

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Левихин А.А.
ФИО
« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖРД

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
4	8	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	51	0	51	114	0	0	114	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Русина Алена Андреевна, старший преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Мустейкис Антон Иванович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖРД

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:

ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

Знание принципов построения автоматизированных систем оценки состояния и параметров;

умения:

Умение применять современных информационных технологий для решения задач оценки показателей устойчивости и качества устройств автоматики и регулирования;

навыки:

Моделирования устройств автоматики.

ОПК-5

знания:

Знание основ теории автоматического управления;

умения:

Умение представлять узел ДУ в форме пространства состояний в виде динамического звена;

навыки:

Навык использования преобразования Лапласа и линеаризации уравнений динамики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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		ОПК-2	ОПК-5
4	7	Раздел 1. Введение. Зарождение науки автоматического управления и регулирования. Принципы управления.	7	4	4	0	3	5	5
4	7	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ. Уравнения состояния систем управления. Линеаризация, преобразование Лапласа. Передаточная функция системы и типовые динамические звенья. Структурные схемы систем управления.	25	21	6	15	4	20	20
4	7	Раздел 3. Воздействия на САУ. Типовые входные воздействия. Характеристики звеньев (временные, частотные).	16	9	2	7	7	5	5
4	7	Раздел 4. Устойчивость САУ. Управляемость и наблюдаемость, алгебраические и частотные критерии устойчивости, запас устойчивости систем.	21	15	10	5	6	10	10
4	7	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления. Показатели качества САУ. Корректирующие устройства.	12	4	2	2	8	10	10
4	7	Раздел 6. Нелинейные САУ. Математические модели нелинейных элементов. Устойчивость нелинейных систем.	9	4	4	0	5	5	5
4	7	Раздел 7. Дискретные САУ. Понятие дискретной САУ. Модуляция, квантование. Устойчивость дискретных САУ.	18	11	6	5	7	5	5
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	60	60
4	8	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования ЖРД. Особенности ЖРД как объектов регулирования. Статические и динамические характеристики. Состав систем управления и регулирования. Классификация задач управления движением ЛА и методов управления тягой. Регуляторы.	36	14	8	6	22	20	20
4	8	Раздел 9. Требования к процессам САУ двигателных установок. Требования к качеству переходных процессов. Требования к динамическим процессам, частотным характеристикам.	40	18	7	11	22	15	15
4	8	Раздел 10. САУ РДТТ. Специфика систем автоматического регулирования РДТТ.	32	2	2	0	30	5	5
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	40	40
Всего по дисциплине			216	102	51	51	114	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.	Линеаризация	2
2		Получение передаточных функций систем, представленных в виде входного и выходного сигнала	3
3		Получение передаточных функций систем, представленных в виде уравнения состояния	3
4		Преобразование структурных схем с одним входным воздействием	3
5		Преобразование структурных схем с двумя входными воздействиями	4
6	Раздел 3. Воздействия на САУ.	Получение частотных характеристик (АЧХ, ФЧХ, МЧХ, ВЧХ)	3
7		Построение ЛАЧХ	4
8	Раздел 4. Устойчивость САУ.	Оценка устойчивости системы: теорема Ляпунова, критерий Рауса, критерий Гурвица	3
9		Частотные критерии устойчивости	2
10	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.	Подбор параметров ПИД регулятора	2
11	Раздел 7. Дискретные САУ.	Z-преобразование	5
Всего за 7 семестр			34
12	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования ЖРД.	Система управления ракеты-носителя	2
13		Автоматика ЖРД с вытеснительной системой подачи	2
14		Автоматика ЖРДУ с дожиганием и без дожигания компонентов	2
15	Раздел 9. Требования к процессам САУ двигателных установок.	Ограничения, накладываемые на частотные характеристики САУ двигателей	4
16		Анализ САУ давлением в камере сгорания ЖРД	7

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	3
2	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	4
3	Раздел 3. Воздействия на САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	7
4	Раздел 4. Устойчивость САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	6
5	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	8
6	Раздел 6. Нелинейные САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	5
7	Раздел 7. Дискретные САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	7
Всего за 7 семестр			40
8	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования ЖРД.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	22
9	Раздел 9. Требования к процессам САУ двигательных установок.	Выполнение домашних заданий и оформление отчета.	10
10		Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	12
11	Раздел 10. САУ РДТТ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	30
Всего за 8 семестр			74

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				Вопр.Диф.Зач, ЗДЧ	Контр.Р.	ДР	Контр.Р.	Вопр.Диф.Зач, ЗДЧ, Контр.Р.	ДР	Контр.Р.						ДР	Вопр.Диф.Зач, ЗДЧ, диф. зач.
8				Вопр.Диф.Зач		ДР		Вопр.Диф.Зач	ДР	ДЗ					ДЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ЗДЧ – задачи;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- задачи;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления. СПб.: Политехника, 2003, 135 экз.
2. А. Я. Соляр. . Автоматика жидкостного ракетного двигателя. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. В. Ю. Шишмарёв. . Теория автоматического управления. М.: Академия, 2012, 12 экз.
5. В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
6. И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
7. Ю. И. Васютин, И. А. Смирнов, Д. А. Ягодников. Агрегаты регулирования жидкостных ракетных двигательных установок. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

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.

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.

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 **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с базовой теорией автоматического управления, принципами работы устройств автоматики ЖРД, статическими и динамическими характеристиками ЖРД и их элементов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- задачи;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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. Введение.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (1) В. Ю. Шишмарёв. . Теория автоматического управления: М.: Академия, 2012 (Введение)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (4) А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (2,3)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Воздействия на САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (2)	7
Итого по разделу 3		7
Раздел 4. Устойчивость САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (6)	6
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (7) А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (7, 8)	8
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Нелинейные САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (11)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Дискретные САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по	И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова,	7

рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	2007 (1)	
Итого по разделу 7		7
Раздел 8. Задачи автоматики и регулирования ЖРД.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	А. Я. Соляр. . Автоматика жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	22
Итого по разделу 8		22
Раздел 9. Требования к процессам САУ двигательных установок.		
Выполнение домашних заданий и оформление отчета.	А. Я. Соляр. . Автоматика жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1, 3)	10
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	Ю. И. Васютин, И. А. Смирнов, Д. А. Ягодников. Агрегаты регулирования жидкостных ракетных двигательных установок: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (2)	12
Итого по разделу 9		22
Раздел 10. САУ РДТТ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1, 22)	30
Итого по разделу 10		30

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- контрольная работа;
- задачи;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет;
- дифференцированный зачет.

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.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы формулируются в тестовой форме. Оценивается верный ответ.

Вопросы представлены в УМК дисциплины.

Контрольная работа

В течение 7-го семестра предполагается 4 контрольные работы. Каждая контрольная оценивается в 15 баллов.

Задачи

Оценивается ход решения задачи и правильность полученных результатов.

Задачи представлены в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию представляется в электронном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета.

Прием отчета проходит в форме проверки отчета преподавателем на предмет соответствия следующим критериям:

- верное задание системы уравнений – 5 баллов;
- верное определение конечного результата – 10 баллов;
- оформление задания в соответствии с шаблоном отчета – 5 баллов.

За каждое задание не более 20 баллов.

Перечень заданий и шаблон отчета входит в состав УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Применяется балльно-рейтинговая система по дисциплине. В течение семестра проводятся диагностические работы, выполняются контрольные работы.

Диф. зачет проводится в виде теста в ЭИОС Moodle, включает в себя теоретические вопросы и решение задач.

Вопросы представлены в УМК по дисциплине.

Баллы переводятся по следующей шкале:

0-51 - не зачтено

51 - 74 - зачтено-удовлетворительно

75-84 - зачтено-хорошо

85+ - зачтено-отлично

Дифференцированный зачет

Предусматривается два сценария проведения дифференцированного зачета.

1. Дифференцированный зачет выставляется по количеству баллов, заработанными обучающимся в течении семестра. Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение домашних заданий и практического задания.

Критерии оценивания:

менее 51 балла - не зачтено;

51 - 74 балла - зачтено-удовлетворительно;

75 - 84 балла - зачтено-хорошо;

85 и более баллов - зачтено-отлично.

2. Дифференцированный зачёт проводится в форме устного ответа студента на три вопроса по тематике дисциплины.

Критерии оценивания:

отсутствие ответа на все вопросы - не зачтено;

развернутый ответ хотя бы на один вопрос - удовлетворительно;

развернутый ответ хотя бы на два вопроса - зачтено-хорошо;

развернутый ответ на все три вопроса - зачтено-отлично.

Вопросы представлены в УМК дисциплины

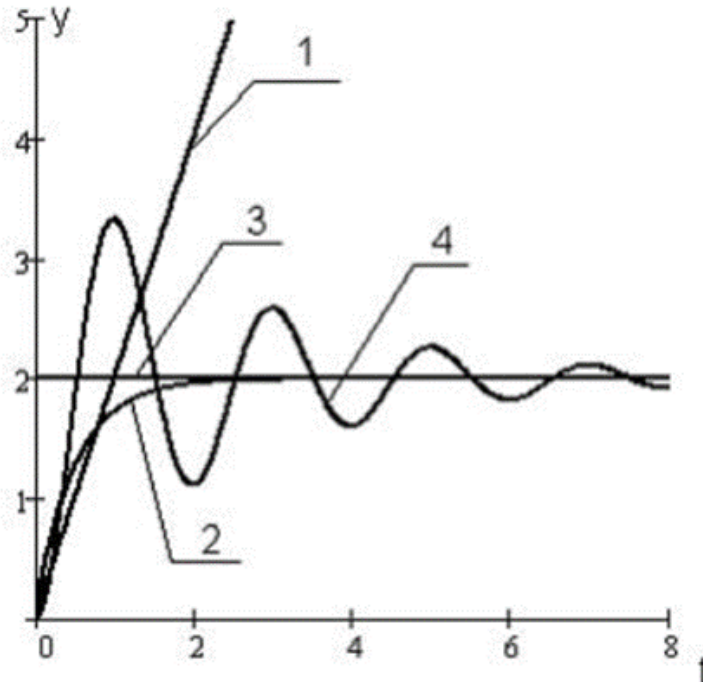
Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2	ОПК-5	
4	7	Раздел 1. Введение.	7	4	4	0	3	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.	25	21	6	15	4	20	20	Задачи, Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
4	7	Раздел 3. Воздействия на САУ.	16	9	2	7	7	5	5	Задачи, Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
4	7	Раздел 4. Устойчивость САУ.	21	15	10	5	6	10	10	Задачи, Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
4	7	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.	12	4	2	2	8	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 6. Нелинейные САУ.	9	4	4	0	5	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 7. Дискретные САУ.	18	11	6	5	7	5	5	Задачи, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	60	60	
4	8	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования ЖРД.	36	14	8	6	22	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 9. Требования к процессам САУ двигательных установок.	40	18	7	11	22	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
4	8	Раздел 10. САУ РДТТ.	32	2	2	0	30	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	40	40	
Всего по дисциплине			216	102	51	51	114	100	100	

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Было проведено программное моделирование переходных процессов реакции САУ ракетного двигателя на внешнее возмущение.



Установите соответствие номера переходного процесса и характеристики САУ.

А - устойчивая система, продолжительность переходного процесса 3,5 секунды

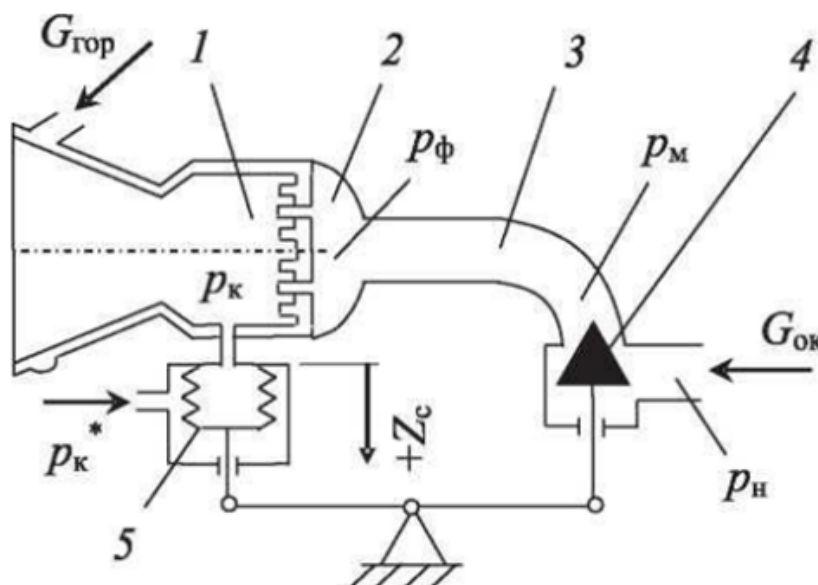
Б - неустойчивая система

В - устойчивая система, постоянное воздействие

Г - устойчивая система, наибольшая длительность процесса

Д - неустойчивая система, наибольшая длительность процесса

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
На рисунке приведена САУ давлением в камере сгорания ЖРД:

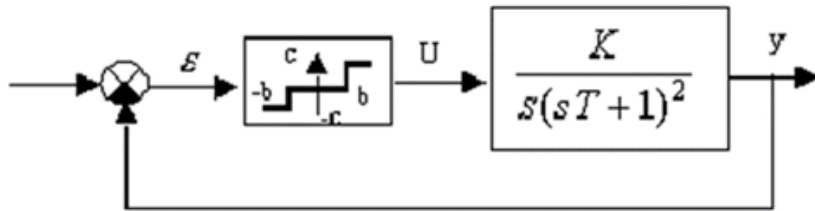


где 1 - КС; 2 - форсуночная головка КС; 3 - трубопровод магистрали окислителя; 4 - дроссельный клапан; 5 - сильфонный датчик; p_k^* , p_k - программное и фактическое значения давления в КС; $p_{ф}$ - давление перед форсунками; p_m - давление за клапаном; p_n - давление за насосом

Какой из перечисленных элементов является исполнительным элементом данной САУ?

- 1 – форсуночная головка;
- 2 – КС;
- 3 – дроссельный клапан;
- 4 – сильфонный датчик.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Часть системы автоматического регулирования ЖРД описывается структурной схемой:



Охарактеризуйте систему с точки зрения вида уравнений, описывающих поведение системы, моделирующих реальные устройства.

- 1 – нелинейная;
- 2 – апериодическая;
- 3 – колебательная;
- 4 – линейная усилительная.

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
При моделировании устройств автоматического управления реальный объект заменяется математической моделью, имеющей вид передаточной функции. Как должны соотноситься полиномы числителя и полиному знаменателя для физической реализуемости передаточной функции и возможности её программного моделирования средствами информационных технологий?

- 1 - строго равны;
- 2 - степень полинома числителя должна быть строго меньше степени полинома знаменателя;
- 3 - степень полинома числителя должна быть строго больше степени полинома знаменателя;
- 4 - степень полинома числителя должна быть меньше или равна степени полинома знаменателя.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объясните, почему для управления процессом подачи топлива в ЖРД предпочтительно использовать ПИД-регуляторы, и каким образом настройка каждого из трех звеньев влияет на динамические характеристики системы.

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Система управления ЖРД должна функционировать в условиях частичного отказа одного из каналов измерения давления. Предложите принцип построения отказоустойчивой структуры системы регулирования, обеспечивающей продолжение работы с допустимыми отклонениями.

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

При проектировании системы автоматического регулирования ЖРД необходимо правильно соотнести типы регуляторов с их характерными свойствами для выбора оптимальной структуры управления.

- 1. Пропорциональный (P)
- 2. Интегральный (I)
- 3. Дифференциальный (D)
- 4. Робастный регулятор

- А - Обеспечивает быстрое действие, но может иметь установочную ошибку
- Б - Устраняет постоянную установочную ошибку, но снижает быстрое действие
- В - Реагирует на скорость изменения ошибки, снижает перерегулирование
- Г - Совмещает компенсацию установочной ошибки и улучшает динамику
- Д - Сохраняет устойчивость и качество при неопределенностях
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность
Проранжируйте системы по используемому объему рабочей информации от меньшего к большему:
- 1) САУ с замкнутыми цепями настройки корректирующего устройства
 - 2) Следящие САУ
 - 3) Стабилизирующие САУ
 - 4) Игровые системы с набором шаблонных решений
- № 9 Прочитайте текст и установите последовательность
В ходе проектирования системы регулирования расхода топлива в ЖРД выявлена необходимость учёта запаздывания исполнительного механизма. Требуется реализовать метод компенсации этого запаздывания с минимальными потерями устойчивости и точности.
- Действия:
- 1) Смоделировать объект с учётом запаздывания и инерционности
 - 2) Выбрать метод компенсации запаздывания (например, метод предиктора Смита)
 - 3) Внедрить предиктор в структуру обратной связи
 - 4) Провести анализ устойчивости с новым регулятором
 - 5) Осуществить стендовые испытания для верификации корректности модели
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие характеристики регулятора определяют его работу в системе управления ЖРД?
1. Передаточная функция
 2. Общая масса регулятора
 3. Время срабатывания
 4. Мощность электродвигателя
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
В чем преимущество применения ПИД-регуляторов в системах автоматического управления ЖРД?
1. Возможность компенсировать статическую ошибку
 2. Возможность реализовать только пропорциональное управление
 3. Улучшение динамических характеристик системы
 4. Полное исключение внешних возмущений
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных методов позволяют повысить устойчивость системы автоматического регулирования ЖРД?
1. Использование ПИД-регуляторов с антидифференцирующим звеном
 2. Увеличение коэффициента пропорциональной настройки до максимума
 3. Введение фильтров для снижения высокочастотных шумов в датчиках

4. Применение робастных алгоритмов управления

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

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Для обеспечения устойчивости систем автоматического регулирования ЖРД требуется сопоставить методы анализа устойчивости с их характеристиками.

1. Метод корней характеристического уравнения
2. Частотный критерий Найквиста
3. Метод Ляпунова
4. Метод Боде

А - Определение местоположения корней уравнения, влияющих на устойчивость системы

Б - Анализ поведения системы на комплексной частотной плоскости

В - Использование специальной функции для доказательства устойчивости по возрастанию энергии

Г - Построение амплитудно-фазовой характеристики системы для оценки устойчивости

Д - Оценка влияния задержек сигнала на стабильность системы

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Для чего проводится линеаризация математической модели ЖРД?

1. Чтобы упростить визуализацию CAD-модели
2. Для перехода к описанию в частотной области
3. Для расчета массы компонентов
4. Для определения длины трубопроводов

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
В каком случае можно применять линейную модель ЖРД?

1. Только при аварийных режимах
2. При больших отклонениях параметров
3. При малых отклонениях от заданной точки
4. Всегда, независимо от режима

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Для чего используется принцип суперпозиции в моделировании линейных систем?

1. Для уменьшения количества уравнений
2. Для определения устойчивости
3. Для сложения эффектов от различных входов
4. Для устранения шумов в датчиках

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В условиях необходимости моделирования и управления ЖРД с учетом ограничений по максимальному и минимальному расходу топлива опишите подход к построению модели и алгоритма управления, учитывающих эти ограничения.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Для оптимизации переходного процесса в системе управления ЖРД с помощью ПИД-регулятора необходимо выполнить этапы настройки параметров.

Действия:

- 1) Установить коэффициент пропорционального звена
 - 2) Определить интегральный коэффициент для устранения установочной ошибки
 - 3) Настроить дифференциальный коэффициент для снижения перерегулирования
 - 4) Проверить переходный процесс и оценить качество регулирования
 - 5) При необходимости скорректировать параметры для оптимизации
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Объясните, почему при моделировании автоматического регулирования ЖРД важно учитывать нелинейные эффекты и как это отражается на выборе математического аппарата.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
В чем заключается основное преимущество робастных систем управления ЖРД?
1. Способность сохранять устойчивость при широком диапазоне неопределённостей
 2. Полное исключение системных ошибок
 3. Возможность управления без датчиков
 4. Максимальное быстродействие
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие предпосылки используются при линеаризации нелинейной модели?
1. Работа в окрестности точки равновесия
 2. Малость возмущений
 3. Высокие значения переменных
 4. Отсутствие инерции в системе
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных факторов влияют на параметры передаточной функции регулятора в ЖРД?
1. Нелинейные характеристики исполнительного механизма
 2. Время реакции датчиков
 3. Химический состав топлива
 4. Конструкция клапанного узла
- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность
Для внедрения робастного алгоритма управления ЖРД необходимо выполнить последовательность этапов, обеспечивающих корректную работу при неопределённостях.
- Действия:**
- 1) Определить диапазон параметрических неопределённостей объекта
 - 2) Выбрать структуру робастного регулятора
 - 3) Сформировать модель объекта с учетом неопределённостей
 - 4) Провести численное моделирование и анализ устойчивости
 - 5) Внедрить алгоритм в реальную систему и провести испытания
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие
В задаче моделирования динамики ЖРД требуется сопоставить типы математических моделей с их основными характеристиками.
1. Линейная модель
 2. Нелинейная модель

3. Дискретная модель

4. Стохастическая модель

А - Аппроксимация модели вблизи рабочей точки, с постоянными коэффициентами

Б - Учет сложных зависимостей параметров и эффектов, выходящих за рамки малых отклонений

В - Представление системы в виде отдельных временных отсчетов

Г - Включение случайных процессов и шумов в описание системы

Д - Учет временных задержек в передаче сигналов и воздействий