

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
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	
5	9	2	72	68	34	0	34	4	0	0	4	диф. зач.  экз.
5	10	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	
ВСЕГО		5	180	102	51	0	51	78	0	0	78	

*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 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 АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ**

### **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-1.5 — Способен разрабатывать схемы управления простыми системами

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.5**

*знания:*

Теория систем управления;;

Знает как оценить качество процесса управления типового динамического звена - узла ДУ;;

*умения:*

Умеет определять параметры и проверять на устойчивость схемы управления;;

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

*навыки:*

Способен определить тип двигателя и регулируемые параметры;;

Способен предварительно оценить законы управления;;

Способен определить количество и типа датчиков системы автоматического управления с учетом их резервирования;;

Способен определить требования к резервированию основных функций;;

Способен разработать структурную схему системы управления;;

Способен определить требования к простой системе;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ** 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 5 з.е., 180 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.5
5	9	Раздел 1. Общие принципы теории автоматического управления. Принципы управления.	8.5	8	8	0	0.5	5
5	9	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.	27.5	27	6	21	0.5	10
5	9	Раздел 3. Воздействия на САУ. Типовые входные воздействия. Характеристики звеньев (временные, частотные).	9.5	9	2	7	0.5	5
5	9	Раздел 4. Устойчивость САУ. Управляемость и наблюдаемость, алгебраические и частотные критерии устойчивости, запас устойчивости систем.	15.5	15	10	5	0.5	10
5	9	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления. Показатели качества САУ. Корректирующие устройства.	2.5	2	2	0	0.5	10
5	9	Раздел 6. Нелинейные и дискретные САУ. Математические модели нелинейных элементов. Устойчивость нелинейных систем. Понятие дискретной САУ. Модуляция, квантование. Устойчивость дискретных САУ.	8.5	7	6	1	1.5	5
Всего за 9 семестр			72	68	34	34	4	45
5	10	Раздел 7. Требования к процессам САУ двигателных установок. Требования к качеству переходных процессов. Требования к динамическим процессам, частотным характеристикам.	51	14	8	6	37	25
5	10	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования авиационных двигателей и энергетических установок. Особенности двигателей как объектов регулирования. Статические и динамические характеристики. Состав систем управления и регулирования. Классификация задач управления движением ЛА и методов управления тягой. Регуляторы.	57	20	9	11	37	30
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	55
Всего по дисциплине			180	102	51	51	78	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	3
2		Получение передаточных функций систем, представленных в виде входного и выходного сигнала	5
3		Преобразование структурных схем с двумя входными воздействиями	4
4		Получение передаточных функций систем, представленных в виде уравнения состояния	5
5		Преобразование структурных схем с одним входным воздействием	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 6. Нелинейные и дискретные САУ.	Z-преобразование	1
Всего за 9 семестр			34
11	Раздел 7. Требования к процессам САУ двигателных установок.	Ограничения, накладываемые на частотные характеристики САУ двигателей	6
12	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования авиационных двигателей и энергетических установок.	Состав и принципы работы САУ ГТД	11
Всего за 10 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие принципы теории автоматического управления.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	0.5
2	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	0.5
3	Раздел 3. Воздействия на САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	0.5
4	Раздел 4. Устойчивость САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	0.5
5	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	0.5
6	Раздел 6. Нелинейные и дискретные САУ.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	1.5
Всего за 9 семестр			4
7	Раздел 7. Требования к процессам САУ двигателных установок.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	37
8	Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования авиационных двигателей и энергетических установок.	Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	37

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ЗДЧ – задачи;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Докл – доклад;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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;
- вопросы к экзамену;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

## 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. В. Ю. Шишмарёв. . Теория автоматического управления. М.: Академия, 2012, 12 экз.
4. В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
5. И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
6. Ю. И. Васютин, И. А. Смирнов, Д. А. Ягодников. . Агрегаты регулирования жидкостных ракетных двигательных установок. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. 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.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](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 **АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ** 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*:

ПСК-1.5 Способен разрабатывать схемы управления простыми системами.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы устройств автоматики двигателей, статическими и динамическими характеристиками их элементов, описанием элементов автоматики в пространстве состояний.

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;
- вопросы к экзамену;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**78 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 78 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.
<b>Раздел 1. Общие принципы теории автоматического управления.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	В. Ю. Шишмарёв. . Теория автоматического управления: М.: Академия, 2012 (Введение, 1-4) А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (2, 3)	0.5
Итого по разделу 1		0.5
<b>Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.</b>		
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)	0.5
Итого по разделу 2		0.5
<b>Раздел 3. Воздействия на САУ.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (2)	0.5
Итого по разделу 3		0.5
<b>Раздел 4. Устойчивость САУ.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе. Самостоятельное решение типовых задач.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (6)	0.5
Итого по разделу 4		0.5
<b>Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (7, 8) В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (7)	0.5
Итого по разделу 5		0.5
<b>Раздел 6. Нелинейные и дискретные САУ.</b>		
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) В. Ю. Шишмарёв. . Основы автоматического управления: Москва: Юрайт, 2021 (11)	1.5
Итого по разделу 6		1.5
<b>Раздел 7. Требования к процессам САУ двигательных установок.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	А. Я. Соляр. . Автоматика жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,3) Ю. И. Васютин, И. А. Смирнов, Д. А. Ягодников. . Агрегаты регулирования жидкостных ракетных двигательных установок: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (2)	37
Итого по разделу 7		37
<b>Раздел 8. Задачи автоматизации и регулирования авиационных двигателей и энергетических установок.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе.	А. Я. Соляр. . Автоматика жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	37
Итого по разделу 8		37

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- задачи;
- контрольная работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену;
- доклад;
- дифференцированный 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.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы формулируются в тестовой форме. Оценивается верный ответ.

#### Задачи

Оценивается ход решения задачи и правильность полученных результатов.

#### Контрольная работа

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

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

ПЗ предполагает групповое задание по подгруппам по моделированию устройств автоматики с последующей защитой и индивидуальным собеседованием по результатам проделанной работы. ПЗ оценивается в 30 баллов.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы формулируются в тестовой форме. Оценивается верный ответ.

#### Доклад

В течение семестра предполагается 1 доклад на свободную тему (тему выбирает обучающийся) по 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

#### Экзамен

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

Экзамен 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 - неудовлетворительно

51 - 74 - удовлетворительно

75-84 - хорошо

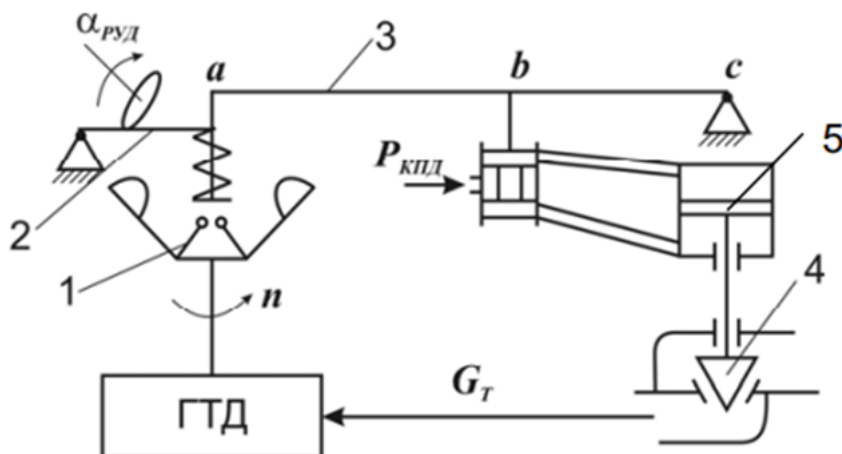
85+ - отлично

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		ПСК-1.5	
5	9	Раздел 1. Общие принципы теории автоматического управления.	8.5	8	8	0	0.5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 2. Общие принципы построения линейных САУ.	27.5	27	6	21	0.5	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Задачи, Контрольная работа
5	9	Раздел 3. Воздействия на САУ.	9.5	9	2	7	0.5	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Задачи, Контрольная работа
5	9	Раздел 4. Устойчивость САУ.	15.5	15	10	5	0.5	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Задачи, Контрольная работа
5	9	Раздел 5. Раздел 5. Качество систем управления.	2.5	2	2	0	0.5	10	Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 6. Нелинейные и дискретные САУ.	8.5	7	6	1	1.5	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Задачи
Всего за 9 семестр			72	68	34	34	4	45	
5	10	Раздел 7. Требования к процессам САУ двигательных установок.	51	14	8	6	37	25	Вопросы к экзамену, Вопросы/задания по темам ПЗ
5	10	Раздел 8. Задачи автоматики и регулирования авиационных двигателей и энергетических установок.	57	20	9	11	37	30	Вопросы к экзамену, Вопросы/задания по темам ПЗ, Доклад
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	55	
Всего по дисциплине			180	102	51	51	78	100	

ПСК-1.5 - Способен разрабатывать схемы управления простыми системами

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Конструктивно двигатель выполнен с САУ с астатическим регулятором непрямого действия:



1- чувствительный элемент, 2 – задающее устройство, 3 – рычаг, 4 – топливный кран, 5 – гидравлический усилитель

Охарактеризуйте преимущества и недостатки переходного процесса такого регулятора с точки зрения точности и скорости регулирования?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите регулирующие и регулируемые факторы для турбореактивного двигателя с регулируемым соплом и форсажной камерой:

- 1 температура газов в форсажной камере
- 2 расход топлива в форсажную камеру
- 3 площадь горла сопла
- 4 расход топлива в камеру сгорания
- 5 частота вращения ротора

А - регулируемый параметр

Б - регулирующий параметр

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Выделяют несколько укрупненных принципов устройства систем управления и автоматики, отличающихся сложностью структуры, надёжностью, точностью работы. Охарактеризуйте каждый принцип:

1. Разомкнутое управление
2. Управление по возмущению
3. Замкнутое управление
4. Адаптивное управление

А – имеют в своем составе дополнительное устройство, воздействующее на регулятор, получающее сигнал о состоянии объекта управления, задании

Б – регулятор оказывает непосредственное воздействие на объект управления, однако не обладает информацией о реальном изменении параметров объекта

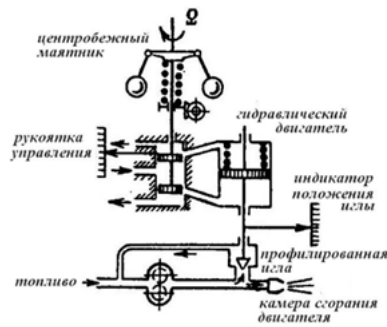
В – используется так называемая обратная связь, дающая регулятору информацию о результативности управляющего воздействия

Г – регулятор формирует управляющее воздействие на основании информации о задании и о внешних возмущающих воздействиях, действующих на объект

Д – регулятор формирует сигнал на основании информации о действующих на объект возмущениях и информации о состоянии объекта управления после воздействия

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

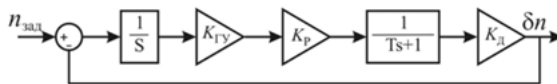
На изображенном на схеме регуляторе скоростью вращения турбины ТРД сигнал с измерительного устройства поступает на регулирующий элемент - иглу перепуска топлива.



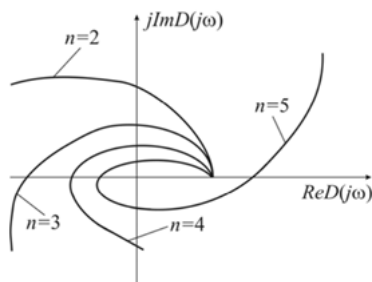
Какая конструктивная схема регулирования используется и чем подтверждается тип регулятора?

- 1 Регулятор прямого действия
- 2 Астатический регулятор
- 3 Регулятор непрямого действия
- 4 Регулятор с изотропной обратной связью

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
На рис. представлена структурная схема САУ с астатическим регулятором непрямого действия:



Условию устойчивости по критерию Михайлова соответствует график №\_\_\_? Укажите почему именно этот вариант верный?



- 1)  $n=2$
- 2)  $n=3$
- 3)  $n=4$
- 4)  $n=5$

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Характеристики (статические и динамические) каких устройств регулятора необходимо знать для корректного формирования закона регулирования?

- 1) командно-усилительное устройство
- 2) устройство обратной связи
- 3) промежуточного золотника сервомотора непрямого регулятора
- 4) датчик объекта регулирования
- 5) исполнительное устройство регулятора
- 6) задатчик сигнала

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
С точки зрения работы системы управления, сигналы от датчиков частоты вращения роторов турбокомпрессора ГТД своего и (при наличии) соседнего двигателей, частоты вращения ротора свободной турбины представляют собой периодическую последовательность импульсов синусоидальной формы с амплитудой и частотой следования пропорциональными частоте вращения вала. Эти сигналы нормализуются и преобразуются в импульсы прямоугольной формы с амплитудой, соответствующей стандартным уровням логического сигнала, после чего поступают на входы преобразователей временной интервал-код.

С точки зрения принципов работы с сигналом, такая система автоматического управления относится к классу \_\_\_\_\_ систем.

1. Нелинейных
2. Астатических
3. Непрерывных
4. Цифровых
5. Дискретных

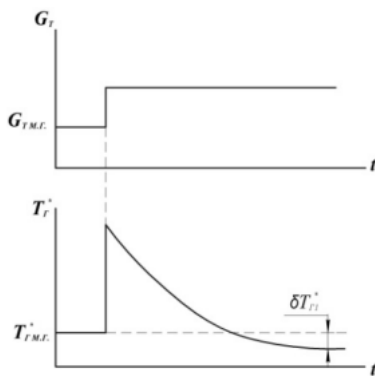
№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность действий для определения устойчивости авиационного двигателя?

1. Выделение характеристического полинома
2. Представление двигателя в виде структурной схемы
3. Исследование характеристического полинома алгебраическими или частотными критериями устойчивости
4. Преобразование дифференциальных уравнений, описывающих элементы двигателя, в форме изображений Лапласа
5. Преобразование структурной схемы, получение обобщённой эквивалентной передаточной функции системы

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Переходная характеристика ТРД показывает динамику изменения температуры газов  $T_g^*$  и потребных расходов топлива  $G_T$  на установившихся режимах работы двигателя:



Какому регулятору с точки зрения установившегося значения переходного процесса соответствует график изменения температуры газов  $T_g^*$  ?

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Необходимо проработать новую компоновку двигателя, в том числе исследовать его показатели качества управления. В каком порядке следует проводить работы?

1. Определить время переходных процессов, наличие перерегулирования и ошибки установления
2. Сформировать обобщенную передаточную функцию двигателя как объекта регулирования
3. Описать уравнения неустановившихся режимов работы элементов ДУ
4. С помощью тестовых воздействий (подачи функции Хевисайда) построить переходные процессы двигателя как объекта управления
5. Исследовать передаточную функцию на устойчивость процессов регулирования

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Уравнение динамики ГТД как объекта управления записывается зависимостью частоты вращения турбины  $\delta n$  от коэффициента усиления двигателя по расходу топлива и расхода топлива:

$$T_D \frac{d\delta n}{dt} + \delta n = K_{nG} \delta G_T$$

Какому типовому звену теории автоматического управления соответствует уравнение динамики ГТД, обоснуйте ответ:

- 1 колебательное звено
- 2 интегрирующее звено
- 3 апериодическое звено
- 4 усилительное звено

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Управление двигателем на статических и переходных режимах выполняется по заданным программам в зависимости от показателей и сигналов деталей и узлов:

- 1 положения РУД



- 2 сигналов бортовой САУ
- 3 радиобстановки
- 4 внутривдвигательных параметров
- 5 напряжение бортовой сети ЛА
- 6 давления в топливных баках
- 7 параметров воздуха на входе в двигатель
- 8 сигналов от системы одновременного опорожнения баков