



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«___» _____ 2023 г.

ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ»

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.т.н. Смуряков К.Л. Рабочая программа дисциплины: «Теория автоматического регулирования силовой установки» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: к.т.н. Смирнов И.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Смирнов И.А. к.т.н. 				
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Теория автоматического регулирования силовой установки» является формирование у специалистов теоретических знаний и практических навыков по вопросам поддержания заданного режима работы, программного управления по заранее известной программе; слежения за неизвестным задающим сигналом в системах автоматического управления (САУ).

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

Профессиональные компетенции:

ПК-2. Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части.

ПК-7. Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ.

Основными задачами дисциплины являются:

- получение знаний в области анализа и синтеза систем автоматического регулирования;
- получение навыков самостоятельного моделирования систем автоматического регулирования.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Проводит анализ вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Проводит технико-экономический и функционально-стоимостной анализ проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Проводит экспериментальные и опытные работы по внедрению технологических процессов сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ, оснастки, оборудования в составе комиссии.

Необходимые умения:

- Выполняет расчеты с использованием специализированного ПО.
- Умеет оформлять акты внедрения технологического процесса сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ.
- Владеет обработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт обработки.
- Умеет формулировать вопросы и заносить их в журнал конструктивных замечаний.

Необходимые знания:

- Знает основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.

- Знает основы систем автоматизированного проектирования.
- Знает технические требования к КД, НД организации в части отработки КД на технологичность, по внедрению и аттестации технологических процессов.
- Знает современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

При очной форме обучения дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 8-ом семестре кафедрой «Техники и технологии ракетного двигателестроения (КБ Химмаш, базовая кафедра)».

При очно-заочной форме обучения дисциплина реализуется на 5-ом курсе в 9-ом семестре кафедрой «Ракетных двигателей (КБ Химмаш, базовая кафедра)».

Дисциплина «Теория автоматического регулирования силовой установки» базируется на ранее полученных знаниях, приобретенных в процессе изучения дисциплин: «Электротехника и электроника в ракетно-космической технике», «Основы устройства ракет и КА», «Системы управления космическими аппаратами», «Электрооборудование ракетных двигательных установок» и ранее частично изученных компетенциях ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Теория автоматического регулирования силовой установки», являются базовыми для прохождения производственной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной формы обучения составляет **3** зачетные единицы, **108** часов.

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очно-заочной формы обучения составляет **3** зачетные единицы, **108** часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 8	Семестр 9	Семестр ...	Семестр ...
Общая трудоемкость	108	108	108		

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	48	48			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	60	60			
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+	+			
Текущий контроль знаний	Тест	+			
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет	Зачет			
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	20		20		
Лекции (Л)	8		8		
Практические занятия (ПЗ)	12		12		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	88		88		
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+		+		
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет		Зачет		

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

РАЗДЕЛ 1. УСТОЙЧИВОСТЬ И КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ					
Наименование тем	Лекции, час очное/заочное	Практические занятия, час очное/заочное	Лаборатор- ные занятия, час очное/заочное	Занятия в интерактив- ной форме, час очное/заочное	Код компе- тенций
Тема 1.1. Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову. Теоремы А.М. Ляпунова.	1/0,5	2/1	-	-	ПК-2
Тема 1.2. Критерии устойчивости систем автоматического регулирования	1/0,5	2/1	-	-	ПК-2
Тема 1.3. Методы оценки качества регулирования линейных систем автоматического управления	2/1	4/1	-	3/2	ПК-2
Тема 1.4. Оптимизация систем при случайных возмущениях	2/1	4/1,5	-	3/2	ПК-2
Тема 1.5. Оптимальные следящие системы для силовых установок	2/1	4/1,5	-	-	ПК-2
Итого по первой части ТАР	8/4	16/6	-	6/4	

Продолжение таблицы 2

Раздел 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ					
Наименование тем	Лекции, Час очное/заочное	Практические занятия, час очное/заочное	Лаборатор- ные занятия, час очное/заочное	Занятия в интерактив- ной форме, час очное/заочное	Код компе- тенций
Тема 2.1. Повышение точности регулирования силовой установкой	2/1	4/1,5	-	3/2	ПК-7

Тема 2.2. Корректирующие устройства, комбинированное регулирование силовой установкой и преобразовательные элементы	2/1	4/1,5	-	-	ПК-7
Тема 2.3. Синтез алгоритмов управления динамическими объектами силовых установок	2/1	4/1,5	-	-	ПК-7
Тема 2.4. Синтез корректирующих устройств и комбинированных систем	2/1	4/1,5	-	3/2	ПК-7
Итого по второй части ТАР	8/4	16/6	-	6/4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Раздел 1. УСТОЙЧИВОСТЬ И КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Тема 1.1. Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову. Теоремы А.М. Ляпунова

Понятие устойчивости системы автоматического управления. Возмущенное и невозмущенное состояние равновесия системы. Возмущенное и невозмущенное движение системы. Асимптотически устойчивые системы. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости системы по первому приближению. Условия устойчивости линейных систем автоматического регулирования.

Тема 1.2. Критерии устойчивости систем автоматического регулирования
Алгебраические и частотные критерии устойчивости систем автоматического регулирования. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Построение областей устойчивости в плоскости параметров системы. Устойчивость систем с запаздыванием и систем с иррациональными звеньями. Устойчивость нестационарных систем автоматического регулирования.

Тема 1.3. Методы оценки качества регулирования линейных систем автоматического управления

Показатели качества переходного процесса в системе автоматического управления. Показатели качества установившейся составляющей переходного процесса в системе автоматического регулирования. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях. Оценка качества регулирования в установившихся режимах. Корневые методы оценки качества

регулирования. Корневые годографы. Интегральные оценки качества переходных процессов. Частотные методы оценки качества регулирования.

Тема 1.4. Оптимизация систем при случайных возмущениях

Понятие оптимальной системы. Формулировка критериев оптимизации для оценки качества системы. Выбор параметров оптимизации для обеспечения максимума или минимума критерия. Оптимальная фильтрация. Фильтр Винера. Оптимальное управление в замкнутых системах. Стандартная система. Особенности задачи оптимизации. Многоцелевая оптимизация. Кривая качества системы автоматического регулирования.

Тема 1.5. Оптимальные следящие системы для силовых установок

Постановка задачи оптимальной следящей системы. Выражение критерия оптимальности системы автоматического регулирования через изображения сигналов по Лапласу и передаточные функции. Теорема Парсеваля. Эквивалентность двух задач. Разомкнутые и замкнутые системы

Раздел 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

Тема 2.1. Повышение точности регулирования силовой установкой

Максимально возможное уменьшение возмущений в системах стабилизации. Установившаяся ошибка в системах регулирования по отклонению. Противоречие между статической точностью и устойчивостью. Астатизм системы. Обеспечение устойчивости и повышение запаса устойчивости систем автоматического регулирования.

Тема 2.2. Корректирующие устройства, комбинированное регулирование силовой установкой и преобразовательные элементы

Введение дополнительного элемента в систему автоматического регулирования как наиболее действенный способ придания системе необходимых динамических свойств. Корректирующие устройства. Комбинированное регулирование. Удовлетворение условия полной инвариантности (независимости регулируемой координаты от возмущения). Преобразовательные элементы.

Тема 2.3. Синтез алгоритмов управления динамическими объектами силовых установок

Задачи синтеза систем автоматического регулирования. Выбор параметров по минимуму интегральной оценки. Выбор параметров и синтез корректирующих устройств по корневым годографам. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.

Тема 2.4. Синтез корректирующих устройств и комбинированных систем

Синтез компенсирующей цепи системы комбинированного регулирования. Проблема измерения возмущений при создании комбинированной системы автоматического регулирования. Выбор точки включения компенсирующей цепи в замкнутый контур. Приближение к инвариантности регулируемой величины от возмущения. Создание дополнительной компаундирующей связи внутри замкнутого контура. Синтез комбинированных систем и компаундирующих связей.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
2. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория автоматического регулирования силовой установки» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Шишов, Олег Викторович. Технические средства автоматизации и управления : Учебное пособие / Шишов Олег Викторович. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 397 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-010325-9.
URL: <http://znanium.com/go.php?id=527482> (13.09.2018)
2. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / А. Р. Гайдук, Т. А. Пьявченко, В. Е. Беляев ; А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Москва : Лань, 2018. - 464 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Тематич. указ.: с. 460-463. - Библиогр.: с. 459 (18 назв.). - ISBN 978-5-8114-1255-6.
URL: <https://e.lanbook.com/book/90161> (13.09.2018)

Дополнительная литература:

1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : Учебное пособие / В. П. Ившин, М. Ю. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013. - 400 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-005162-8.
URL: <http://znanium.com/go.php?id=363591> (13.09.2018)
2. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) / Ю. И. Кудинов ; Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф. - Москва : Лань", 2016. - ISBN 978-5-8114-1994-4.
URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72584 (13.09.2018)
3. Петраков, Юрий Владимирович. Теория автоматического управления технологическими системами / Юрий Владимирович, Олег Иванович ; Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Москва : Машиностроение, 2009. - 336 с. : ил. ; 21 см + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Для вузов). - Библиогр.: с.336. - ISBN 978-5-217-03391-1.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=751
(13.09.2018)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Курс лекций. Теория автоматического управления <http://toehelp.ru/theory/tau/contents.html>
2. Сайт о моделировании явлений и объектов: <http://model.exponenta.ru>
3. Теория автоматического управления для «чайников» <http://kpolyakov.narod.ru/uni/teapot.htm>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice, MatLab.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. www.biblioclub.ru
3. www.znaniyum.com

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), интерактивной доской Smart Board;

- комплект электронных презентаций / слайдов на темы:

1) Основы теории управления

2) Математическое описание элементов и систем управления.

Линеаризация дифференциальных уравнений.

3) Формы записи линеаризованных уравнений

4) Динамические звенья и их характеристики.

5) Типовые динамические звенья и их характеристики

6) Структурные схемы.

7) Синтез корректирующих устройств по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.

Практические занятия:

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами для компьютерного моделирования систем управления: MatLab;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом к электронным библиотекам.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине (модулю)**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВОЙ
УСТАНОВКИ»**

Специальность: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация №21: «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-2	Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части	Тема 1.1 Тема 1.2 Тема 1.3 Тема 1.4 Тема 1.5	Проводит анализ вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей. Проводит технико-экономический и функционально-стоимостной анализ проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Выполняет расчеты с использованием специализированного ПО	Знает основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике. Знает основы систем автоматизированного проектирования.
2	ПК-7	Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ	Тема 2.1 Тема 2.2 Тема 2.3 Тема 2.4	Проводит экспериментальные и опытные работы по внедрению технологических процессов сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ, оснастки, оборудования в составе комиссии.	Умеет оформлять акты внедрения технологического процесса сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ. Владеет отработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт отработки. Умеет формулировать вопросы и заносить их в журнал конструктивных	Знает технические требования к КД, НД организации в части отработки КД на технологичность, по внедрению и аттестации технологических процессов. Знает современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ.

					замечаний.	
--	--	--	--	--	------------	--

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-2	Выступление с докладом на практическом занятии, на конференции кафедры	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов</p>	<p>1. Проводится в форме выступления с докладом и презентацией</p> <p>2. Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1. Соответствие доклада заявленной тематике (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-7	Решение задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится письменно с использованием технических средств для расчета (калькулятор, программа Excel) и моделирования (VisSim, VisSim)</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача решена (5 баллов). 2. Задача решена с ошибкой (4 балла). 3. Решение задачи не закончено (3 балла). 4. Задача не решена (2 балла). 5. Оригинальность подхода к решению задачи (+1 балл к 5 баллам). <p>Максимальная сумма баллов - 6 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-7	Контрольные работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p>

		освоена на высоком уровне) - 5 баллов Б) частично сформирована: • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов	1. Задание сделано (5 баллов). 2. Задание сделано с небольшой ошибкой (4 балла). 3. Задание выполнено не до конца (3 балла). 4. Задание не выполнено (2 балла). 5. Оригинальность подхода к выполнению задания, использование дополнительных средств моделирования (+1 балл к 5 баллам). Максимальная сумма баллов - 6 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
--	--	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные задания:

Задание 1

(25 индивидуальных заданий)

Представить дробно-рациональную функцию

$$W(s) = \frac{s^2 + 2}{s^2 + 6s + 10}$$

в форме Боде в тетради. Определить нули и полюса передаточной функции в тетради и в MatLab.

Задание 2

(25 индивидуальных заданий)

Проверить, действительно ли интегратор MatLab'a является таковым. Для этого вычислить значения переходной функции интегратора в различные моменты времени, отделяя их некоторым шагом, в программе Excel, на графике задать точки. Кроме того, задать величину ступеньки, отличающуюся от единицы, и убедиться, что крутизна выходного сигнала интегратора изменилась пропорционально изменению величины ступеньки. Если точки, вычисленные по формуле переходной функции, ложатся на экспериментальную линию, смоделированную в программе MatLab, то исследуемое устройство – интегратор.

Примечание: исходные данные задаются в соответствии с порядковым номером студента в журнале успеваемости.

Задание 3

(25 индивидуальных заданий)

Исследовать в среде MatLab аperiodическое звено с параметрами $T=0,2$, $k_1=2$ (усиление (Gain) равным k_1 , числитель (Numerator) оставить равным 1, для знаменателя (Denominator) набрать 0.2 (пробел) 1., запустить на счет).

Проанализировать график переходной функции. Найти соотношение между постоянной времени T апериодического звена и временем, за которое переходная функция приближается к своему установившемуся значению на величину, меньшую 5% этого значения. Как еще по переходной характеристике апериодического звена можно определить значение постоянной времени?

Примечание: исходные данные задаются в соответствии с порядковым номером студента в журнале успеваемости.

Тематика докладов

1. Проблемы автоматического регулирования.
2. Проблемы автоматизированного регулирования.
3. Современные средства автоматизации в регулировании.
4. Преобразование Лапласа и его применение в системах автоматического регулирования.
5. Преобразование Фурье и его применение в системах автоматического регулирования.

Тематика контрольных работ

1. Построение характеристик инерционного звена.
2. Построение характеристик апериодического звена.
3. Построение характеристик колебательного звена.
4. Построение характеристик интегрирующего звена.
5. Построение характеристик дифференцирующего звена.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются две текущие аттестации в виде тестов для и одна окончательная аттестация в виде зачета в письменной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
<i>Проводятся в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Тестирование	ПК-2	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%.
	Зачет	ПК-7	2 вопроса, 1 практическое задание	Зачет проводится в письменной форме, путем	Результаты предоставляются в	Критерии оценки: «Отлично»: • знание

			<p>ответа на вопросы и решения практических заданий. Время, отведенное на процедуру – 0,35 часа на студента.</p>	<p>день проведения зачета</p>	<p>основных понятий предмета;</p> <ul style="list-style-type: none"> • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и
--	--	--	---	-------------------------------	--

				применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

4.1. Типовые задания на тестирование

Тесты используются в режиме контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа. Ниже приведен типовой перечень тестов.

Вопросы для тестирования по дисциплине «Теория автоматического регулирования» девятый семестр:

1. Что определяет систему регулирования как замкнутую?
 - (?) Объект регулирования
 - (?) Элемент сравнения
 - (!) Обратная связь
 - (?) Корректирующее устройство
2. Представление дробно-рациональной функции в виде суммы простейших дробей называют формой
 - (?) Боде
 - (?) Колмогорова
 - (!) Хэвисайда
 - (?) Дирака
3. Интегральные преобразования (Лапласа, Фурье, Z - преобразование) используются для анализа динамических систем
 - (?) линейных с постоянными коэффициентами;
 - (?) нелинейных;
 - (?) нестационарных линейных;
 - (!) везде.
4. Единичная функция $1(t)$ является моделью входного сигнала:
 - (?) кратковременное импульсное воздействие;
 - (?) включение системы;
 - (!) ступенчатое изменение входного сигнала;
 - (?) случайный сигнал.
5. Устройством автоматического регулирования называется
 - (?) автоматическое регулирование без непосредственного участия человека;

(?) отрасль науки и техники, охватывающая теорию и практику автоматического регулирования;

(!) устройство, предназначенное для поддержания заданного значения управляемой величины;

(?) устройство для контроля за ходом процесса управления.

6. Что называется передаточной функцией элемента, автоматической системы регулирования (АСР)?

(?) реакция элемента (АСР) на единичную ступенчатую функцию;

(!) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях;

(?) реакция элемента (АСР) на единичную импульсную функцию;

(?) реакция элемента (АСР) на гармоническое воздействие.

7. Абстрактное устройство, имеющее вход и выход, для которого задано уравнение, связывающее сигналы на входе и выходе, называется

(?) интегратор;

(?) регулятор;

(?) динамическое звено;

(!) все вышеперечисленные.

8. Что называется переходной характеристикой АСР (элемента)?

(!) реакция АСР (элемента) на единичную ступенчатую функцию;

(?) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях;

(?) реакция АСР (элемента) на единичную импульсную функцию;

(?) реакция АСР (элемента) на гармоническое воздействие.

9. Что называется элементом сравнения?

(?) устройство, изменяющее в соответствии с управляющим сигналом ход процесса управления в нужную сторону;

(?) устройство, которое служит для задания номинального значения регулируемой величины;

(?) устройство, контролирующее изменение регулируемой величины в ходе процесса управления;

(!) устройство, служащее для сравнения текущего значения регулируемой величины с заданным значением.

10. Какая АСР называется следящей?

(!) АСР, в которой предписанное значение выходной переменной зависит от значения неизвестной заранее переменной на входе САУ;

(?) АСР, в которой задающее воздействие является определенной функцией времени;

(?) АСР, в которой задающее воздействие является произвольной функцией времени;

(?) АСР, в которой установившаяся ошибка равна нулю.

11. Что называется амплитудно-частотной характеристикой?

(?) предписанное значение выходной переменной зависит от значения неизвестной заранее переменной на входе САУ зависимость амплитуды и фазы от частоты входного сигнала;

(?) реакция АСР (элемента) на единичную импульсную функцию;

(!) зависимость отношения амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного от частоты входного сигнала;

(?) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях.

12. Что называется фазо-частотной характеристикой?

(?) реакция АСР (элемента) на единичную ступенчатую функцию;

(?) реакция АСР (элемента) на гармоническое воздействие;

(!) зависимость сдвига фазы выходного сигнала относительно входного от частоты входного сигнала;

(?) зависимость амплитуды и фазы выходного сигнала от частоты входного сигнала.

13. Принцип обратной связи заключается в следующем:

(!) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(?) создаваемая система управления (СУ) должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(?) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объектах и приспосабливаться к ее характеристикам.

14. Принцип оптимальности заключается в том, что:

(?) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(!) СУ должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(?) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объекте и приспосабливаться к ее характеристикам.

15. Принцип робастности заключается в том, что

(?) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(?) СУ должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(!) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объекте и приспосабливаться к ее характеристикам

16. Линеаризация характеристик объекта управления заключается в следующем:

(?) отбрасывание нелинейных членов уравнения;

(!) приближенная замена исходных уравнений объекта управления линейными уравнениями;

(?) находится точка равновесия в состоянии объекта;

(?) вычисляется производная функция в точке равновесия.

17. Импульсной переходной (весовой) функцией динамической системы называется реакция системы на:

(?) входной сигнал в виде дельта-функции;

- (!) входной сигнал в виде единичной функции;
- (?) преобразование Фурье переходной функции
- (?) синусоидальный входной сигнал.

18. Представление дробно-рациональной функции в виде произведения биномов (разложение многочлена на сомножители) называют формой

- (!) Боде
- (?) Колмогорова
- (?) Хэвисайда
- (?) Дирака

19. Дельта-функция является моделью входного сигнала:

- (!) кратковременное импульсное воздействие;
- (?) включение системы;
- (?) ступенчатое изменение входного сигнала;
- (?) случайный сигнал.

20. Переходная функция состояния динамической системы это:

- (!) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к входному;
- (?) реакция системы на единичный ступенчатый сигнал;
- (?) выражение, описывающее состояние системы в заданный момент времени при условии, что известны начальное состояние системы и входное воздействие в течение всего времени;
- (?) реакция системы на дельта-функцию.

4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Сущность проблемы автоматического регулирования. Основные понятия теории автоматического регулирования.
2. Характеристика объекта автоматического регулирования.
3. Классификация систем автоматического регулирования.
4. Исследование процессов в системах автоматического регулирования.
5. Исследование сигналов в системах автоматического регулирования.
6. Исследование моделей в системах автоматического регулирования.
7. Формы записи линейных дифференциальных уравнений для описания состояния систем автоматического регулирования.
8. Применение преобразования Лапласа для систем автоматического регулирования.
9. Модели линейных объектов автоматического регулирования.
10. Модели объектов автоматического регулирования в пространстве состояния.
11. Типовые воздействия на объект автоматического регулирования. Временные характеристики систем автоматического регулирования: переходная и импульсная переходная (весовая) функции.
12. Частотные характеристики систем автоматического регулирования.
13. Логарифмические частотные характеристики систем автоматического регулирования.
14. Передаточные функции систем автоматического регулирования.

15. Передаточные функции систем автоматического регулирования в пространстве состояний.
16. Характеристики линейного звена: передаточная функция, комплексный коэффициент передачи, переходная и импульсная переходная (весовая) функции.
17. Соединение звеньев систем автоматического регулирования: последовательное, параллельное согласное, параллельное встречное. Передаточные функции соединения звеньев.
18. Уравнения динамики и статики для систем автоматического регулирования.
19. Линеаризация систем автоматического регулирования.
20. Частотные и временные характеристики линейных стационарных систем (звеньев).
21. Максимально возможное уменьшение возмущений в системах стабилизации.
22. Установившаяся ошибка в системах регулирования по отклонению.
23. Статическая точность и устойчивость систем автоматического управления.
24. Астатизм системы автоматического управления. Порядок астатизма.
25. Обеспечение устойчивости и повышение запаса устойчивости систем автоматического регулирования.
26. Придание системе автоматического управления необходимых динамических свойств с помощью введения дополнительного элемента в систему автоматического регулирования.
27. Корректирующие устройства систем автоматического регулирования.
28. Комбинированное регулирование в системах автоматического регулирования.
29. Удовлетворение условия полной инвариантности (независимости регулируемой координаты от возмущения) в системах автоматического управления.
30. Преобразовательные элементы систем автоматического регулирования.
31. Задачи синтеза систем автоматического регулирования.
32. Выбор параметров систем автоматического управления по минимуму интегральной оценки.
33. Выбор параметров систем автоматического регулирования и синтез корректирующих устройств по корневым годографам.
34. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.
35. Синтез компенсирующей цепи системы комбинированного регулирования.
36. Измерение возмущений при создании комбинированной системы автоматического регулирования.
37. Выбор точки включения компенсирующей цепи в замкнутый контур системы автоматического регулирования.
38. Приближение к инвариантности регулируемой величины от возмущения.
39. Создание дополнительной компаундирующей связи внутри замкнутого контура.
40. Синтез комбинированных систем и компаундирующих связей.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой

контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся» № 01-04/428 от 25 сентября 2020 г.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(модуля)

ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВОЙ
УСТАНОВКИ»

Специальность: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация №21: «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

1. Общие положения

Цель дисциплины: формирование у специалистов теоретических знаний и практических навыков по вопросам поддержания заданного режима работы, программного управления по заранее известной программе; слежения за неизвестным задающим сигналом в системах автоматического управления (САУ).

Задачи дисциплины:

1. Получение знаний в области анализа и синтеза систем автоматического регулирования;
2. Получение навыков самостоятельного моделирования систем автоматического регулирования.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие №1

Исследование показателей качества переходного и установившегося режимов системы автоматического управления в среде MatLab

Тема 1.1. Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову. Теоремы А.М. Ляпунова.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Изучение реакции систем на степенное воздействие третьего порядка. Изучение реакции систем на ступенчатое слагаемое в первой производной воздействия. Изучение условий отсутствия переходного процесса в системе регулирования. Изучение признаков переходного и установившегося режимов работы САУ. Подбор режима изменения задающих (управляющих) воздействий. Основные показатели качества переходного режима САУ.

Продолжительность занятия: 2 / 1 ч.

Практическое занятие №2

Проектирование регулятора для линейной системы в среде MatLab

Тема 1.2. Критерии устойчивости систем автоматического регулирования.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Освоение методов проектирования регулятора для одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды MatLab. Построение модели соединений линейных звеньев. Использование модуля SISOTool для проектирования простейших регуляторов. Корневой годограф. Синтез САУ с помощью ЛАФЧХ.

Продолжительность занятия: 2 / 1 ч.

Практическое занятие №3

Синтез оптимального регулирования с полной обратной связью

Тема 1.3. Методы оценки качества регулирования линейных систем автоматического управления.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Ознакомление с методикой построения линейных оптимальных систем управления с полной обратной связью методом динамического программирования Беллмана. Вектор состояния системы. Функционал качества управления. Структурная схема регулятора системы управления с обратной связью по всем переменным состояния. Функции решений уравнений Беллмана в Control System Toolbox MatLab для синтеза оптимальных регуляторов линейных стационарных систем. Матрица дискретного управления. Шаг дискретизации. Определение значения функционала на оптимальном регулировании. Построение оптимального регулятора. Графики динамики системы при ненулевых начальных условиях.

Продолжительность занятия: 4 / 1 ч.

Практическое занятие №4

Исследование фильтра Калмана

Тема 1.4. Оптимизация систем при случайных возмущениях.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Исследование многомерной системы с преобразованием «вход-выход» в виде матричной импульсной переходной функции. Постановка задачи оптимизации. Критерий оптимизации – минимизация квадрата нормы ошибок. Оптимальная матричная передаточная функция многомерного фильтра. Синтез фильтра Калмана. Критерии управляемости и наблюдаемости Калмана для стационарных линейных систем. Факторизация рациональной матрицы спектральных плоскостей. Непрерывная модель объекта регулирования.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

Практическое занятие №5

Исследование дискретных линейных систем регулирования

Тема 1.5. Оптимальные следящие системы для силовых установок.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Изучение характерных особенностей поведения линейных дискретных систем регулирования. Определение дискретной системы. Структура нелинейной системы. Передаточная функция непрерывной части. Передаточная функция экстраполятора. Z-преобразование некоторых простых дробей. Частота Найквиста. Решетчатая функция. Виды квантования сигнала, их отличительная

особенность. Виды экстраполяторов их назначение. Теорема Котельникова и ее применение на примере разложения произвольного сигнала в спектр.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

Практическое занятие №6

Исследование свойств нелинейных систем регулирования на фазовой плоскости

Тема 2.1. Повышение точности регулирования силовой установкой.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Изучение методов фазовых траекторий для оценки свойств линейных и нелинейных систем регулирования. Структура линейной системы регулирования. Уравнение свободного движения нелинейной системы. Уровни ограничения, пороги включения и выключения нелинейного элемента. Начало и конец зоны нечувствительности нелинейного элемента. Разновидности фазовых портретов нелинейных систем регулирования.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

Практическое занятие №7

Исследование комбинированных систем регулирования

Тема 2.2. Корректирующие устройства, комбинированное регулирование силовой установкой и преобразовательные элементы.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Исследование принципов построения комбинированных систем инвариантных к возмущающим и управляющим воздействиям. Определение комбинированной системы. Виды инвариантных систем. Влияние введения дополнительного регулирования по задающему воздействию на переходной процесс. Условие полной инвариантности. Структурная схема комбинированной системы. Пути осуществления инвариантности комбинированной системы. Изображение ошибки в комбинированной системе. Передаточная функция системы относительно ошибки задающего воздействия.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

Практическое занятие №8

Исследование адаптивных систем регулирования

Тема 2.3. Синтез алгоритмов управления динамическими объектами силовых установок.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Изучение принципов построения адаптивных систем управления с эталонной моделью и исследование их динамических свойств. Структурная схема адаптивной системы. Дополнительное получение информации об

изменении динамических свойств в процессе работы и использование этой информации для надлежащего управления. Градиентный метод, базирующийся на основе теории чувствительности. Прямой метод Ляпунова, обеспечивающий априорно устойчивость процессов адаптации. Процессы стабилизации динамических характеристик системы при изменении ее параметров. Время настройки параметров (при скачкообразном их изменении). Диапазон допустимых отклонений параметров. Устойчивость процессов настройки при разных входных сигналах. Точность системы.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

Практическое занятие №9

Исследование оптимальных по быстродействию процессов в системах автоматического регулирования

Тема 2.4. Синтез корректирующих устройств и комбинированных систем.

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Изучение характера и закономерностей, оптимальных по быстродействию процессов в системах второго порядка на фазовой плоскости. Фазовые траектории объекта управления. Оптимальное управление с помощью идеального двухпозиционного реле, переключение которого происходит при смене знака функции. Жесткие обратные связи по выходной координате. Коэффициент обратной связи. Принцип действия двуполярного безынерционного реле. Оптимальный процесс, скользящий режим и режим с перерегулированием на фазовой плоскости. Оценка кривой переключения. 4. Характерные особенности оптимальной по быстродействию системы управления линейными объектами. Способы оптимального по быстродействию управления и регулирования. Способы физической реализации линии переключения.

Продолжительность занятия: 4 / 1,5 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1.1 Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову. Теоремы А.М.	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.

	Ляпунова	
2.	Тема 1.2. Критерии устойчивости систем автоматического регулирования	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
3	Тема 1.3. Методы оценки качества регулирования линейных систем	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
4	Тема 1.4. Оптимизация систем при случайных возмущениях	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
5	Тема 1.5. Оптимальные следящие системы для силовых установок	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
6.	Тема 2.1. Повышение точности регулирования силовой установкой	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
7.	Тема 2.2. Корректирующие устройства, комбинированное регулирование силовой установкой и преобразовательные элементы	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
8.	Тема 2.3. Синтез алгоритмов управления динамическими объектами силовых установок	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и периодических изданиях.
9.	Тема 2.4. Синтез корректирующих устройств и комбинированных	Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Решение ситуационных задач (по обеспечению устойчивости, повышению качества регулирования силовыми установками). Публикации докладов и статей в сборниках трудов и

5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, очно-заочной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2...4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т. п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объем контрольной работы – 10...15 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman, размер 14).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Шишов, Олег Викторович. Технические средства автоматизации и управления : Учебное пособие / Шишов Олег Викторович. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 397 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-010325-9.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=527482> (13.09.2018)

2. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / А. Р. Гайдук, Т. А. Пьявченко, В. Е. Беляев ; А. Р.

Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Москва : Лань, 2018. - 464 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Тематич. указ.: с. 460-463. - Библиогр.: с. 459 (18 назв.). - ISBN 978-5-8114-1255-6.
URL: <https://e.lanbook.com/book/90161> (13.09.2018)

Дополнительная литература:

1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : Учебное пособие / В. П. Ившин, М. Ю. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013. - 400 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-005162-8.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=363591> (13.09.2018)

2. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) / Ю. И. Кудинов ; Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф. - Москва : Лань", 2016. - ISBN 978-5-8114-1994-4.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72584 (13.09.2018)

3. Петраков, Юрий Владимирович. Теория автоматического управления технологическими системами / Юрий Владимирович, Олег Иванович ; Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Москва : Машиностроение, 2009. - 336 с. : ил. ; 21 см + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Для вузов). - Библиогр.: с.336. - ISBN 978-5-217-03391-1.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=751 (13.09.2018)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Курс лекций. Теория автоматического управления
<http://toehelp.ru/theory/tau/contents.html>

2. Сайт о моделировании явлений и объектов: <http://model.exponenta.ru>

3. Теория автоматического управления для «чайников»
<http://kpolyakov.narod.ru/uni/teapot.htm>

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://www.rucont.ru/>

<http://www.znanium.com/>

<http://www.book.ru>

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.biblio-online.ru>

[Elibrary](#)

<http://ies.unitech-mo.ru/>

<http://unitech-mo.ru/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MSOffice, MatLab.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. www.biblioclub.ru
3. www.znaniium.com