

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Направление/специальность подготовки	24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы управления боевыми авиационными комплексами
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	
4	8	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	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

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Емельянов Валентин Юрьевич, 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 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ 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:

ПСК-5/23 — способность определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения
ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-5/23

знания:

состава и структуры типовых систем управления, классические и перспективные методы управления летательными аппаратами различного типа и условия их реализации;

принципов и порядка разработки структуры авиационных комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем и выбора способов управления полетом;

умения:

формировать требования к составу и характеристикам технических средств авиационных систем управления, выполнять обоснование выбора состава и структуры системы управления;

навыки:

способен определять оптимальный способ управления, исходя из требований технического задания на систему управления полетом, выбирать структуру и параметры закона управления летательным аппаратом.

ОПК-5

знания:

принципов построения, общих свойств, динамических особенностей и возможностей систем управления (СУ) летательных аппаратов (ЛА) различных типов;

умения:

обоснованно выбирать и применять виды моделей, методы анализа и синтеза СУ ЛА;

навыки:

составления математических моделей летательных аппаратов как объектов управления, органов управления и систем управления ЛА в целом.

ОПК-8

знания:

математического аппарата и методик построения моделей объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, ориентированных на задачи анализа их эффективности и синтеза;

умения:

разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели, выполнять их компьютерную реализацию и использовать для решения задач синтеза бортовых систем летательных аппаратов по критериям боевой и технико-экономической эффективности;

навыки:

способен решать задачи анализа и синтеза бортовых систем летательных аппаратов с помощью современных программных средств и систем автоматизации инженерных и научных расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.05 *Интегрированные системы летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, МЕХАНИКА ПОЛЕТА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ, ОСНОВЫ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БОЕВЫМИ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛА, ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных 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-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-3/23 — Способен разрабатывать программно-алгоритмическое обеспечение для комплектующих изделий бортового радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов
- ПСК-5/23 — Способен определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-5/23	ОПК-5	ОПК-8
4	8	Раздел 1. Летательный аппарат в атмосфере как объект управления. 1.1. Цели и задачи управления полетом ЛА. 1.2. Уравнения и передаточные функции ЛА для движения в продольной плоскости. Характеристика динамических свойств. 1.3. Уравнения и передаточные функции ЛА для движения в боковой плоскости и движения крена. Характеристика динамических свойств.	22	10	6	0	4	12	0	30	30
4	8	Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА. 2.1. Назначение и состав. 2.2. Общая характеристика и модели элементов контура. 2.3. Основные законы стабилизации. 2.4. Принципы анализа и синтеза законов стабилизации..	32	16	4	10	2	16	20	25	30
4	8	Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации. 3.1. Модели упругих колебаний корпуса ЛА и тяг органов управления, их влияние на характеристики контуров стабилизации. 3.2. Способы обеспечения устойчивости полета упругого ЛА. 3.3. Линейные и нелинейные фильтры: схемы, модели, достоинства и недостатки.	18	8	2	4	2	10	10	10	10
4	8	Раздел 4. Методы построения контуров наведения ЛА. 4.1. Характеристика систем автономного управления, телеуправления и самонаведения. 4.2. Инерциальная навигация. 4.3. Корреляционно-экстремальные системы.	16	8	6	0	2	8	5	5	0
4	8	Раздел 5. Системы телеуправления. 5.1. Виды и особенности систем телеуправления. 5.2. Трехточечные методы наведения. 5.3. Командные системы телеуправления: виды, назначение, функциональные схемы, состав, математические модели. 5.4. Системы телеуправления по лучу: виды, назначение, функциональные схемы, состав, математические модели.	16	8	6	0	2	8	30	10	10
4	8	Раздел 6. Системы самонаведения. 6.1 Виды, состав и структуры систем самонаведения. 6.2. Типы конструкций, назначение и математические модели динамики координаторов. 6.3. Математические модели систем самонаведения.	16	8	6	0	2	8	30	10	10
4	8	Раздел 7. Точность и устойчивость систем наведения. 7.1. Показатели качества и эффективности систем наведения. 7.2. Проблемы анализа устойчивости систем наведения. Техническая устойчивость. 7.3. Характеристики точности систем наведения и основные подходы к оценке точности. 7.3. Комплексирование полетных параметров ЛА.	24	10	4	3	3	14	5	10	10
Всего за 8 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Летательный аппарат в атмосфере как объект управления.	Динамические свойства летательного аппарата как объекта управления	4
2	Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Порядок структурного и параметрического синтеза контура угловой стабилизации "жесткого" ЛА	2
3	Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации.	Контрольная работа	2
4	Раздел 4. Методы построения контуров наведения ЛА.	Инерциальная навигация	2
5	Раздел 5. Системы телеуправления.	Математические модели систем телеуправления	2
6	Раздел 6. Системы самонаведения.	Математические модели систем самонаведения	2
7	Раздел 7. Точность и устойчивость	Контрольная работа	2

8	систем наведения.	Расчетные схемы оценки точности систем наведения.	1
Всего за 8 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Исследование устойчивости бокового движения ЛА.	4
2		Исследование устойчивости продольного движения ЛА.	4
3		Исследование динамики рулевого привода.	2
4	Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации.	Синтез и исследования цифровой системы нейтрализации упругих колебаний в контуре управления ЛА.	4
5	Раздел 7. Точность и устойчивость систем наведения.	Синтез и исследование комплексных систем измерения параметров движения ЛА	3
Всего за 8 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Летательный аппарат в атмосфере как объект управления.	Подготовка к практическим занятиям	2
2		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
3	Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
4		Подготовка к практическому занятию	1
5		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	6
6	Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
7		Подготовка к контрольной работе	3
8		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
9	Раздел 4. Методы построения контуров наведения ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
10		Подготовка к практическому занятию	1
11	Раздел 5. Системы телеуправления.	Подготовка к практическому занятию	1
12		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
13	Раздел 6. Системы самонаведения.	Подготовка к практическому занятию	1
14		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
15	Раздел 7. Точность и устойчивость систем наведения.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
16		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
17		Подготовка к контрольной работе	2

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
8				ЛР		ДР	ЛР		ЛР	ДР	ЛР, Контр.Р.				ЛР	ДР	Контр.Р., Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Исследование динамики инерциальных навигационных систем управления беспилотных летательных аппаратов. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
2. А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973, 93 экз.
3. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 181 экз.
4. А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
5. А. С. Шалыгин, В. А. Бородавкин, В. А. Зазимко. Синтез управления в системах стабилизации беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 82 экз.
6. Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001, 20 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. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 150 экз.
9. В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 17 экз.
10. И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 65 экз.
11. И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
12. М. С. Селезнёва, К. А. Шэнь Кай, А. В. Неусыпин. . Алгоритмы обработки информации навигационных систем и комплексов летательных аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
13. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
14. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 50 экз.
15. Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015, эл. рес.
16. 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.
17. Ю. М. Астапов, В. А. Велданов, С. А. Люшнин. . Системы наведения и управления высокоточных боеприпасов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

не требуется.

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. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.3. Лабораторные занятия:

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

6.4. 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 **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.05 *Интегрированные системы летательных аппаратов*. 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-5/23 способность определять состав и структуру комплексов бортового оборудования информационно-измерительной, навигационной и управляющей подсистем для авиационных комплексов различного назначения;

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

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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения, структурой, динамическими свойствами и характеристиками систем управления летательных аппаратов различного типа и их элементов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (34 ч.), практические занятия (17 ч.), лабораторный практикум (17 ч.), самостоятельная работа студента (76 ч).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Летательный аппарат в атмосфере как объект управления.		
Подготовка к практическим занятиям	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (раздел 1) В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 10)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (главы 11-13) И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (главы 1-2) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (главы 1-5)	10
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.1-2.3) А. С. Шалыгин, В. А. Бородавкин, В. А. Зазимко. Синтез управления в системах стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (раздел 4) Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (главы 2-6) А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (разделы 1-3)	9
Подготовка к практическому занятию	И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (главы 3-5)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	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 1-3)	6

Итого по разделу 2		16
Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.4)	4
Подготовка к контрольной работе		3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы		3
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Методы построения контуров наведения ЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.5) В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (раздел 2) . Исследование динамики инерциальных навигационных систем управления беспилотных летательных аппаратов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (весь текст)	7
Подготовка к практическому занятию		1
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Системы телеуправления.		
Подготовка к практическому занятию	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 3.5) О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (часть 1) В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подразд. 3.4-3.6)	1
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		7
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Системы самонаведения.		
Подготовка к практическому занятию	В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подразд. 3.1-3.2) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 3.5) О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (часть 2) Ю. М. Астапов, В. А. Велданов, С. А. Люшнин. . Системы наведения и управления высокоточных боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (главы 2-5)	1
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		7
Итого по разделу 6		8
Раздел 7. Точность и устойчивость систем наведения.		
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.7) М. С. Селезнёва, К. А. Шэнь Кай, А. В. Неусыпин. . Алгоритмы обработки информации навигационных систем и комплексов летательных аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (глава 2) О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет:	3
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		9
Подготовка к контрольной		2

работе	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (подразд. 3.6, 6.4, разд. 6)	
Итого по разделу 7		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- 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

Тест (диагностическая работа) включает в себя 10 вопросов. Время выполнения 20 минут. Успешное прохождение теста регистрируется при условии получения не менее 60% правильных ответов.

Контрольная работа

Контрольные работы проводятся по тестовым вопросам открытого типа. Нормы определения оценки за контрольную определяются технологической картой дисциплины.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению третьей и четвертой ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ.

Требования к выполнению ЛР:

- по всем ЛР необходимо выполнение задания в программной среде по выбору студента и демонстрация результатов выполнения преподавателю.

Отчет по ЛР:

В отчет включается постановка задачи, математическая модель, листинг программы, результаты исследования. Все результаты предъявляются в печатной или электронной форме.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории с использованием тестовых вопросов.

Тестовые вопросы включены в состав УМК дисциплины.

Балльная оценка лабораторной работы определяется технологической картой дисциплины.

Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине по итогам 8 семестра проходит в форме экзамена.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.

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 контрольных мероприятий семестра - "удовлетворительно".

Комплект вопросов к экзамену включен в состав УМК дисциплины.

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления экзаменационной оценки по результатам работы в семестре в соответствии с технологической картой дисциплины.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-5/23	ОПК-5	ОПК-8	
4	8	Раздел 1. Летательный аппарат в атмосфере как объект управления.	22	10	6	0	4	12	0	30	30	Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 2. Контур управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	32	16	4	10	2	16	20	25	30	Лабораторная работа, Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 3. Упругость летательного аппарата и способы ее компенсации.	18	8	2	4	2	10	10	10	10	Лабораторная работа, Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 4. Методы построения контуров наведения ЛА.	16	8	6	0	2	8	5	5	0	Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 5. Системы телеуправления.	16	8	6	0	2	8	30	10	10	Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 6. Системы самонаведения.	16	8	6	0	2	8	30	10	10	Тест, Контрольная работа
4	8	Раздел 7. Точность и устойчивость систем наведения.	24	10	4	3	3	14	5	10	10	Лабораторная работа, Тест, Контрольная работа
Всего за 8 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	