

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
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: 2024

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Русина Алена Андреевна, 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 ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

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 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-5 — способность 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 систем автоматического управления, оценки состояния и параметров;

умения:

Умеет 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 ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** 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: **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 регулирования РДТТ. Возможные способы регулирования тяги РДТТ. Агрегаты автоматики систем регулирования модуля тяги РДУ.	35	9	6	3	26	5	5
4	8	Раздел 9. Характеристики РДТТ. Математическое регулирование рабочих процессов. Уравнение динамики, анализ динамических характеристик. Частотные характеристики.	73	25	11	14	48	35	35
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.	Показатели качества САУ. Корректирующие устройства.	2
11	Раздел 7. Дискретные САУ.	Z-преобразование	5
Всего за 7 семестр			34
12	Раздел 8. Задачи регулирования РДТТ.	Виды регуляторов тяги	3
13	Раздел 9. Характеристики РДТТ.	САР с регулятором прямого действия.	4
14		Регулирования тяги РДТТ, изменением подачи дополнительного компонента.	4
15		Анализ РДТТ с двухконтурной системой управления модулем тяги (гашением)	6
Всего за 8 семестр			17

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.	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 регулирования РДТТ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	26
9	Раздел 9. Характеристики РДТТ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	48

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7	Вопр.Диф.Зач	Вопр.Диф.Зач	Вопр.Диф.Зач	ЗДЧ, Вопр.Диф.Зач	ЗДЧ, Вопр.Диф.Зач, Контр.Р.	ДР	ЗДЧ, Вопр.Диф.Зач	Вопр.Диф.Зач, Контр.Р.	ЗДЧ, Вопр.Диф.Зач	ДР	Вопр.Диф.Зач, Контр.Р.	ЗДЧ, Вопр.Диф.Зач	Во
8						ДР				ДР			

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ЗДЧ – задачи;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Докл – доклад;
- 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;
- доклад.

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. В. Т. Волков, Д. А. Ягодников. . Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007, эл. рес.
3. В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
4. В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
5. И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
6. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение.

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.rflbr.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. Проектор;
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 ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** 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 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 способность 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 методами и алгоритмами работы устройств автоматики и регулирования ракетных двигателей, работающих на твердом топливе.

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;
- доклад.

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.	В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (Введение) А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (1)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	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.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (7,8) В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (7)	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, 2020 (11)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Дискретные САУ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1)	7
Итого по разделу 7		7
Раздел 8. Задачи регулирования РДТТ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	В. Т. Волков, Д. А. Ягодников. . Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (1-2) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (2)	26
Итого по разделу 8		26
Раздел 9. Характеристики РДТТ.		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (6)	48
Итого по разделу 9		48

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;
- доклад;
- 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 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.

Доклад

В течение семестра предполагается 1 доклад на свободную тему (тематике устройств автоматики и регулирования ЖРД. Доклад оценивается в 30 баллов.

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

Применяется балльно-рейтинговая система по дисциплине. В течение семестра проводятся диагностические работы, выполняется доклад.

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

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

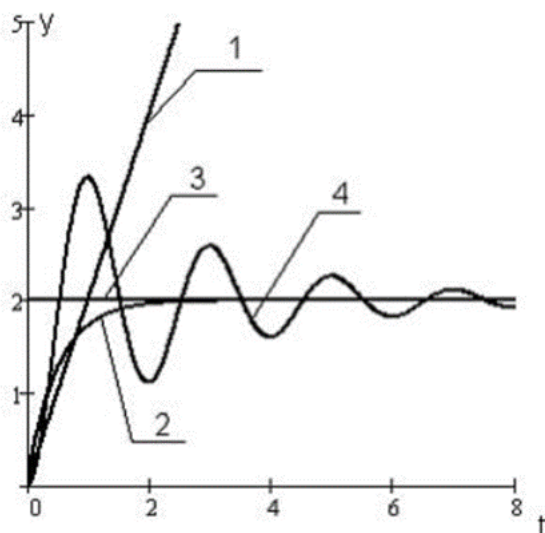
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2	ОПК-5	
4	7	Раздел 1. Введение.	7	4	4	0	3	5	5	Вопросы к дифференцированному 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	Вопросы к дифференцированному зачету, Задачи, 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	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	60	60	
4	8	Раздел 8. Задачи регулирования РДТТ.	35	9	6	3	26	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 9. Характеристики РДТТ.	73	25	11	14	48	35	35	Вопросы к дифференцированному зачету, Доклад
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	40	40	
Всего по дисциплине			216	102	51	51	114	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-2

Вопросы открытого типа:

- № 1 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?
- № 2 Устойчивость САУ определяется способностью системы сохранять стабильность и поддерживать заданный режим работы при различных внешних воздействиях и возмущениях. С точки зрения передаточной функции, описывающей процессы в системе, для оценки устойчивости рассматривается...
- продолжите утверждение
- № 3 Устойчивость может быть обеспечена различными методами, такими как использование обратных связей, корректировка параметров системы и применение современных методов управления, таких как адаптивное управление и робастное управление. Алгоритм, который реагирует на разницу между заданным и текущим значениями переменной процесса, увеличивая или уменьшая управляющее воздействие пропорционально этой разнице, учитывает общую сумму этих отклонений с течением времени, что позволяет регулятору компенсировать накопленные ошибки и стабилизировать процесс, а также нивелирует возникающую статическую ошибку, называется...
- продолжите утверждение
- № 4 При компьютерном моделировании САУ ракетного двигателя для представления входного воздействия системы, которое возникает внезапно в определенный момент времени моделирования и далее продолжает воздействовать на систему, например, моделируя процесс включения в работу какого-либо устройства, в теории автоматического управления используется ...
- продолжите утверждение
- № 5 Было проведено программное моделирование переходных процессов реакции САУ ракетного двигателя на внешнее возмущение.

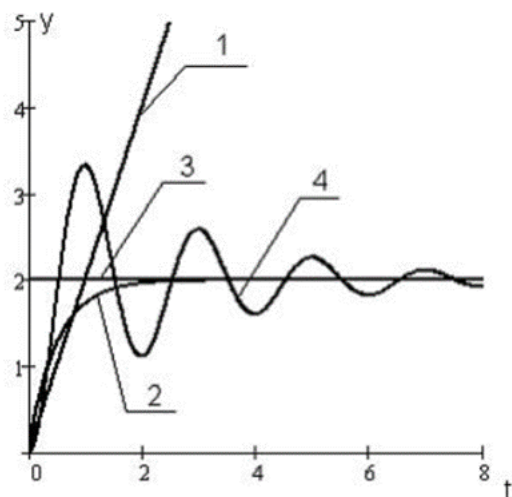


Было проведено программное моделирование переходных процессов реакции САУ ракетного двигателя на внешнее возмущение.

Среди переходных процессов РД, приведенных на графиках, при соблюдении условия устойчивости системы, наибольшую длительность переходного процесса имеет процесс №...

Длительность переходного процесса - ... с

- Укажите номер верного графика, его продолжительность и поясните ответ.
- № 6 Было проведено программное моделирование переходных процессов реакции САУ ракетного двигателя на внешнее возмущение.



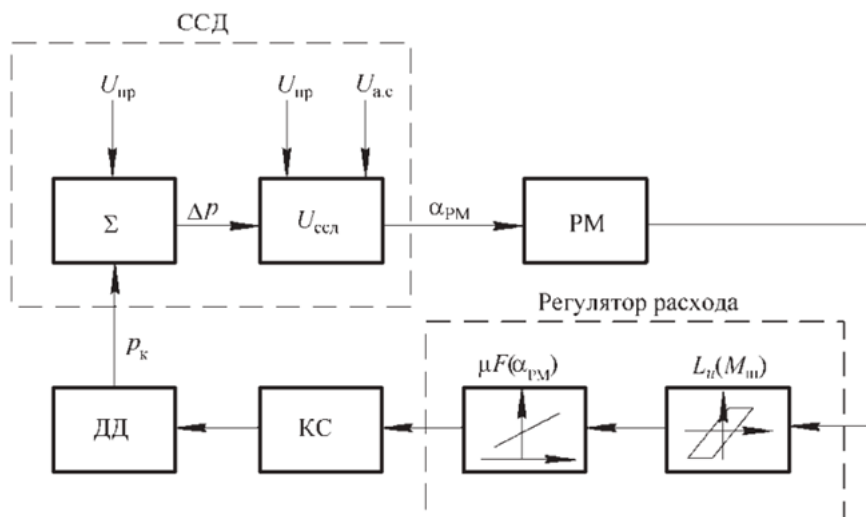
Было проведено программное моделирование переходных процессов реакции САУ ракетного двигателя на внешнее возмущение.

Среди переходных процессов четырех РД, приведенных на графиках, в результате испытаний который двигатель продемонстрировал неудовлетворительную работу, которая с высокой степенью вероятности привела к его разрушению. Какой график соответствует этому случаю?

Поясните свой ответ

№ 7

Структурная схема твердотопливной ракетной двигательной установки имеет маршевый (повышенный) и управляющий (пониженный) режимы работы. ДУ должна создавать силы и моменты, обеспечивающие управление по каналам тангажа, рыскания и крена при компенсации ошибок выведения маршевых ступеней и построении боевых порядков при разведении оснащения боевой ступени.



На схеме КС — камера сгорания; ДД — датчик давления; ССД — система стабилизации давления; РМ — рулевая машина

С точки зрения применяемых средств оценки устойчивости таких систем в области теории автоматического управления, каким критерием необходимо воспользоваться и почему?

№ 8

Одним из методов регулирования РДТТ является способ теплового ножа, предполагающий повышение теплового потока посредством изменения начальной температуры заряда в месте теплоподвода, что приводит в итоге к увеличению скорости горения, а соответственно и величины поверхности горения. Физически тепловой представляет собой ...

продолжите фразу

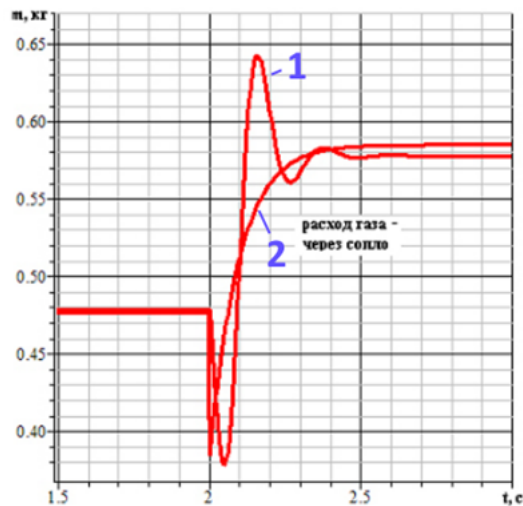
№ 9

Задачами САУ РДТТ являются решение задач: стабилизации, программного управления, адаптивного программного и командного управления тягой или расходом топлива РДУ. Эти задачи сводятся к применению двух принципиально различных групп способов управления процессами работы РДТТ: И

впишите недостающие понятия

№ 10

Представлены переходные характеристики изменения газоприхода в камеру сгорания при изменении критического сечения сопла при применении способа регулирования РДТТ с центральным телом в критическом сечении сопла с учетом исполнительного механизма (2) и без него (1):



Целесообразно ли применение механизма по показателям перерегулирования системы и времени регулирования? Обоснуйте ответ

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Для моделирования систем автоматического регулирования линейную стационарную систему автоматического регулирования считают полностью управляемой, если:

выберите верный вариант ответа

- из любого начального состояния ее можно перевести в конечное состояние при помощи входного сигнала в течение конечного интервала времени
- любое воздействие приводит к непосредственному отклонению органов автоматики и регулирования
- из любого состояния ее можно перевести в начальное состояние при помощи задающего сигнала в течение конечного интервала времени
- вся система поддается контролю и реагирует на сигналы управления

№ 2 Проранжируйте системы по используемому объему рабочей информации от меньшего к большему:

А - САУ с замкнутыми цепями настройки корректирующего устройства

Б - Следящие САУ

В - Стабилизирующие САУ

№ 3 Г - Игровые системы с набором шаблонных решений
Для моделирования систем автоматического регулирования линейную стационарную систему автоматического регулирования считают полностью управляемой, если:

выберите верный вариант ответа

- из любого начального состояния ее можно перевести в конечное состояние при помощи входного сигнала в течение конечного интервала времени
- любое воздействие приводит к непосредственному отклонению органов автоматики и регулирования
- из любого состояния ее можно перевести в начальное состояние при помощи задающего сигнала в течение конечного интервала времени
- вся система поддается контролю и реагирует на сигналы управления

№ 4 Автоматический поиск оптимальных режимов работы осуществляется в процессе динамического программирования, при поэтапном решении задачи выбора оптимального варианта. Системы, использующие такую технологию работы, относятся к классу... систем.

выберите верный вариант ответа

- самооптимизирующихся
- экстремальных
- игровых
- регуляторных

№ 5 Выделите способы регулирования РДТТ и, соответственно, объекты и средства регулирования САУ:

выберите верные варианты ответа

- Изменение площади критического сечения сопла
- Регулирование расхода продуктов сгорания из сопла
- Изменение давления в камере сгорания (подвод/стравливание)
- Регулирование скорости горения
- Изменение площади поверхности горения
- Изменение площади выходного сечения сопла
- Изменение скорости вращения ТНА

№ 6 Какое влияние при регулировании РДТТ оказывает изменение площади горения топлива гидравлическим способом?

выберите верный вариант ответа

- влияние на газоприток и давление в камере сгорания
- влияние на тепло- и эрозионно напряженность критического сечения сопла
- влияние на изменение площади критического сечения
- влияние на возникновение вторичной газовой струи

№ 7 В случае регулирования РДТТ гидравлическим способом путем слива жидкости из каналов в заряде твердого топлива тяга определяется:

выберите верный вариант ответа

- параметрами центрального тела с гидравлическим приводом
- смещением точки вдува в расширяющуюся часть сопла
- начальной температурой заряда в месте теплоподвода
- скоростью вытеснения жидкости из каналов

№ 8 Схема регулирования РДТТ с использованием теплового ножа предполагает:

выберите верный вариант ответа

- локальное увеличение теплового потока в теле заряда
- отсечение части поверхности горения
- ввод дополнительного тела в объем камеры сгорания
- изменение площади критического сечения сопла

№ 9 С точки зрения качества процесса регулирования двигателя с гидрорегулированием обладают недостатками:

выберите верные варианты ответа

- большое время переходных процессов
- возможность после прекращения горения самопроизвольного воспламенения заряда
- поверхность горения зарядов должна быть только торцевой
- значительные забросы давления на переходных режимах
- существенная величина ошибки на установившемся режиме
- очень быстрый выход на режим
- возможность после прекращения горения самопроизвольного воспламенения заряда
- поверхность горения зарядов должна быть только торцевой
- используются низкотемпературные топлива, температура пограничного слоя которых ограничивается стойкостью решетки теплового ножа

№ 10 САУ РДТТ будет астатической по возмущающему воздействию или управляющему воздействию, если

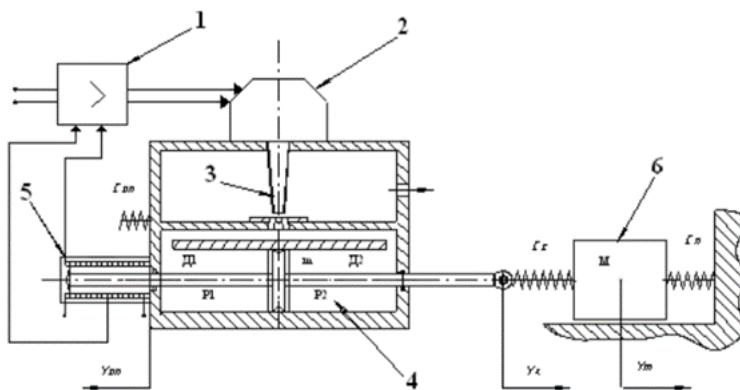
выберите один ответ

- при воздействии возмущающего или управляющего воздействия переменной величины отклонение регулируемой величины стремится к const, при этом зависит от величины приложенного воздействия
- при воздействии возмущающего или управляющего воздействия постоянной величины отклонение регулируемой величины стремится к нулю и не зависит от величины приложенного воздействия
- при стремлении возмущающего или управляющего воздействия к нулю отклонение регулируемой величины стремится к постоянному значению и не зависит от величины приложенного воздействия
- при стремлении возмущающего или управляющего воздействия к постоянной величине их разница между собой стремится к нулю

ОПК-5

Вопросы открытого типа:

№ 1 При регулировании внутрикамерного давления посредством изменения площади критического сечения сопла с помощью исполнительного механизма в виде струйной электро-гидравлической рулевой машины:

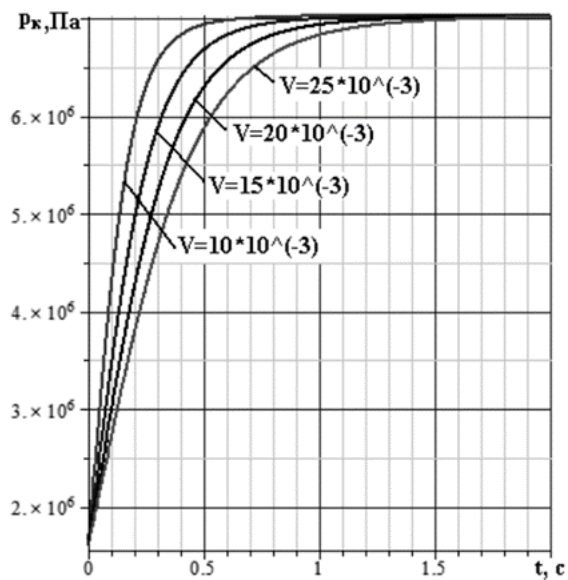


1 – УСО; 2 – ЭМП; 3 – СГУ (струйный гидроусилитель типа «сопло-заслонка»); 4 – ГЦ (гидроцилиндр); 5 – ПОС (потенциометрический ДОС положению); 6 – внешняя нагрузка

По виду используемой энергии такой регулятор относится к...

Обоснуйте ответ

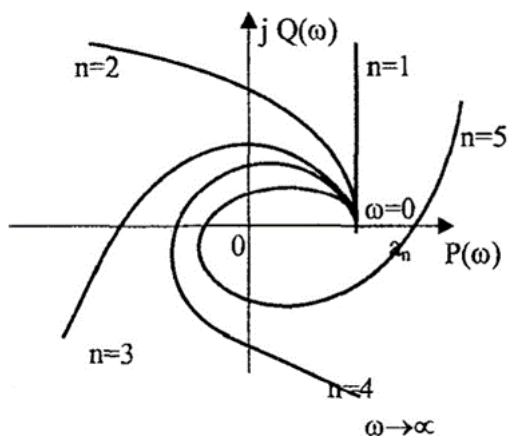
№ 2 Получены переходные характеристики САУ давлением РДТТ в зависимости от начального свободного объема камеры сгорания V на внутрикамерное давление:



Как выбрать необходимый свободный объем при условии обеспечения минимума времени регулирования и длительности работы ДУ?
 № 3 Подсистема регулирования датчика ЖРД представлена передаточной функцией вида:

$$\frac{s^2 + 5}{8s^3 + 3s^2 + 87}$$

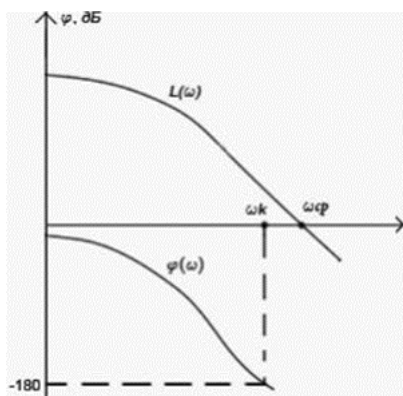
Было проведено математическое моделирование и получен годограф Михайлова для оценки свойств устойчивости системы.



Какой график годографа Михайлова соответствует условию устойчивости данной подсистемы? Поясните ответ
 № 4



По представленной переходной характеристике ЖРД можно выделить такие показатели качества регулирования как...
 № 5 При моделировании системы автоматического управления ЖРД были получены логарифмическая амплитудная и фазовая частотная характеристики двигателя, не охваченного обратными связями (разомкнутой системы):



Согласно критерию Найквиста, ЖРД с использованием информации о состоянии объекта в виде обратной связи (замкнутая система) является.

поясните ответ

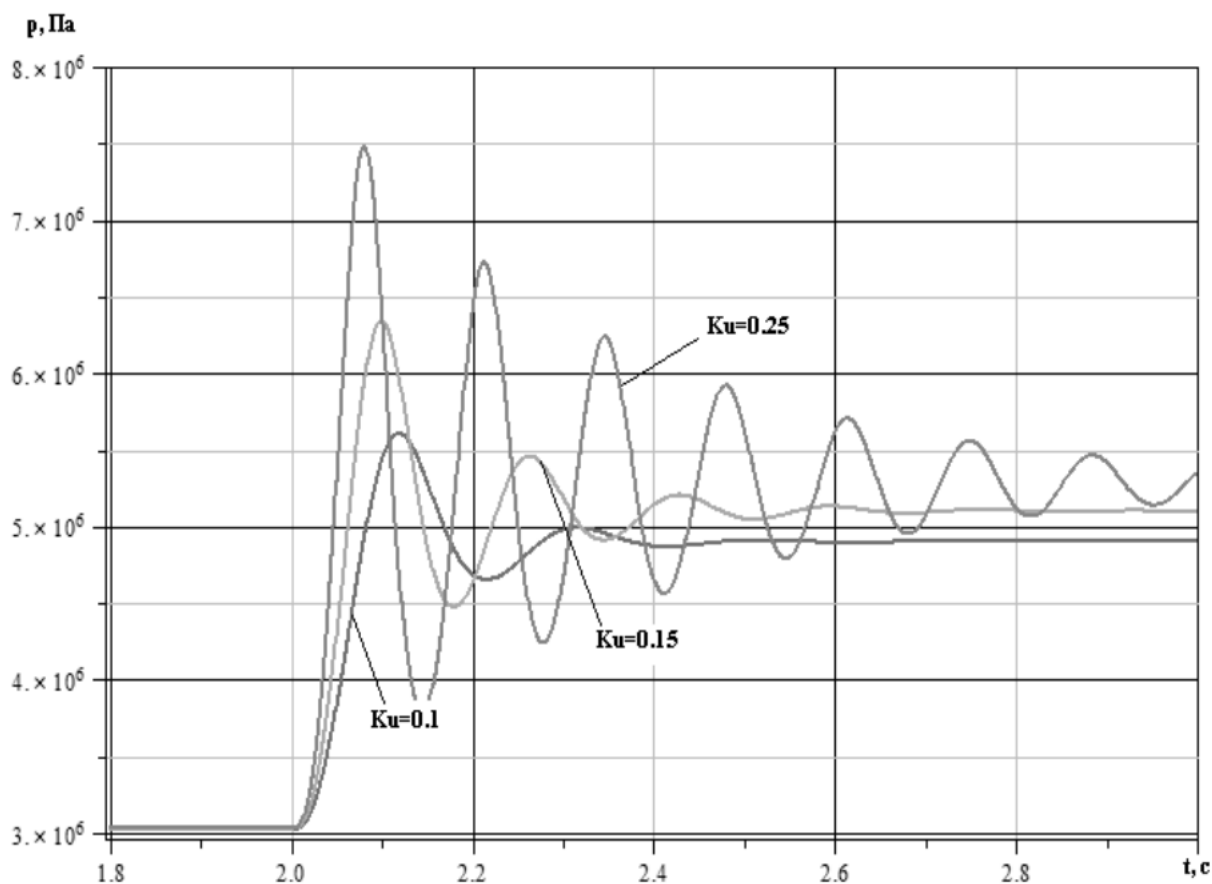
№ 6 Источником энергии, необходимой для работы ракетной двигательной установки является твердое топливо. Совокупность требований, предъявляемых к нему, формируется в соответствии с необходимостью создания РДУ с высокой надежностью, минимальными массогабаритными характеристиками и высокими динамическими показателями.

К чему приводят с точки зрения дальности высокие удельные характеристики топлива?

№ 7 Правильный выбор твердого топлива, обладающего определенным показателем v , влияющим на скорость горения, в случае степенного закона горения и, соответственно, на внутрикамерное давление, как основной параметр, является немаловажным определяющим фактором работы РД

В чем особенности работы и моделирования гомогенных и гетерогенных топлив с точки зрения скорости горения и импульсных характеристик

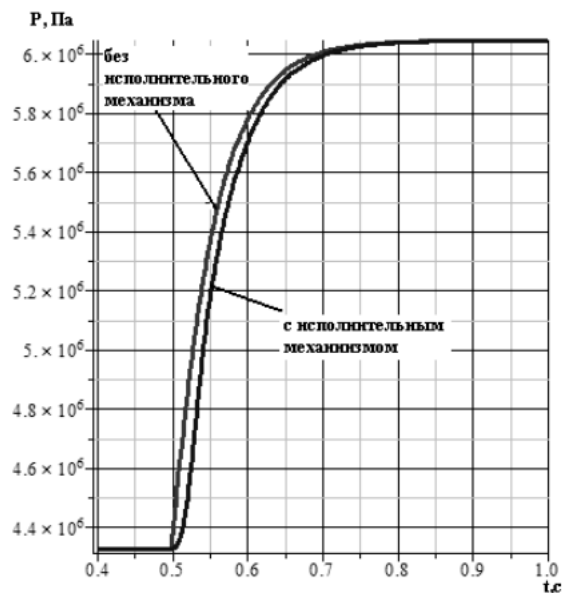
№ 8



На рисунке показано как система поддержания постоянного давления отрабатывает возмущающее воздействие. Рассмотрено «нейтральное» горение, дающее постоянную или приблизительно постоянную площадь поверхности горения во времени. В момент времени $t = 2$ сек. ступенчато изменяется площадь поверхности горения, в результате чего происходит скачок давления в камере сгорания. Гидроавтоматика отрабатывает за давления увеличением площади критического сечения сопла.

Какой коэффициент усиления задающего сигнала предпочтительнее использовать и почему?

№ 9

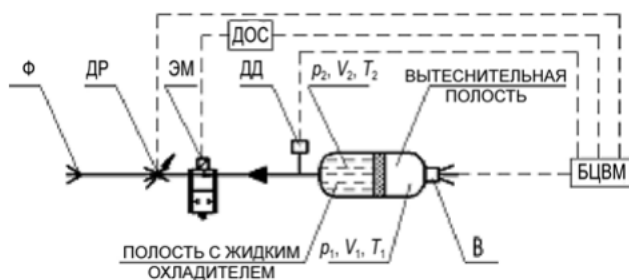


Электрогидравлическая подсистема управления площадью поверхности горения состоит из камеры сгорания, заряда твердого топлива с выполненным в нем каналом и заполненным жидкостью, поршня, исполнительного элемента представленного регулятором расхода и датчиком расхода жидкости из канала.

На рисунке показано влияние инерционности исполнительного механизма на рост давления в камере сгорания при увеличении площади проходного сечения дросселя. Перемещение клапана золотника занимает определенное время, что приводит к незначительному запаздыванию переходного процесса, в отличие от модели без исполнительного механизма.

Что предпочтительнее использовать? (модель с исполнительным механизмом или без исполнительного механизма) Обоснуйте ответ, в том числе точки зрения надежности

№ 10 Опишите возможную последовательность работы подсистемы гашения заряда твердого топлива, представленной на рис.:



ЭМ – электромагнитный клапан, Ф – форсунка, ДР – дроссель, БЦВМ – бортовая цифровая вычислительная машина, ДОС – датчик обратной связи, ДД – датчик давления; В – воспламенитель

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Уточните тип регулятора с точки зрения ошибки регулирования по переходным характеристикам:

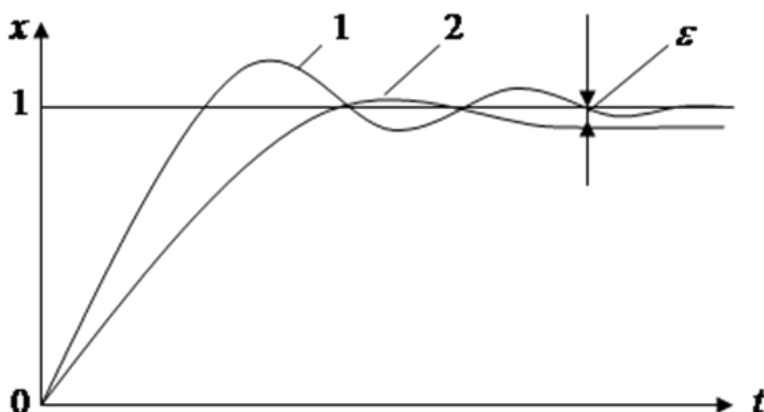


График №1

График №2

А Статический регулятор

Б Астатический регулятор

В Изотропный регулятор

Г ПИД-регулятор
№ 2 Соотнесите регулятор и характеристику качества переходного процесса

- 1 - Статический регулятор
- 2 - Астатический регулятор

А - перерегулирование

Б - забросы параметров

В - плавный ПП

Г – собственные устойчивые колебания в пределах диапазона 3 сигма

№ 3 Какой параметр системы автоматики при использовании РДУ с гидрорегулированием является в настоящий момент качественно нерешаемым?
выберите верный вариант ответа

- колебательность переходных процессов
- продолжительное время переходных процессов
- задержка реакции на воздействие
- необходимость построения схемы с косвенным регулятором

№ 4 Впрыск горящей жидкости (хладагента) в камеру сгорания ракетного двигателя твердого топлива на сегодняшний день является одним из наиболее подходящих способов отсечки тяги. В чем преимущества такого способа?

выберите верные варианты ответа

- уменьшенное возмущающее воздействие на ЛА
- статический характер переходных процессов
- отсутствие дополнительного влияния тепловых потоков на элементы ЛА в процессе отсечки
- устранение перерегулирования величины давления в камере сгорания
- возможность повторного запуска ДУ

№ 5 Впрыск горящей жидкости (хладагента) в камеру сгорания ракетного двигателя твердого топлива вызывает:

выберите верный вариант ответа

- падение давления в камере сгорания
- рост температуры в камере сгорания
- перерегулирование процессов в пневмогидравлической системе РДТТ
- дополнительный подвод тепла к горячей поверхности

№ 6 Для создания эффективных САУ РДТТ целесообразно выбирать в качестве регулируемых переменных:

выберите верные варианты ответа

- давление в камере сгорания
- расход жидкости из гидросистемы охлаждения
- объем бака охладителя
- скорость горения (охлаждения) твердого топлива
- начальная температура заряда твердого топлива
- площадь критического сечения сопла

№ 7 Для некоторых типов РДТТ возможно предстартовое регулирование. В чем оно заключается?

выберите верный вариант ответа

- подогрев/охлаждение топлива до определенной температуры
- изменение площади критического сечения сопла
- заблаговременное введение порошкового хладагента
- демонтаж теплового ножа

№ 8 При построении САУ РДТТ наиболее перспективный способ, позволяющий достичь большую глубину регулирования модуля тяги, является комбинированная электрогидравлическая схема управления, оснащенная несколькими подсистемами регулирования.

Что представляет собой показатель глубины регулирования?

выберите верный вариант ответа

- точность поддержания тяги по отношению к заданной
- отношение максимальной скорости к минимальной
- длина направляющей центрального тела
- глубина вдува хладагента

№ 9 При регулировании РДТТ с помощью теплового ножа, какие ограничения накладываются на ДУ?

выберите верные варианты ответа

- используются низкотемпературные топлива, температура пограничного слоя которых ограничивается стойкостью решетки теплового ножа
- возможность неустойчивой работы ракетной двигательной установки, обусловленной специфическими условиями поджигания ТТ в тонких каналах
- необходимость наличия на борту ЛА больших по массе и объему источников электроэнергии
- большие значения массогабаритных характеристик из-за наличия теплового ножа и привода его прижатия

№ 10 При регулировании РДТТ с помощью теплового ножа, какие ограничения накладываются на режим горения твердого топлива?

выберите верный вариант ответа

- необходимо обеспечивать ввод д вторичной инертной массы
- необходимо воздействовать на топливную массу физическими полями, приводящим к разогреву топлива на толще
- возможна реализация только при торцевом горении
- возможно создать разность давлений управляющего и питающего потока газов в камере