


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



(подпись) Страхов С. Ю.
ФИО
«31» 05 20 22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профили/программа подготовки	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	
4	7	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.
4	8	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	экз.
ВСЕГО		7	252	119	68	17	34	133	0	0	133	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Емельянов Валентин Юрьевич, к.т.н., доцент



Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Готин Сергей Владимирович, к.т.н., доцент



Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Юрескул Андрей Григорьевич, 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-3 — способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом
ПСК-4 — способность проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов
ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
ОПК-7 — способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения
ОПК-8 — способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3

знания:

состава и структуры типовых систем управления ЛА, классических и перспективных методов управления летательными аппаратами различного типа и условий их реализации; методик определения целей и задач проектирования систем управления ЛА, выбора критериев и показателей проектирования, построения их структур и схем с учетом специфики объекта

назначения и

условий применения;

умения:

формировать требования к составу и характеристикам технических средств СУ ЛА;

навыки:

выполнять структурный и параметрический синтез алгоритмов управления ЛА с обеспечением необходимых показателей качества процесса управления.

ПСК-4

знания:

методов анализа и синтеза подсистем и элементов систем управления ЛА с учетом их разнообразия;

умения:

выбирать (синтезировать) законы управления ЛА, их программную реализацию;

навыки:

расчета характеристик процесса управления, проведения анализа устойчивости и точности СУ ЛА с использованием математического моделирования и современных средств автоматизации моделирования и проектирования.

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-7

знания:

форм и расчетных схем математических моделей летательных аппаратов как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением;

умения:

создавать математические модели летательных аппаратов, позволяющие анализировать тактики их применения;

навыки:

реализации математических моделей летательных аппаратов как объектов ориентации, стабилизации, навигации и управления движением в среде автоматизации инженерных и научных расчетов.

ОПК-8

знания:

математического аппарата и методик динамических расчетов систем управления летательных аппаратов;

умения:

применять математический аппарат и методики динамических расчетов систем управления летательных аппаратов для оценки их показателей качества;

навыки:

проведения динамических расчетов для конкретных видов систем управления ЛА.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, МЕХАНИКА ПОЛЕТА.**

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

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 системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения
- ОПК-8 — Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 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-3	ПСК-4	ОПК-5	ОПК-7	ОПК-8
4	7	Раздел 1. Общие сведения об организации управления космическими аппаратами (КА). 1.1. Назначение и виды КА. 1.2. Виды управляемого движения КА. 1.3. Требования к СУ КА. 1.4. Общая структура СУ КА и основные способы управления.	4	2	2	0	0	2	5	5	5	5	5
4	7	Раздел 2. Управление угловым положением КА. 2.1. Возмущающие воздействия для системы угловой стабилизации КА. 2.2. Системы пассивной угловой стабилизации. Способы создания управляющих моментов. 2.3. Активная стабилизация, применяемые схемы, способы создания управляющих моментов. 2.4. Требования к СУ угловым движением. Показатели качества. 2.5. Общая функциональная схема СУ угловым движением КА. 2.6. Характеристики элементов систем ориентации. 2.7. Методы и примеры исследования СУ КА. 2.8. Магнитные, гравитационные и аэродинамические системы управления угловым движением.	26	18	10	0	8	8	10	5	5	15	10
4	7	Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости. 3.1. Ракетный двигатель как звено в контуре регулирования скорости. 3.2. Понятие кажущейся скорости. Линейная и релейная системы регулирования кажущейся скорости (РКС). Исследование релейной системы РКС, ее недостатки и пути их преодоления. 3.3. Системы стабилизации давления в камере сгорания и управления одновременным опорожнением баков.	18	6	4	0	2	12	0	5	5	0	0
4	7	Раздел 4. Системы управления сближением КА. 4.1. Назначение СУ сближением и этапы сближения. 4.2. Уравнения относительного движения. 4.3. Метод сближения по свободным траекториям. 4.4. Метод параллельного инерциального сближения. 4.5. Функциональная схема СУ сближением, выбор элементов, показатели качества.	18	10	6	0	4	8	5	5	5	5	5
4	7	Раздел 5. Принципы управления дальностью и направлением полета баллистических ракет. 5.1. Активный участок, участок полета по баллистической траектории, участок движения головной части в атмосфере. Уравнения траектории на баллистическом участке. 5.2. Влияние относительных ошибок выдерживания расчетных параметров в конце активного участка. 5.3. Метод сопряженных систем и его применение для синтеза комплексного управления высотой и скоростью полета баллистических ракет и ракет-носителей на активном участке. Учет вращения Земли.	12	6	6	0	0	6	0	0	5	5	10
4	7	Раздел 6. Системы управления спуском КА в атмосфере. 6.1. Уравнения движения спускаемого аппарата в атмосфере. 6.2. Методы управления снижением. 6.3. СУ спуском с прогнозированием точки посадки. 6.4. СУ с космонавтом, системы ручного и полуавтоматического управления, математические модели операторской деятельности космонавта.	14	6	4	0	2	8	5	0	5	5	5
4	7	Раздел 7. Адаптивная система управления КА. 7.1. Режимы ориентации и стабилизации. 7.2.	16	3	2	0	1	13	5	5	0	5	0

		Основные характеристики алгоритма управления и обработки информации.											
Всего за 7 семестр			108	51	34	0	17	57	30	25	30	40	35
4	8	Раздел 8. Виды ЛА и классификация их СУ. 1.1. Виды ЛА. Цели и задачи управления полетом ЛА, роль СУ в эффективности использования ЛА. 1.2. Общая функциональная схема СУ полетом. 1.3. Способы управления угловым движением, движением центра масс ЛА. 1.4. Характеристика систем автономного управления, телеуправления и самонаведения.	9	6	4	0	2	3	10	5	10	10	0
4	8	Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА. 2.1. Общие функциональные схемы контуров управления перегрузкой и угловой стабилизации. 2.2. Общая характеристика элементов контуров управления перегрузкой и угловой стабилизации. 2.3. Выбор законов и алгоритмов управления полетом. 2.4. Рулевой привод как элемент системы угловой стабилизации. 2.5. Учет инерционных свойств элементов системы и взаимного влияния контуров стабилизации. 2.6. Методы оценки показателей устойчивости и рекомендации по заданию их целевых значений. 2.7. Обоснование выбора параметров контуров управления перегрузкой и угловой стабилизации.	35	17	8	7	2	18	10	15	15	5	15
4	8	Раздел 10. Использование БЦВМ в СУ ЛА. 3.1. Преемственность и возможности улучшения законов управления. 3.2. Аналоговые прототипы и цифровые вычислительные программы. 3.3. Учет квантования по уровню и по времени.	7	4	2	0	2	3	10	10	5	5	0
4	8	Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации. 4.1. Модели упругих колебаний корпуса ЛА и тяг органов управления, их влияние на характеристики контуров стабилизации. 4.2. Способы обеспечения устойчивости полета упругого ЛА. 4.3. САУ статически неустойчивого упругого ЛА. 4.4. Особенности синтеза САУ неустойчивого упругого ЛА. 4.5. Возможности применения нелинейных фильтров, известные функциональные схемы, их характеристики, достоинства и недостатки.	16	10	4	4	2	6	5	5	5	5	10
4	8	Раздел 12. Помехоустойчивость системы угловой стабилизации. 5.1. Понятие помехоустойчивости контура стабилизации. 5.2. Характеристика влияния основных нелинейностей в системе. 5.3. Определение помехоустойчивости нелинейной системы угловой стабилизации ЛА и рекомендации по повышению помехоустойчивости.	5	2	2	0	0	3	0	5	0	5	5
4	8	Раздел 13. Управление траекторией полета ЛА в атмосфере - на маршруте, при выходе на цель и при заходе на посадку. 6.1. Построение оптимальной по дальности программы управления высотой полета. 6.2. Стабилизация программной траектории изменения высоты и скорости полета, линии пути. 6.3. Особенности синтеза управления на участке пикирования и на глissаде снижения. Определение параметров начала заключительного (переходного) участка выхода на малую высоту. 6.4. Обеспечение адаптации управления к состоянию атмосферы, к характеристикам ЛА и двигателя.	12	6	4	0	2	6	10	0	10	5	10
4	8	Раздел 14. Методы наведения и самонаведения. 7.1 Методы наведения при телеуправлении. Кинематические траектории, потребные перегрузки и требования к системе обзора пространства. 7.2. Методы определения координат цели и самонаведения. Понятия мгновенного и "фактического" промаха, дистанции ослепления и мертвой зоны. 7.3. Кинематика методов параллельного сближения и пропорциональной навигации, погони и погони с упреждением. Варианты реализации. 7.4. Вопросы устойчивости самонаведения. 7.5. Методы оценки статистических характеристик промаха.	22	8	4	3	1	14	5	10	10	5	15
4	8	Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров. 8.1. Возможности и выгоды	21	9	2	3	4	12	5	10	0	10	0

		комплексирования измерений на примере высоты полета. 8.2. Типичные схемы, обеспечивающие минимизацию установившейся ошибки. 8.3. Примеры комплексирования полетных параметров ЛА.											
4	8	Раздел 16. Координированное управление с автономным изменением регулируемых переменных. 9.1. Требование автономности (независимости) изменения регулируемых переменных. 9.2. Необходимые и достаточные условия автономности регулируемых переменных в линейной системе. 9.3. Управление разворотом ЛА без просадки по высоте полета.	5	2	2	0	0	3	5	5	10	5	5
4	8	Раздел 17. Нелинейные законы управления и самонастройка в СУ ЛА. 10.1. Обоснование нелинейных законов управления в СУ полетом. 10.2. Мажоритарные методы обработки информации. 10.3. Двухканальные нелинейные фильтры.	12	4	2	0	2	8	10	10	5	5	5
Всего за 8 семестр			144	68	34	17	17	76	70	75	70	60	65
Всего по дисциплине			252	119	68	17	34	133	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. Управление угловым положением КА.	Анализ и синтез системы управления угловым движением КА методом фазовой плоскости.	4
2		Способы создания управляющих моментов.	2
3		Скользящие режимы в системах угловой стабилизации.	2
4	Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости.	Коллоквиум	2
5	Раздел 4. Системы управления сближением КА.	Анализ динамики каналов управления системы управления сближением КА.	4
6	Раздел 6. Системы управления спуском КА в атмосфере.	Анализ динамики систем управления спуском.	2
7	Раздел 7. Адаптивная система управления КА.	Коллоквиум	1
Всего за 7 семестр			17
8	Раздел 8. Виды ЛА и классификация их СУ.	Способы управления летательными аппаратами различных видов.	2
9	Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Порядок структурного и параметрического синтеза контура угловой стабилизации "жесткого" ЛА	2
10	Раздел 10. Использование БЦВМ в СУ ЛА.	Синтез цифрового фильтра по аналоговому прототипу.	2
11	Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации.	Анализ и синтез систем нейтрализации упругих колебаний.	2
12	Раздел 13. Управление траекторией полета ЛА в атмосфере - на маршруте, при выходе на цель и при заходе на посадку.	Исследование оптимальной программы набора высоты	2
13	Раздел 14. Методы наведения и самонаведения.	Анализ точности и устойчивости методов самонаведения	1
14	Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров.	Анализ различных систем комплексирования измеряемых параметров и управляющих сигналов	2

15		Анализ комплексных систем измерения высоты полета ЛА	2
16	Раздел 17. Нелинейные законы управления и самонастройка в СУ ЛА.	Анализ мажоритарных систем обработки информации и управления	2
Всего за 8 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
Всего за 7 семестр			0
1		Исследование устойчивости бокового движения ЛА.	2.5
2	Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Исследование устойчивости продольного движения ЛА.	2.5
3		Исследование динамики рулевого привода.	2
4	Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации.	Синтез и исследования цифровой системы нейтрализации упругих колебаний в контуре управления ЛА.	4
5	Раздел 14. Методы наведения и самонаведения.	Исследование кинематики методов самонаведения.	3
6	Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров.	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. Общие сведения об организации управления космическими аппаратами (КА).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
2	Раздел 2. Управление угловым положением КА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
3		Подготовка к практическим занятиям	2
4	Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости.	Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
5		Подготовка к коллоквиуму	6
6	Раздел 4. Системы управления сближением КА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
7		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
8	Раздел 5. Принципы управления дальностью и направлением полета баллистических ракет.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
9	Раздел 6. Системы управления спуском КА в атмосфере.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
10		Подготовка к практическому занятию	2
11	Раздел 7. Адаптивная система управления КА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
12		Подготовка к коллоквиуму	6
Всего за 7 семестр			57

13	Раздел 8. Виды ЛА и классификация их СУ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
14		Подготовка к практическому занятию	1
15	Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
16		Подготовка к практическому занятию	1
17		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	7
18	Раздел 10. Использование БЦВМ в СУ ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
19		Подготовка к практическому занятию	1
20	Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
21		Подготовка к практическому занятию	1
22		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
23	Раздел 12. Помехоустойчивость системы угловой стабилизации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	3
24	Раздел 13. Управление траекторией полета ЛА в атмосфере - на маршруте, при выходе на цель и при заходе на посадку.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
25		Подготовка к практическому занятию	1
26	Раздел 14. Методы наведения и самонаведения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
27		Подготовка к практическому занятию	1
28		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
29	Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
30		Подготовка к практическим занятиям	2
31		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
32	Раздел 16. Координированное управление с автономным изменением регулируемых переменных.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	3
33	Раздел 17. Нелинейные законы управления и самонастройка в СУ ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
34		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
Всего за 8 семестр			76

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
7						ДР			Колл, Тест	ДР						ДР	Колл, Тест, зач.
8				ЛР		ДР	ЛР		ЛР	ДР		ЛР			ЛР	ДР	ЛР, Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Колл – коллоквиум;
- Тест – тест;
- ЛР – лабораторная работа;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- тест;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 181 экз.
2. А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко. . Динамика полета. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.
3. А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
4. 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, 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. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Навигация и наведение космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 63 экз.
7. Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001, 20 экз.
8. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
9. В. А. Керножицкий, М. Н. Охочинский. . Ракетная техника и космонавтика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 39 экз.
10. В. А. Керножицкий, С. В. Козлов, С. И. Марков. . Магнитные системы ориентации, манёвра и навигации космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
11. В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 172 экз.
12. Г. Н. Разорёнов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов. . Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями). М.: Машиностроение, 2003, 19 экз.
13. Е. А. Микрин. Бортовые комплексы управления космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2014, эл. рес.
14. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
15. Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007, эл. рес.
16. 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.
17. Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015, эл. рес.
18. 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.
19. С. И. Марков, В. А. Керножицкий. . Маховичные и гироскопические системы ориентации летательных аппаратов. Л.: Изд-во ЛМИ, 1991, 52 экз.
20. 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:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

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 24.05.06 *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 способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом;

ПСК-4 способность проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов;

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

ОПК-7 способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения;

ОПК-8 способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением).

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;
- коллоквиум;
- тест;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (68 ч.), практические занятия (34 ч.), лабораторный практикум (17 ч.), самостоятельная работа студента (133 ч).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 133 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. Общие сведения об организации управления космическими аппаратами (КА).		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Керножицкий, М. Н. Охочинский. . Ракетная техника и космонавтика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (Введение, раздел 1) Е. А. Микрин. Бортовые комплексы управления космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2014 (парагр. 1.1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Управление угловым положением КА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	С. И. Марков, В. А. Керножицкий. . Маховичные и гироскопические системы ориентации летательных аппаратов: Л.: Изд-во ЛМИ, 1991 (разделы 1-3) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.6) В. А. Керножицкий, С. В. Козлов, С. И. Марков. . Магнитные системы ориентации, манёвра и навигации космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (разделы 1-4)	6
Подготовка к практическим занятиям	Г. Н. Разорёнов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов. . Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями): М.: Машиностроение, 2003 (главы 1.1,1.2)	2
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости.		
Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (парагр. 17.1) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ	6

Подготовка к коллоквиуму	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.10) А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко. . Динамика полета: Москва: Машиностроение, 2011 (глава 2)	6
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Системы управления сближением КА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по 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 (разделы 1,2) 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 (разделы 1,2)	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Г. Н. Разорёнов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов. . Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями): М.: Машиностроение, 2003 (раздел 3)	2
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Принципы управления дальностью и направлением полета баллистических ракет.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Г. Н. Разорёнов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов. . Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями): М.: Машиностроение, 2003 (главы 3.1-3.3) В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 2) 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 (разделы 1-3) Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (главы 4,5) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 3.1-3.4)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Системы управления спуском КА в атмосфере.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Навигация и наведение космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 1)	6
Подготовка к практическому занятию		2
Итого по разделу 6		8
Раздел 7. Адаптивная система управления КА.		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (глава 15)	7
Подготовка к коллоквиуму		6
Итого по разделу 7		13
Раздел 8. Виды ЛА и классификация их СУ.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подразд. 3.1) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (раздел 1) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (главы 1-5) Г. Н. Разорёнов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов. . Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями): М.: Машиностроение, 2003 (парагр. 1.1)	2
Подготовка к практическому занятию		1
Итого по разделу 8		3
Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. С. Шальгин, В. А. Бородавкин, В. А. Зазимко. Синтез управления в системах стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (раздел 4) А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (разделы 1-3) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт	10
Подготовка к практическому занятию	аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (разделы 1-3) Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. .	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (главы 2-6) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.1-2.3)	7
Итого по разделу 9		18
Раздел 10. Использование БЦВМ в СУ ЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (главы 8-9) 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	2
Подготовка к практическому занятию		1

	(главы 1-3) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 4.2)	
Итого по разделу 10		3
Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации.		
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)	2
Подготовка к практическому занятию		1
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы		3
Итого по разделу 11		6
Раздел 12. Помехоустойчивость системы угловой стабилизации.		
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)	3
Итого по разделу 12		3
Раздел 13. Управление траекторией полета ЛА в атмосфере - на маршруте, при выходе на цель и при заходе на посадку.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (главы 9-10) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 3.1-3.4) Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация	5
Подготовка к практическому занятию	баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (главы 5,9)	
Итого по разделу 13		6
Раздел 14. Методы наведения и самонаведения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (раздел 3) А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 3.5) Ю. М. Астапов, В. А. Велданов, С. А. Люшнин. . Системы наведения и управления высокоточных	10
Подготовка к практическому занятию	боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (главы 2-5) Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация	
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (главы 10,16) Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (глава 9)	3
Итого по разделу 14		14
Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров.		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.7)	7
Подготовка к практическим занятиям	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)	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы		3
Итого по разделу 15		12
Раздел 16. Координированное управление с автономным изменением регулируемых переменных.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Юрескул. . Системы управления летательными аппаратами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (подразд. 2.8)	3
Итого по разделу 16		3
Раздел 17. Нелинейные законы управления и самонастройка в СУ 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. 4.1)	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. . Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: М.: Техносфера, 2015 (глава 8)	2
Итого по разделу 17		8

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- коллоквиум;
- лабораторная работа;
- зачет;
- 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 включает в себя 20 вопросов. Требуется выбирать один правильный ответ из предложенных. Время выполнения 40 минут.

Успешное прохождение теста регистрируется при условии получения не менее 12 правильных ответов.

Оценка "хорошо" - не менее 15 правильных ответов.

Оценка "отлично" - не менее 18 правильных ответов.

Комплекты тестовых вопросов включены в УМК дисциплины.

Коллоквиум

На коллоквиуме студенту предоставляется один теоретический или практический вопрос. Обсуждение ответа проводится на практическом занятии. В случае успешного ответа, в том числе в результате обсуждения с участием учебной группы коллоквиум считается успешно пройденным. Комплекты вопросов к двум коллоквиумам 7 семестра размещены в УМК дисциплины. По желанию студент может проходить коллоквиум в форме тестирования.

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.

Зачет

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.

Промежуточная аттестация по дисциплине по итогам 7 семестра проходит в форме зачета. Зачет оформляется при условии успешного прохождения студентами коллоквиумов в соответствии с графиком контрольных мероприятий.

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.

Итоговый контроль по дисциплине по итогам 8 семестра проходит в форме экзамена. Допуск к экзамену обеспечивается при полном и успешном выполнении контрольных мероприятий - выполнения и защиты лабораторных работ.

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.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-3	ПСК-4	ОПК-5	ОПК-7	ОПК-8	
4	7	Раздел 1. Общие сведения об организации управления космическими аппаратами (КА).	4	2	2	0	0	2	5	5	5	5	5	Тест
4	7	Раздел 2. Управление угловым положением КА.	26	18	10	0	8	8	10	5	5	15	10	Тест
4	7	Раздел 3. Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели как объекты автоматического управления и звенья системы регулирования кажущейся скорости.	18	6	4	0	2	12	0	5	5	0	0	Тест, Коллоквиум
4	7	Раздел 4. Системы управления сближением КА.	18	10	6	0	4	8	5	5	5	5	5	Тест
4	7	Раздел 5. Принципы управления дальностью и направлением полета баллистических ракет.	12	6	6	0	0	6	0	0	5	5	10	Тест
4	7	Раздел 6. Системы управления спуском КА в атмосфере.	14	6	4	0	2	8	5	0	5	5	5	Тест
4	7	Раздел 7. Адаптивная система управления КА.	16	3	2	0	1	13	5	5	0	5	0	Тест, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			108	51	34	0	17	57	30	25	30	40	35	
4	8	Раздел 8. Виды ЛА и классификация их СУ.	9	6	4	0	2	3	10	5	10	10	0	Тест
4	8	Раздел 9. Системы управления перегрузкой и угловой стабилизации для "жесткого" ЛА.	35	17	8	7	2	18	10	15	15	5	15	Лабораторная работа, Тест

4	8	Раздел 10. Использование БЦВМ в СУ ЛА.	7	4	2	0	2	3	10	10	5	5	0	Тест
4	8	Раздел 11. Исследование влияния явлений упругости объекта управления на динамику систем угловой стабилизации.	16	10	4	4	2	6	5	5	5	5	10	Лабораторная работа, Тест
4	8	Раздел 12. Помехоустойчивость системы угловой стабилизации.	5	2	2	0	0	3	0	5	0	5	5	Тест
4	8	Раздел 13. Управление траекторией полета ЛА в атмосфере - на маршруте, при выходе на цель и при заходе на посадку.	12	6	4	0	2	6	10	0	10	5	10	Тест
4	8	Раздел 14. Методы наведения и самонаведения.	22	8	4	3	1	14	5	10	10	5	15	Лабораторная работа, Тест
4	8	Раздел 15. Комплексирование измерений полетных параметров.	21	9	2	3	4	12	5	10	0	10	0	Лабораторная работа, Тест
4	8	Раздел 16. Координированное управление с автономным изменением регулируемых переменных.	5	2	2	0	0	3	5	5	10	5	5	Тест
4	8	Раздел 17. Нелинейные законы управления и самоастройка в СУ ЛА.	12	4	2	0	2	8	10	10	5	5	5	Тест
Всего за 8 семестр			144	68	34	17	17	76	70	75	70	60	65	
Всего по дисциплине			252	119	68	17	34	133	100	100	100	100	100	