--p1ai/images/files/0_monographya_3H.pdf Моисеев В.С. Групповое применение беспилотных летальных аппаратов.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Scilab 6.0.2.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Scilab 6.0.2.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов, 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-3 (24.05.05) способность определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения;

ПСК-3 (24.05.06) способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом;

ОПК-5 (24.05.05) способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач;

ОПК-5 (24.05.06) способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач;

ОПК-6 (24.05.05) способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-6 (24.05.06) способность осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с классификацией существующих и перспективных образцов беспилотной авиационной техники, задачами и организацией ее применения. Рассматриваются базовые положения и математические основы прикладной теории управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА), типовые модели управляемого движения БПЛА самолетной и вертолетной конструктивных схем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Обзор типов и задач БПЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003 (глава 1) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2018 (глава 1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Математические основы прикладной теории управления БПЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (весь текст) В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 1) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (главы 2-3, приложения В,С)	4
Подготовка к практическим занятиям	Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (весь текст)	2
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. БПЛА самолетного типа.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	С. Н. Шаров. . Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (главы 13,14) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (раздел 2, подраздел 3.5) В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 3) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (разделы 2,3)	6
Подготовка к практическим занятиям	Ю. Ф. Подоплекин, В. В. Морозов, А. А. Александров. . Посадка беспилотных летательных аппаратов на суда: проблемы и решения: СПб.: Судостроение, 2014 (весь текст) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (главы 6,9-12)	4

Итого по разделу 3		10
Раздел 4. БПЛА вертолетного типв.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (раздел 4) В. В. Дудник. . Конструкция вертолётв: Ростов н/Д: Изд-во ИУИ АП, 2005 (главы 1-3,6) . Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003 (глава 6)	8
Подготовка к практическим занятиям	С. А. Лосев. . Проектирование аппаратных и программных средств микропроцессорных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (раздел 5)	4
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Групповое управление БПЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Б. Р. Андриевский. . Управление и оценивание при ограниченной пропускной способности каналов связи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (весь текст)	6
Подготовка к практическим занятиям	И. А. Радченко. . Интеллектуальные мультиагентные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (глава 1)	2
Подготовка к итоговому семинару		2
Итого по разделу 5		10

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Тестирование проводится после выполнения всех индивидуальных практических заданий.

Тест содержит 20 вопросов, время выполнения 40 минут. Критерии оценивания:

- не менее 50% правильных ответов – «удовлетворительно»;
- не менее 70% правильных ответов – «хорошо»;
- не менее 90% правильных ответов – «отлично».

Комплект тестовых вопросов включен в состав УМК дисциплины.

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальные практические задания выполняются в рамках практических занятий по дисциплине в соответствии с их программой.

Вариант задания предлагается преподавателем.

Результаты выполнения заданий демонстрируются преподавателю в электронной форме.

Типовые индивидуальные практические задания с комплектами вариантов включены в состав УМК дисциплины.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса из разных разделов курса.

Список вопросов к экзамену представлен в УМК дисциплины.

Критерии формирования оценки:

- полные ответы на оба вопроса "отлично";
- полный ответ на один вопрос и неполный на второй - "хорошо";
- неполные ответы при условии успешного выполнения индивидуальных практических заданий - "удовлетворительно".

По желанию студент может сдавать экзамен в форме теста.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %						НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-3 (24.05.05)	ПСК-3 (24.05.06)	ОПК-5 (24.05.05)	ОПК-5 (24.05.06)	ОПК-6 (24.05.05)	ОПК-6 (24.05.06)	
5	9	Раздел 1. Обзор типов и задач БПЛА.	6	4	4	0	2	5	10	20	5	20	25	Тест
5	9	Раздел 2. Математические основы прикладной теории управления БПЛА.	16	10	6	4	6	15	20	0	15	0	0	Тест, Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 3. БПЛА самолетного типа.	28	18	8	10	10	30	25	30	30	30	25	Тест, Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 4. БПЛА вертолетного типв.	34	22	10	12	12	30	25	30	30	30	25	Индивидуальное практическое задание, Тест
5	9	Раздел 5. Групповое управление БПЛА.	24	14	6	8	10	20	20	20	20	20	25	Индивидуальное практическое задание, Тест
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	100	100	100	100	