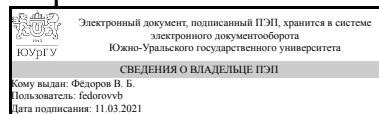


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



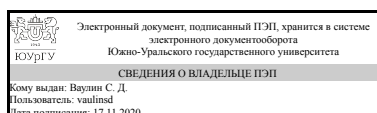
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.36 Автоматика и регулирование жидкостных ракетных двигателей для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей **уровень** специалист **тип программы** Специалитет **специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей **форма обучения** очная **кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

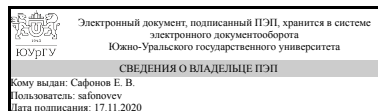
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Е. В. Сафонов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков в области анализа, расчета и разработки систем автоматического регулирования и управления жидкостными ракетными двигателями. Задачи дисциплины: - освоение категориально-понятийного аппарата дисциплины; - изучение основ теории автоматического управления и регулирования; - формирование системы научно-практических представлений о методах математического описания процессов регулирования жидкостных ракетных двигательных установок, методах анализа устойчивости и определения качества регулирования; - получение навыков исследования статических и динамических характеристик жидкостных ракетных двигательных установок; - изучение конструкции, принципов действия и математического описания элементов автоматики, расстановку элементов автоматики для обеспечения функционирования жидкостной ракетной двигательной установки на этапах запуска, стабилизации режима, изменения режима и остановки.

Краткое содержание дисциплины

Основные принципы автоматического регулирования и управления
Математическое описание процессов регулирования и управления
Типовые воздействия на системы регулирования
Устойчивость систем автоматического регулирования
Качество регулирования
Статические характеристики жидкостных ракетных двигательных установок
Динамические характеристики жидкостных ракетных двигательных установок
Автоматика жидкостных ракетных двигательных установок

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПСК-3.1 способностью рассчитывать и проектировать узлы и агрегаты системы подачи компонентов топлива в камеру сгорания ЖРД	Знать: • законы и принципы автоматического управления и регулирования ракетных двигателей; • методы математического описания процессов регулирования в линейных и нелинейных системах; • методы исследования устойчивости и качества линейных систем управления; • статические и динамические характеристики основных агрегатов и двигательной установки в целом; • элементы автоматики, их назначение, принцип действия, методы описания и исследования.
	Уметь: • использовать законы линейного управления и регулирования; • выбирать методы анализа устойчивости и определения качества регулирования; • обосновывать выбор необходимых законов управления двигательной установки и расстановки элементов автоматики пневмогидравлических схем; • рассчитывать статические и динамические характеристики узлов и элементов жидкостной двигательной установки.

Владеть: • категориями и понятиями курса; • методами, используемыми при расчете параметров систем регулирования, исследовании устойчивости и определении качества систем регулирования.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	10
Общая трудоёмкость дисциплины	252	108	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	112	48	64
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	140	60	80
Проработка лекционного материала	140	60	80
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные принципы автоматического регулирования и управления	2	2	0	0
2	Математическое описание процессов регулирования и управления	18	6	8	4
3	Типовые воздействия на системы регулирования	18	4	8	6
4	Устойчивость систем автоматического регулирования	16	4	6	6
5	Качество регулирования	16	4	6	6
6	Статические характеристики жидкостных ракетных	10	4	6	0

	двигательных установок				
7	Динамические характеристики жидкостных ракетных двигательных установок	14	4	6	4
8	Автоматика жидкостных ракетных двигательных установок	18	4	8	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные принципы автоматического регулирования и управления	2
2	2	Математическое описание процессов регулирования и управления	6
3	3	Типовые воздействия на системы регулирования	4
4	4	Устойчивость систем автоматического регулирования	4
5	5	Качество регулирования	4
6	6	Статические характеристики жидкостных ракетных двигательных установок	4
7	7	Динамические характеристики жидкостных ракетных двигательных установок	4
8	8	Автоматика жидкостных ракетных двигательных установок	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Математическое описание процессов регулирования и управления: преобразование Лапласа, решение дифференциальных уравнений операционными методами, разработка и преобразование структурных схем систем регулирования.	4
2	2	Расчетное определение АФЧХ стабилизатора соотношения компонентов топлива заданной конструкции.	4
3	3	Типовые воздействия на системы регулирования: расчет переходной и импульсной характеристики заданной схемы системы регулирования, расчет выходного сигнала системы регулирования для произвольного задающего сигнала на входе с использованием переходной характеристики.	4
4	3	Расчетное определение АФЧХ стабилизатора соотношения компонентов топлива заданной конструкции.	4
5	4	Устойчивость систем автоматического регулирования: определение устойчивости замкнутых и разомкнутых систем автоматического регулирования на основе критериев Рауса-Гурвица, Михайлова и Найквиста; определение области устойчивости для САР методом D-разбиения в плоскости двух параметров.	6
6	5	Качество регулирования: расчетное определение ошибки регулирования в установившемся режиме; определение качества регулирования по переходной характеристике заданного вида.	6
7	6	Определение статических характеристик жидкостного газогенератора заданной конструкции	6
8	7	Определение динамических характеристик жидкостного газогенератора заданной конструкции	6
9	8	Расстановка элементов автоматики в пневмогидравлической схеме регулирования: вариант 1 – ЖРДУ «по закрытой схеме» с дожиганием одного	4

		компонента и системой СОБ; вариант 2 – ЖРДУ малой тяги «по открытой схеме», вариант 3 – ЖРДУ большой тяги «по открытой схеме» с системой СОБ.	
10	8	Расчетное определение АФЧХ стабилизатора соотношения компонентов топлива заданной конструкции.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Определение амплитудно-частотной характеристики регулятора соотношения компонентов: устройство регулятора соотношения компонентов, экспериментальное и расчетное определение частотных и временных характеристик.	4
2	3	Определение амплитудно-частотной характеристики регулятора соотношения компонентов: устройство регулятора соотношения компонентов, экспериментальное и расчетное определение частотных и временных характеристик.	3
3	3	Определение амплитудно-частотной характеристики регулятора соотношения компонентов: устройство регулятора соотношения компонентов, экспериментальное и расчетное определение частотных и временных характеристик.	3
4	4	Изучение элементов автоматики системы регулирования стендового ЖРД на компонентах: спирт + кислород.	3
5	4	Изучение элементов автоматики и экспериментальное исследование устойчивости системы управления газовым ракетным двигателем Э53 на компонентах: воздух + пропан-бутановая смесь.	3
6	5	Изучение элементов автоматики системы регулирования стендового ЖРД на компонентах: спирт + кислород.	3
7	5	Изучение элементов автоматики и экспериментальное исследование устойчивости системы управления газовым ракетным двигателем Э53 на компонентах: воздух + пропан-бутановая смесь.	3
8	7	Определение амплитудно-частотной характеристики регулятора соотношения компонентов: устройство регулятора соотношения компонентов, экспериментальное и расчетное определение частотных и временных характеристик.	4
9	8	Изучение элементов автоматики системы регулирования стендового ЖРД на компонентах: спирт + кислород.	3
10	8	Изучение элементов автоматики и экспериментальное исследование устойчивости системы управления газовым ракетным двигателем Э53 на компонентах: воздух + пропан-бутановая смесь.	3

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Проработка лекционного материала	Основная и дополнительная литература	140

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Решение задач	27
Тренинг	Лабораторные занятия	Работа на лабораторном оборудовании кафедры	15

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-3.1 способностью рассчитывать и проектировать узлы и агрегаты системы подачи компонентов топлива в камеру сгорания ЖРД	Зачет	-
Все разделы	ПСК-3.1 способностью рассчитывать и проектировать узлы и агрегаты системы подачи компонентов топлива в камеру сгорания ЖРД	Экзамен	-

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	<p>К зачету допускается студент, защитивший все проведенные в семестре лабораторные работы и набравший более 70%. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-1-... - вопросы по темам 1-..., КТ-0 - решение задач. Письменные ответы на вопросы по каждому разделу тем. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме.</p> <p>Получение допуска к зачету формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ (темы, пройденные в осеннем семестре), посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-... - 1, КТ-0 - 2, коэффициент</p>	<p>Зачтено: ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы</p> <p>Не зачтено: не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы</p>

	посещаемости - 0,5. Защита по лабораторным занятиям обязательна. Зачет: письменно, ответы на вопросы, время подготовки 1 час.	
Экзамен	<p>К экзамену допускается студент, защитивший все проведенные в семестре лабораторные работы и набравший более 70%. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-...-8 - вопросы по темам ...-8, КТ-9 - решение задач. Письменные ответы на вопросы по каждому разделу тем. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме.</p> <p>Получение допуска к зачету формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ (темы, пройденные в осеннем семестре), посещаемости, доклада: коэффициент КТ...-8 - 1, КТ-9 - 2, коэффициент посещаемости - 0,5. Защита по лабораторным занятиям обязательна. Экзамен: письменные ответы на билет (2 вопроса), время подготовки 2 часа.</p>	<p>Отлично: 5 баллов - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы</p> <p>Хорошо: 4 балла - ответ построен логически верно; представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа; выводы правильны; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы.</p> <p>Удовлетворительно: 3 балла - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> <p>Неудовлетворительно: 2 баллов - не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	<p>Контрольные вопросы для проведения зачета</p> <p>Раздел 1</p> <p>1. Принципы автоматического регулирования и управления. Основные понятия. Основные задачи. 2. Система регулирования. Обратная связь. Замкнутые и разомкнутые системы. 3. Классификация систем автоматического регулирования. 4. Связь регулирующего воздействия и сигнала рассогласования. 5. Элементы САР. Сопряжение элементов САР. 6. Математическое описание САР. Линеаризация систем уравнений. 7. Применение теории операционного исчисления для решения задач регулирования. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Следствия. 8. Частные случаи прямого и</p>

обратного преобразования Лапласа: линейность, дифференцирование (интегрирование) оригинала и изображения, смещение в области оригинала (изображения), предельное и начальное значения оригинала. 9. Передаточная функция САР. Динамическое звено. Типовые соединения динамических звеньев. 10. Структурные схемы САР. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой цепи САР. 11. Временные характеристики: переходная и импульсная. 12. Частотные характеристики. Частотная передаточная функция. Связь форм представления частотных характеристик. 13. Логарифмические частотные характеристики. 14. Идеальное усилительное звено. 15. Апериодическое звено 1-порядка (инерционное). 16. Апериодическое звено 2-порядка (инерционное). 17. Колебательное звено. 18. Усилительное звено с запаздыванием. 19. Идеальное интегрирующее звено. 20. Инерционное интегрирующее звено. 21. Идеальное дифференцирующее звено.

Раздел 2

1. Устойчивость линейных стационарных систем. Основные понятия. Основная теорема устойчивости. Понятие критерия устойчивости. 2. Критерий Рауса-Гурвица. Теорема Стодола. Пример. 3. Критерий Михайлова. Лемма Михайлова. Пример. 4. Критерий Найквиста. Пример. 5. Критерий Найквиста для случая сложной формы АФЧХ разомкнутой цепи. 6. Метод D-разбиения в плоскости одного параметра. 7. Метод D-разбиения в плоскости двух параметров. 8. Особые прямые. Правило штриховки особых прямых. 9. Метод D-разбиения в плоскости двух параметров при нелинейных связях параметров. 10. Устойчивость систем с транспортным запаздыванием. 11. Структурная неустойчивость. 12. Запас устойчивости. 13. Прямые оценки качества переходной характеристики. 14. Частотные оценки качества переходной характеристики. 15. Интегральные оценки качества переходной характеристики. 16. Оценка качества переходной характеристик по расположению полюсов передаточной функции. 17. Показатель колебательности. 18. Точность САР в установившемся режиме. 19. Коэффициенты ошибок. Статизм и астатизм. 20. Чувствительность САР.

Раздел 3

1. Статические характеристики двигательной установки. Основные понятия. 2. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: камера сгорания. 3. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: насосы. 4. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: турбина. 5. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: магистраль. 6. Уравнение двигательной установки. 7. Настройка параметров двигательной установки на заданный режим: статистический метод настройки. 8. Настройка параметров двигательной установки на заданный режим: настройка по испытаниям. 9. Динамические характеристики двигательной установки. Основные понятия. 10. Динамическая характеристика магистралей. 11. Динамическая характеристика камеры сгорания. 12. Динамическая характеристика насосов. 13. Динамическая характеристика турбины и ТНА. 14. Связь динамических характеристик КС и магистралей. 15. Влияние магистралей и процессов горения на устойчивость КС. 16. Аналитический метод определения передаточной функции в многопараметрической системе типа ЖРДУ. 17. Построение переходного процесса в многопараметрической системе типа ЖРДУ. 18. Определение границ устойчивости работы ЖРДУ.

Раздел 4

1. Система регулирования. Назначение. Основные задачи. 2. Общие методы и схемы регулирования ДУ по нескольким параметрам. 3. Измерительные органы давления, уровней. Элементы исполнительные связи. 4. Регуляторы: назначение, требования, типы и состав регулятора. 5. Регулируемые и регулирующие параметры ДУ. 6. Регулирование давления. Схемы регулирования давления. 7. Регулирование тяги. Схемы ДУ с регулированием тяги. 8. Регулирование уровней компонентов топлива в баках. Схема ДУ с регулированием одновременного опорожнения баков. 9. Регулирование соотношения компонентов топлива. Схема ДУ с регулированием соотношения компонентов. 10. Правила расстановки регуляторов ЖРДУ. 11. Регуляторы непрямого действия. Золотниковый регулирующий орган. 12. Регулятор прямого действия: регулятор соотношения компонентов K_k (Кгг). 13. Регулятор прямого действия: регулятор давления $P_{кс}$ (Ргг). 14. Регулятор давления P_k (Ргг) с гидравлическим приводом. 15.

	<p>Газовый редуктор. КОНТРОЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 1. В чем состоит смысл преобразования Лапласа, и с какой целью его применяют для исследования САР? 2. Что такое передаточная функция и динамическое звено? 3. Какие свойства звена характеризует передаточная функция? 4. Что такое переходная и импульсная характеристики? 5. Что такое АФЧХ и годограф АФЧХ? 6. Какие условия являются необходимыми для устойчивости системы с заданным характеристическим уравнением? 7. Что такое критерий устойчивости? 8. Где располагаются корни характеристического многочлена для устойчивой, условно устойчивой и неустойчивой системы? 9. Назовите критерии качества линейных систем регулирования? 10. Правило нанесения штриховки в методе D- разбиения и определение претендентов на область устойчивости? 11. Что такое статические характеристики ЖРДУ и их формы представления? 12. Что такое динамические характеристики ЖРДУ? 13. Что определяет и от чего зависит постоянная времени газогенератора и КС? 14. От чего зависит постоянная времени магистралей? 15. Что такое уравнение двигательной установки? 16. Условие абсолютной устойчивости работы газогенератора и камеры сгорания. 17. Способы повышения устойчивости в ЖРДУ? 18. Что такое переходная и импульсная характеристики ЖРДУ? 19. Построение переходного процесса в ЖРДУ? 20. Что такое АФЧХ и годограф АФЧХ? 21. Способы регулирования одновременного опорожнения баков ЖРДУ. 22. Виды регуляторов? 23. Что общего в регуляторах соотношения компонентов и одновременного опорожнения баков? Способы регулирования тяги ЖРДУ.</p>
<p>Экзамен</p>	<p>Контрольные вопросы и билеты для проведения экзамена Билет № 1 1. Динамическая характеристика насосов. 2. Общие методы и схемы регулирования ДУ по нескольким параметрам. Билет № 2 1. Связь динамических характеристик КС и магистралей. 2. Статические характеристики двигательной установки. Основные понятия. Билет № 3 1. Классификация систем автоматического регулирования. 2. Система регулирования. Назначение. Основные задачи. Билет № 4 1. Анализ динамических характеристик. Аналитический метод определения передаточной функции в многопараметрической системе типа ДУ РД. 2. Регулятор прямого действия: регулятор давления Ркс (Ргг) Билет № 5 1. Динамическая характеристика насосов. 2. Построение переходного процесса в многопараметрической системе типа ДУ. Билет № 6 1. Регулируемые и регулирующие параметры ДУ. Регулирование давления. Схемы регулирования давления. 2. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: насосы. Билет № 7 1. Временные характеристики: переходная и импульсная. 2. Регулируемые и регулирующие параметры ДУ. Регулирование давления. Схемы регулирования давления. Билет № 8 1. Построение переходного процесса в многопараметрической системе типа ДУ. 2. Регулирование соотношения компонентов топлива. Схема ДУ с регулированием К. Билет № 9 1. Регулирование уровней компонентов топлива в баках. Схема ДУ с регулированием одновременного опорожнения баков. 2. Динамическая характеристика турбины и ТНА. Билет № 10 1. Регуляторы: назначение, типы и состав регулятора. 2. Уравнение двигательной установки. Билет № 11 1. Измерительные органы давления, уровней. Элементы исполнительные связи. 2.</p>

<p>Настройка параметров двигательной установки на заданный режим: статический метод настройки. Билет № 12 1. Газовый редуктор. 2. Динамическая характеристика камеры сгорания.</p> <p>Билет № 13 1. Регуляторы непрямого действия. Золотниковый регулирующий орган. 2. Связь регулирующего воздействия и сигнала рассогласования.</p> <p>Билет № 14 1. Регулятор прямого действия: регулятор соотношения компонентов Кк (Кгг). 2. Точность САР в установившемся режиме.</p> <p>Билет № 15 1. Регулятор давления Рк (Ргг) с гидравлическим приводом. 2. Динамическая характеристика магистралей.</p> <p>Билет № 16 1. Настройка параметров двигательной установки на заданный режим: настройка по испытаниям. 2. Динамические характеристики двигательной установки. Основные понятия.</p> <p>Билет № 17 1. Регулятор давления Рк (Ргг) с гидравлическим приводом. 2. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: магистраль.</p> <p>Билет № 18 1. Устойчивость систем с транспортным запаздыванием. 2. Настройка параметров двигательной установки на заданный режим: настройка по испытаниям.</p> <p>Билет № 19 1. Уравнения агрегатов в малых отклонениях: турбина. 2. Структурная неустойчивость.</p> <p>Билет № 20 1. Общие методы и схемы регулирования ДУ по нескольким параметрам. 2. Запас устойчивости</p>
--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1975. - 767 с. ил.
2. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб.: Профессия, 2004. - 747,[2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Теория автоматического управления Учеб. для вузов по направлению "Автоматизация и управление" С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев и др.; Под ред. В. Б. Яковлева. - 2-е изд. перераб. - М.: Высшая школа, 2005. - 566, [1] с.
2. Теория автоматического управления Учеб. для машиностроит. специальностей вузов В. Н. Брюханов, М. Г. Косов, С. П. Протопопов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2000. - 267,[1] с. ил.
3. Теория автоматического управления Учебник для вузов Л. С. Гольдфабр и др.; Под ред. А. В. Нетушила. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Высшая школа, 1976. - 400 с. ил.
4. Гафиятуллин, Р. Х. Теория автоматического управления Учеб. пособие Р. Х. Гафиятуллин, В. Г. Маурер, В. П. Мацин; Юж.-Урал. гос. ун-т,

Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 44,[2] с. ил. электрон. версия

5. Зайцев, Г. Ф. Теория автоматического управления и регулирования Учеб. пособ. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Выща школа, 1988. - 431 с. ил.

6. Ким, Д. П. Теория автоматического управления [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. направлениям и специальностям Д. П. Ким ; Моск. гос. ун-т информ. технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА-МГУПИ). - М.: Юрайт, 2016. - 275, [1] с.

7. Шевяков, А. А. Теория автоматического управления ракетными двигателями [Текст] Под ред. А. А. Шевякова. - М.: Машиностроение, 1978. - 288 с. ил.

8. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления [Текст] учебник для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (энергетика)" В. Я. Ротач. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 399 с. ил.

9. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами Учеб. для вузов по спец."Автоматизация теплоэнерг. процессов". - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 294 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 В двух книгах. Книга первая. [Электронный ресурс] : энцикл. / А.П. Аджян [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 925 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5808 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Ельцин, С.И. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. Часть 1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2011. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/64101 —	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	244 (2)	Компьютерная техника и программное обеспечение
Лабораторные занятия	100 (2в)	Стенд элементов конструкций датчиков давления. Образцы элементов автоматики и регуляторов ракетных двигателей.
Лекции	244 (2)	Плакаты: пневмогидравлические схемы двигательных установок. Презентация к дисциплине (20 слайдов, комплект CD)