

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 27.12.2021

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f72cb8d7d6b3cb96aac6d9b4bd094fddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.05 Теория автоматического управления

для программы бакалавриата

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений»)

Форма обучения – заочная

З-БП-ЭО-21(5)

Автор: Ермолаев Ю.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: erm_62@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик /</p> <p>Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ / А.В. Рукович /</p> <p>протокол № 8 от « 18 » _____ 2021 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик /</p> <p>Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ / А.В. Рукович /</p> <p>протокол № 8 от « 18 » _____ 2021 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден</p> <p>Специалист УМО _____ / С.Р. Санникова</p> <p>« 24 » _____ 2021 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП</p> <p>Председатель УМС _____ / Л.А. Яковлева</p> <p>протокол УМС № 01 от « 30 » _____ 2021 г.</p>	<p>Зав. библиотекой</p> <p>_____ / Н.С. Булгатова</p> <p>« 30 » _____ 2021 г.</p>	

Нерюнгри 2021

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
 Б1.В.05 Теория автоматического управления
 Трудоемкость 3 з.е

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью преподавания дисциплины “Теория автоматического управления” является сообщение студентам знаний по типовым моделями звеньев и систем управления, основным свойствам динамических объектов (независимо от их физической природы), методам исследования свойств динамических систем, методам синтеза систем автоматического регулирования, приобретение студентами навыков по расчету и моделированию систем управления для использования в производственной деятельности, связанной с эксплуатацией, настройкой и разработкой настройкой и разработкой систем и устройств управления.

К задачам курса относятся: научить применению полученных знаний для представления соответствующими математическими моделями различных рассматриваемых видов и типов САУ, устройств и звеньев, для расчета их параметров, характеристик и переходных процессов; для определения границ устойчивости по тем или иным критериям и влияния управляющих и возмущающих воздействий на поведение САУ устройств и звеньев, а также их параметров. Уметь применять методы теории автоматического регулирования при решении задач управления объектами различной природы и системах управления электроприводами.

Краткое содержание дисциплины: Основы теории автоматического управления

Основные дидактические единицы (разделы) дисциплины:

- Основные понятия и определения
- Математические модели динамических систем
- Методы анализа процессов в динамических системах
- Методы синтеза систем автоматического управления

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; ПК-1.4 Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формы представления математических моделей объектов и систем управления; - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления; - Формулировать требования к свойствам систем; - Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем; - Проверять устойчивость систем; - Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основами анализа и синтеза систем автоматического управления - Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления

	<p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Об основных свойствах различных классов динамических систем. - О способах коррекции свойств замкнутых систем. - Об испытаниях и эксплуатации систем управления. <p>Иметь опыт:</p> <p>-Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе MatLab / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12»</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Место дисциплины структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.05	Теория автоматического управления	7	Б1.О.14 Математика Б1.О.14 Информатика	Б1.В.ДВ.07.02 Автоматизированное управление системами электроснабжения

1.4. Язык преподавания русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. 3-БП-ЭО-20(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.05 Теория автоматического управления	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен, КП	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	22	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	8	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	6	
- лабораторные работы	4	
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	77	
№3. Количество часов на экзамен	9	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Введение	6	2									4 (ПР)
Математическое описание линейных САУ	15	2							1		6 (ЛР) 6 (ПР)
Типовые звенья линейных САУ	16			2					1		6 (ЛР) 7 (ПР)
Структурные схемы САУ	19	2				2			1		6(ЛР) 8 (ПР)
Устойчивость линейных САУ	19	2				2			1		6 (ЛР) 8 (ПР)
Качество линейных САУ в установившемся и переходном режиме	14			2							6 (ЛР) 6 (ПР)
Коррекция линейных САУ	14			2							6 (ЛР) 6 (ПР)
Экзамен, КП	9										
Всего часов за семестр	108	8	-	6	-	4	-	-	-	4	77

Примечание: ЛР – подготовка к лабораторным работам, ПР - подготовка к практическим работам.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема1. Введение

Основные термины, понятия и определения: объект управления (регулирование), управляемые (регулируемые) величины, управляющие и возмущающие воздействия, обратные связи. Принципы управления (регулирования): разомкнутый, по отклонению, по возмущению. Алгоритмы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам. Задачи и особенности теории автоматического управления (ТАУ).

Тема2. Математическое описание линейных САУ

Общие принципы составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ. Формы записи уравнений. Типовые воздействия, применяемые при исследовании САУ (единичный скачок, гармонический сигнал). Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий. Весовая, переходная и передаточная функции элементов и систем. Передаточ-

ные функции по управляющему и возбуждающему воздействию. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе. Применение принципа суперпозиции и наложения при исследовании линейных САУ.

Тема3. Типовые звенья линейных САУ

Принципы выделения звеньев, входящих в САУ. Типовые звенья: безынерционное, апериодическое, колебательное, интегрирующее, дифференцирующие (первого и второго порядка), идеально – дифференцирующие и звено запаздывания, регуляторы. Временные, операторные и частотные характеристики типовых звеньев.

Тема4. Структурные схемы САУ

Представление САУ в виде структурных схем. Условные обозначения, применяемые при изображении структурных схем. Правила преобразования структурных схем.

Тема5. Устойчивость линейных САУ

Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания.

Тема6. Качество линейных САУ в установившемся и в переходном режиме

Статические характеристики, ошибки САУ, коэффициенты ошибок. Расчет статических характеристик САУ при различных соединениях звеньев. Способы устранения статических ошибок. Методы компенсации возмущений. Влияние вида возмущения на установившуюся ошибку в статических и астатических системах. Определение требуемого коэффициента передачи системы по заданной точности при типовых воздействиях. Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерий качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения. Прямые методы анализа качества. Решение дифференциального уравнения. Операторный метод. Построение переходных процессов методом трапецеидальных вещественных частотных характеристик. Метод математического моделирования на аналоговых и цифровых вычислительных машинах.

Тема7. Коррекция линейных САУ

Назначение коррекции САУ. Виды корректирующих устройств (последовательные и параллельные). Методы коррекции САУ. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Синтез последовательных активных корректирующих устройств. Понятие о типовых настройках регуляторов, модульном и симметричном оптимумах. Принцип подчиненного регулирования.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1: Знакомство с элементной базой программы «Electronics Workbench 5.12» (EWB 5.12) для электронного моделирования типовых звеньев ТАУ

Лабораторная работа №2: Определение передаточной функции пассивного четырехполюсника и схемы на операционном усилителе

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

Лабораторная работа №3: Исследование и построение типовых динамических звеньев САУ. Исследование частотных и переходных характеристик звеньев

Лабораторная работа №4: Исследование статической/астиатической САУ в программе EWB 5.12.

Лабораторная работа №5: Моделирование корректирующего устройства САУ

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;

- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;

- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;

- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студент график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

Критерии оценки:

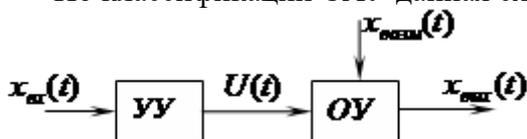
Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> подразумевающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выполнения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности. <i>Лабораторная работа выполнена в полном объеме</i> , самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. <i>На дату защиты предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.	8-10 б.
	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме</i> , с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. <i>На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа	6-7 б.

	<p>процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</p>	
	<p>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</p>	5 б.
	<p>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для формулировки выводов.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p>или</p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p>или</p> <p>Отказ от ответа</p>	0 б.

Пример тестовых заданий

1. Отметьте правильный ответ

По классификации САУ данная схема относится к:



- замкнутой системе.
- разомкнутой системе.
- системе с принципом управления по отклонению
- системе с компенсацией возмущения

2. Отметьте правильный ответ

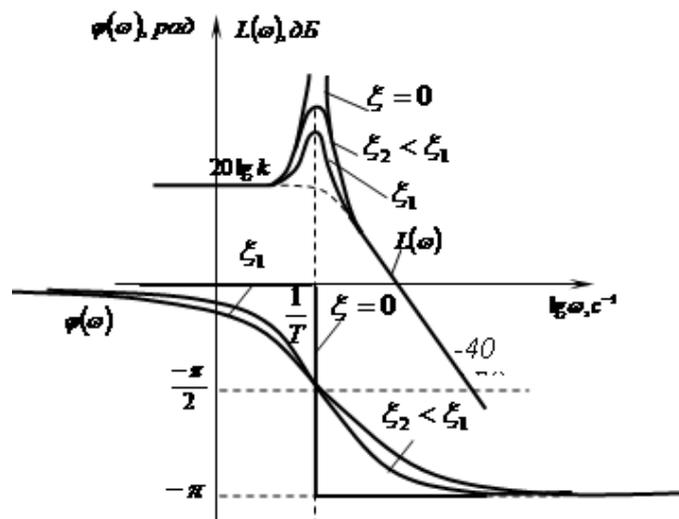
Единичное ступенчатое воздействие (*единичная ступенчатая функция, функция Хевисайда*) – это воздействие, которое мгновенно возрастает и далее остается неизменным и может быть описано следующим выражением:

- $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0, \\ 0 & \text{при } t \neq 0. \end{cases}$
- $1(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$
- $h(t) = \int_0^t w(t) dt$
- $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}$.

Отметьте правильный ответ

Логарифмические амплитудно- и фазочастотные характеристики ### звеньев

- колебательного и апериодического II порядка
- консервативного и колебательного
- апериодического II порядка и консервативного
- форсирующего и колебательного



Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	36-40
81% - 90%	32-37
71% - 80%	28-31
61% - 70%	24-27
51% - 60%	20-23
<50%	0-18

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теория автоматического управления» (сост. Киушкина В.Р.), включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=716>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Выполнение и защита лабораторных работ	36	40	60	Защита лабораторных работ
2	Выполнение практических работ по укрупненным разделам курса	16	30	40	Проработка теоретического материала. Защита практических работ
4	Итого	77	60	100	

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

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формы представления математических моделей объектов и систем управления; - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления; - Формулировать требования к свойствам систем; - Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем; - Проверять устойчивость систем; - Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основами анализа и синтеза систем автоматического управления - Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления <p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Об основных свойствах различных классов динамических систем. - О способах коррекции свойств замкнутых систем. - Об испытаниях и эксплуатации систем управления. <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в ком- 	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.	отлично
		Базовый	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.	хорошо
		Минимальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.	удовлетворительно
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по би-	неудовлетворительно

	пьютер-ной программе MatLab / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12»		лету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	
--	----------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен проводится в форме собеседования в котором студент показывает достаточные знания по теоретическим положениям и методам теории автоматического управления; также структуры, характеристик, реализации типовых звеньев и регуляторов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Классификация и основные функции САУ.
2. Временные характеристики системы автоматического управления.
3. Частотные характеристики системы автоматического управления.
4. Внешние и регулировочные характеристики систем
5. Меры (шкалы) осей координат при построении частотных характеристик системы.
6. Усиленное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
7. Интегрирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
8. Дифференцирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
9. Форсирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
10. Апериодическое звено 1-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
11. Апериодическое звено 2-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
12. Колебательное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
13. Звено с постоянным запаздыванием. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
14. Консервативное звено (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
15. ПИ-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация

звена)

16. ИД, ИП - регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

17. ПД-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

18. ПИД- регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена).

19. Структурные преобразования соединений звеньев (последовательное, параллельное).

20. Перенос элементов в структурной схеме САУ.

21. Преобразование звена, охваченного обратной связью.

22. Передаточные функции одноконтурных САУ относительно различных воздействий.

23. Устойчивость линейных САУ. Общие понятия.

24. Расположение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости и влияние его на поведение выходной координаты.

25. Критерии устойчивости. Общие положения.

26. Критерий устойчивости Гурвица.

27. Критерий устойчивости Найквиста.

28. Критерий устойчивости Михайлова.

29. Оценка устойчивости САУ по ЛЧХ. Запасы устойчивости систем.

30. Построение областей устойчивости САУ.

31. Точность САУ в статическом режиме.

32. Оценки качества переходных процессов.

33. Показатели качества переходных процессов.

34. Критерии качества переходных процессов.

35. Связь показателей качества с параметрами приближенной модели.

36. Основные понятия о синтезе САУ.

37. Общие принципы синтеза САУ.

38. Последовательная коррекция динамических свойств.

39. Параллельная коррекция динамических свойств.

40. Структурно-параметрическая оптимизация САУ.

41. Частотный метод синтеза САУ.

42. Нелинейные САУ. Общие положения.

43. Особенности нелинейных систем.

44. Типовые нелинейные элементы систем управления.

45. Метод фазовых траекторий.

46. Метод гармонической линеаризации.

47. Оптимизация по быстрдействию нелинейных САУ.

48. Общие сведения о дискретных системах.

49. Функциональная и алгоритмическая структуры амплитудно-импульсной системы.

50. Математическое описание амплитудно-импульсной системы.

51. Характеристика типовой импульсной цепи.

52. Характеристики замкнутой импульсной системы.

53. Основные условия и критерии устойчивости импульсных систем.

54. Структура и характеристики цифровой системы управления.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	Экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 4 курса
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Специальное оборудованные помещения с лабораторными стендами, отвечающими требованиям освоения дисциплины в полном объеме
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в форме собеседования
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 60 баллов минимум, чтобы получить экзамен.

6.4 Задание на курсовой проект

Курсовой проект по теории автоматического управления преследует цель практического закрепления приобретенных теоретических знаний и навыков.

Курсовой проект по ТАУ посвящен анализу одноконтурной САУ четвертого порядка. Отличительная особенность задания, помимо порядка анализируемой САУ, заключается в том, что одно или несколько звеньев в структурной схеме заданы в виде пассивных четырехполюсников или схем на операционных усилителях, и требуется получить передаточные функции этих звеньев. Кроме того, на заключительном этапе выполнения проекта необходимо произвести настройку исходной САУ на минимальное время переходного процесса.

Выполнение проекта заканчивается защитой его результатов и дифференцированным зачетом. Автору задается несколько вопросов, непосредственно касающихся выполненной работы. Оценка за курсовой проект складывается из общего впечатления о нем (качество проработки вопросов, самостоятельность при выполнении проекта и т.д.) и правильности ответов на поставленные вопросы.

Курсовой проект: «Анализ САУ 4-го порядка»

Цель проекта: Расчет одноконтурной системы автоматического регулирования.

Содержание работы

1. Постановка задачи.
2. Расчет и построение границы заданного запаса устойчивости АСР.
3. Определение оптимальных параметров настройки регулятора.
4. Расчет, построение и оценка качества переходного процесса в замкнутой АСР при возмущении, идущем по каналу регулирующего воздействия.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4	<ul style="list-style-type: none"> - проект сдан в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется расширенный список использованной литературы, - защита выполнена логично, связано, лаконично, указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, - чертежи выполнены верно, соответствуют стадиям проектирования, - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений, - могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. - умение читать электрические схемы 	24-30 б.
	<ul style="list-style-type: none"> - проект сдан в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал, - при защите прослеживается логическая последовательность, - допускаются небольшие неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя - ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности - чертежи выполнены в соответствии с заданием на проект, - в схемах допущены неточности 	20-23 б.
	<ul style="list-style-type: none"> - оформление не соответствует требованиям, - список литературы содержит справочный материал, - неуверенность в применении справочной литературы, - при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки, - изложение основных аспектов несвязно, - отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, - структура расчетов не соответствует содержанию, - на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы, - в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно <p>или</p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p>или</p> <p>Отказ от защиты /ответа</p>	0 б.

Проект входит в общий зачет, если в результате оценки получено 20 баллов и выше. В противном случае студент должен исправить все недочеты и замечания и предоставить курсовой проект к повторной защите.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ/текущий контингент студентов
Основная литература			
1	Востриков А.С. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов/А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Высш. Шк., 2004. – 365 с.: ил.	УМО	11/12
2	Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: Учеб. пособие / Л.Д. Певзнер. – М.: Высш. шк., 2006. – 590 с.: ил.	УМО	15/12
Дополнительная литература			
1	Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2003. – 302 с.: ил.		
2	Коновалов Б.И. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2000. –99 с.		
3	Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1978. – 512 с.		
4	Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование.-М.: Машиностроение, 1973.-608 с.		
5	Теория автоматического управления. В двух частях. / Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высшая школа. 1986. - 844 с.		
6	Юревич Е.А. Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. - 416 с.		
Для курсового проектирования			
1	Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: Учебное методическое пособие. Изд. Третье, дополненное и переработанное – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2000. –141 с.		
Периодические издания			
2	Электромеханика		
3	Электроника		
4	Электротехника		
Методические разработки вуза			
1	Земская О.П. Электронный учебник по ЕWB: ТИ (ф) ЯГУ 2003.		50/13
2	Киушкина В.Р., Старостина Л.В. Учебно-методическое-пособие по самостоятельным, расчетно-графическим и индивидуальным работам по дис-		50/13

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

	циплине «Теория автоматического управления». - Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2014 – 60с.		
3	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.		50/13
4	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. (РАЗДЕЛ. Программное обеспечение в инженерных задачах) – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.		50/13

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».
- Электронные презентационные плакаты. Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Справочно-информационный портал Википедия. Теория автоматического управления, http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F
- 2) Образовательный портал Библиотека технической литературы (Справочник по ТАУ), http://umup.narod.ru/862_1.html
- 3) Электроработы, <http://www.yanviktor.narod.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с использованием мультимедийных средств для представления презентаций лекций;
- лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с требуемым программным обеспечением:

1. Программа схемотехнического моделирования EWB 5.12.
2. Пакеты моделирования динамических систем Matlab
3. Пакеты программ для математических расчетов MathCad.

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1.	Типовые звенья	Лабораторные работы	A303	Компьютерная техника
2	Типовые звенья Классификация САУ Корректирующие устройства	лекция	A510	Проектор, ноутбук, экран, презентационный материал

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
 Б1.В.05 Теория автоматического управления
 Трудоемкость 3 з.е

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью преподавания дисциплины “Теория автоматического управления” является сообщение студентам знаний по типовым моделями звеньев и систем управления, основным свойствам динамических объектов (независимо от их физической природы), методам исследования свойств динамических систем, методам синтеза систем автоматического регулирования, приобретение студентами навыков по расчету и моделированию систем управления для использования в производственной деятельности, связанной с эксплуатацией, настройкой и разработкой настройкой и разработкой систем и устройств управления.

К задачам курса относятся: научить применению полученных знаний для представления соответствующими математическими моделями различных рассматриваемых видов и типов САУ, устройств и звеньев, для расчета их параметров, характеристик и переходных процессов; для определения границ устойчивости по тем или иным критериям и влияния управляющих и возмущающих воздействий на поведение САУ устройств и звеньев, а также их параметров. Уметь применять методы теории автоматического регулирования при решении задач управления объектами различной природы и системах управления электроприводами.

Краткое содержание дисциплины: Основы теории автоматического управления

Основные дидактические единицы (разделы) дисциплины:

- Основные понятия и определения
- Математические модели динамических систем
- Методы анализа процессов в динамических системах
- Методы синтеза систем автоматического управления

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных планируемые результаты освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен обеспечивать функционирование технологического процесса электро-технического и электроэнергетического оборудования	ПК-1.1- Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2- Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3- Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; ПК-1.4- Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике;	Знать: - <i>Формы представления математических моделей объектов и систем управления;</i> - <i>Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления;</i> Уметь: - <i>Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления;</i> - <i>Формулировать требования к свойствам систем;</i> - <i>Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем;</i> - <i>Проверять устойчивость систем;</i> - <i>Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления.</i>

		<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Основами анализа и синтеза систем автоматического управления - Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления <p><i>Иметь представление:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Об основных свойствах различных классов динамических систем. - О способах коррекции свойств замкнутых систем. - Об испытаниях и эксплуатации систем управления. <p><i>Иметь опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе MatLab / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12»
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Место дисциплины структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.05	Теория автоматического управления	7	Б1.О.14 математика, Б1.О.15 физика, Б1.О.18 Теоретические основы электротехники	Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети Б1.В.ДВ.01.02 Интеллектуальные системы электро-снабжения с возобновляемыми энергоисточниками Б1.В.07.03 Электрическая часть электростанций и подстанций

1.4. Язык преподавания русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. БП- ЭО-21(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.05 Теория автоматического управления	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен, КП	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	2/20	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	2/6	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	6	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	6	-
- лабораторные работы	4	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	77	
№3. Количество часов на экзамен	9	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Введение	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7 (К)
Всего часов за семестр	9										
Математическое описание линейных САУ	24	4	-		-	-	-	-	-	-	20 (КП)
Типовые звенья линейных САУ	16	2	-	2	-	-				2	10 (ПР)
Структурные схемы САУ	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	10 (ПР)
Устойчивость линейных САУ	12	-	-		-	2	-	-	-	-	10 (ЛР)
Качество линейных САУ в установившемся и переходном режиме	14	-	-		-	2	-	-	-	2	10 (ЛР)
Коррекция линейных САУ	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	10 (ПР)
Экзамен	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Всего часов за семестр	108	6	-	6	-	4	-	-	-	4	77(9)

Примечание: ЛР – подготовка к лабораторным работам, ПР - подготовка к практическим работам.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема1. Введение

Основные термины, понятия и определения: объект управления (регулирование), управляемые (регулируемые) величины, управляющие и возмущающие воздействия, обратные связи. Принципы управления (регулирования): разомкнутый, по отклонению, по возмущению. Алгоритмы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам. Задачи и особенности теории автоматического управления (ТАУ).

Тема2. Математическое описание линейных САУ

Общие принципы составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ. Формы записи уравнений. Типовые воздействия, применяемые при исследовании САУ (единичный скачок, гармонический сигнал). Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий. Весовая, переходная и передаточная функции элементов и систем. Передаточные

функции по управляющему и возбуждающему воздействию. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе. Применение принципа суперпозиции и наложения при исследовании линейных САУ.

Тема3. Типовые звенья линейных САУ

Принципы выделения звеньев, входящих в САУ. Типовые звенья: безынерционное, апериодическое, колебательное, интегрирующее, дифференцирующие (первого и второго порядка), идеально – дифференцирующие и звено запаздывания, регуляторы. Временные, операторные и частотные характеристики типовых звеньев.

Тема4. Структурные схемы САУ

Представление САУ в виде структурных схем. Условные обозначения, применяемые при изображении структурных схем. Правила преобразования структурных схем.

Тема5. Устойчивость линейных САУ

Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания.

Тема6. Качество линейных САУ в установившемся и в переходном режиме

Статические характеристики, ошибки САУ, коэффициенты ошибок. Расчет статических характеристик САУ при различных соединениях звеньев. Способы устранения статических ошибок. Методы компенсации возмущений. Влияние вида возмущения на установившуюся ошибку в статических и астатических системах. Определение требуемого коэффициента передачи системы по заданной точности при типовых воздействиях. Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерий качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения. Прямые методы анализа качества. Решение дифференциального управления. Операторный метод. Построение переходных процессов методом трапецеидальных вещественных частотных характеристик. Метод математического моделирования на аналоговых и цифровых вычислительных машинах.

Тема7. Коррекция линейных САУ

Назначение коррекции САУ. Виды корректирующих устройств (последовательные и параллельные). Методы коррекции САУ. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Синтез последовательных активных корректирующих устройств. Понятие о типовых настройках регуляторов, модульном и симметричном оптимумах. Принцип подчиненного регулирования.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Область профессиональной деятельности выпускника	7	Учебные деловые игры, кейс технологии, метод «мозгового штурма», видео материалы, демонстрационные плакаты при использовании интерактивной доски	1
Итого:			1

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Организация учебного процесса в ВУЗе	Написание конспекта	7	Анализ теоретического материала (внеауд.СРС)
2	Область профессиональной деятельности выпускника	Выполнение ЛР Решение ПР	20 30	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР и ПР (внеауд.СРС)
3	Модуль «Математическое описание линейных САУ»	Выполнение КП	20	Анализ теоретического материала, выполнение КП (внеауд.СРС)
4	Экзамен		9	Подготовка к экзамену
	Всего часов		77(9)	

4.1 Лабораторные работы

Лабораторная работа №1: Знакомство с элементной базой программы «Electronics Workbench 5.12» (EWB 5.12) для электронного моделирования типовых звеньев ТАУ

Лабораторная работа №2: Определение передаточной функции пассивного четырехполюсника и схемы на операционном усилителе

Лабораторная работа №3: Исследование и построение типовых динамических звеньев САУ. Исследование частотных и переходных характеристик звеньев

Лабораторная работа №4: Исследование статической/астистической САУ в программе EWB 5.12.

Лабораторная работа №5: Моделирование корректирующего устройства САУ

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студент график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-1	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> подразумевающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выпол-	8-10 б.

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

	<p>нения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности.. <i>Лабораторная работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. На дату защиты предоставлен отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.</i></p>	
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p>	6-7 б.
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p>	5 б.
	<p>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, фор-</p>	0 б.

	<p>мул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для формулировки выводов. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от ответа</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

4.2 Задание на курсовой проект

Курсовой проект по теории автоматического управления преследует цель практического закрепления приобретенных теоретических знаний и навыков.

Курсовой проект по ТАУ посвящен анализу одноконтурной САУ четвертого порядка. Отличительная особенность задания, помимо порядка анализируемой САУ, заключается в том, что одно или несколько звеньев в структурной схеме заданы в виде пассивных четырехполюсников или схем на операционных усилителях, и требуется получить передаточные функции этих звеньев. Кроме того, на заключительном этапе выполнения проекта необходимо произвести настройку исходной САУ на минимальное время переходного процесса.

Выполнение проекта заканчивается защитой его результатов и дифференцированным зачетом. Автору задается несколько вопросов, непосредственно касающихся выполненной работы. Оценка за курсовой проект складывается из общего впечатления о нем (качество проработки вопросов, самостоятельность при выполнении проекта и т.д.) и правильности ответов на поставленные вопросы.

Курсовой проект: «Анализ САУ 4-го порядка»

Цель проекта: Расчет одноконтурной системы автоматического регулирования.

Содержание работы

1. Постановка задачи.
2. Расчет и построение границы заданного запаса устойчивости АСР.
3. Определение оптимальных параметров настройки регулятора.
4. Расчет, построение и оценка качества переходного процесса в замкнутой АСР при возмущении, идущем по каналу регулирующего воздействия.

Критерии оценки:

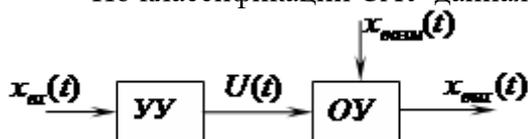
Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> - проект сдан в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется расширенный список использованной литературы, - защита выполнена логично, связано, лаконично, указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, - чертежи выполнены верно, соответствуют стадиям проектирования, - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений, - могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. - умение читать электрические схемы 	24-30 б.

	<ul style="list-style-type: none"> - проект сдан в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал, - при защите прослеживается логическая последовательность, - допускаются небольшие неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя - ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности - чертежи выполнены в соответствии с заданием на проект, - в схемах допущены неточности 	20-23 б.
	<ul style="list-style-type: none"> - оформление не соответствует требованиям, - список литературы содержит справочный материал, - неуверенность в применении справочной литературы, - при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки, - изложение основных аспектов несвязно, - отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, - структура расчетов не соответствует содержанию, - на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы, - в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от защиты /ответа</p>	0 б.

Пример тестовых заданий

1. Отметьте правильный ответ

По классификации САУ данная схема относится к:



- замкнутой системе.
- разомкнутой системе.
- системе с принципом управления по отклонению
- системе с компенсацией возмущения

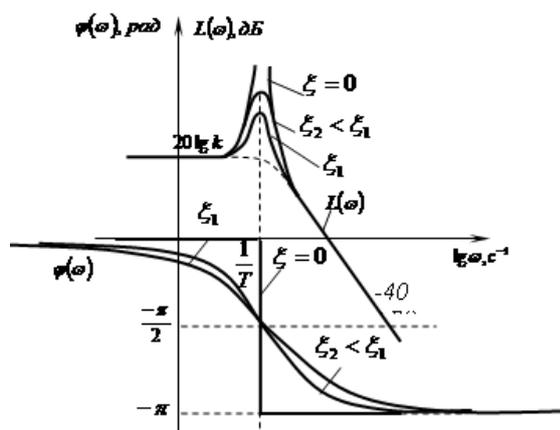
2. Отметьте правильный ответ

Единичное ступенчатое воздействие (*единичная ступенчатая функция, функция Хевисайда*) – это воздействие, которое мгновенно возрастает и далее остается неизменным и может быть описано следующим выражением:

- $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0, \\ 0 & \text{при } t \neq 0. \end{cases}$
- $1(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$
- $h(t) = \int_0^t w(t) dt$
- $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}$.

Отметьте правильный ответ

Логарифмические амплитудно- и фазо- частотные характеристики ### звеньев



- колебательного и апериодического II порядка
- консервативного и колебательного
- апериодического II порядка и консервативного
- форсирующего и колебательного

Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	36-40
81% - 90%	32-37
71% - 80%	28-31
61% - 70%	24-27
51% - 60%	20-23
<50%	0-18

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теория автоматического управления» (сост. Киушкина В.Р.), включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=11791>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Выполнение и защита лабораторных работ	20	10	10*2=20 баллов	Защита лабораторных работ
2	Выполнение и защита практических работ	30	15	10*3=30 баллов	Защита практических работ
3	Выполнение тестов по укрупненным разделам курса	7	10	20	
4	Выполнение КП	20	10		
5	экзамен	9	25	30	
	Итого	77(9)	60	100	

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

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формы представления математических моделей объектов и систем управления; - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления; - Формулировать требования к свойствам систем; - Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем; - Проверять устойчивость систем; - Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основами анализа и синтеза систем автоматического управления - Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления <p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Об основных свойствах различных классов динамических систем. - О способах коррекции свойств замкнутых си- 	Высокий	Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи.	отлично
		Базовый	Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	хорошо
		Минимальный	Логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент частично способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют убедительные выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний вызывает незначительные трудности. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	удовлетворительно
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терми-	неудовлетворительно

	стем. - Об испытаниях и эксплуатации систем управления. Иметь опыт: -Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе MatLab / Simulink/«Electronics Workbench 5.12»		нология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Зачет проводится в форме собеседования в котором студент показывает достаточные знания по теоретическим положениям и методам теории автоматического управления; также структуры, характеристик, реализации типовых звеньев и регуляторов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Классификация и основные функции САУ.
2. Временные характеристики системы автоматического управления.
3. Частотные характеристики системы автоматического управления.
4. Внешние и регулировочные характеристики систем
5. Меры (шкалы) осей координат при построении частотных характеристик системы.
6. Усиленное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
7. Интегрирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
8. Дифференцирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
9. Форсирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
10. Апериодическое звено 1-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
11. Апериодическое звено 2-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
12. Колебательное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
13. Звено с постоянным запаздыванием. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

АФЧХ), реализация звена)

14. Консервативное звено (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

15. ПИ-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

16. ИД, ИП - регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

17. ПД-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

18. ПИД- регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена).

19. Структурные преобразования соединений звеньев (последовательное, параллельное).

20. Перенос элементов в структурной схеме САУ.

21. Преобразование звена, охваченного обратной связью.

22. Передаточные функции одноконтурных САУ относительно различных воздействий.

23. Устойчивость линейных САУ. Общие понятия.

24. Расположение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости и влияние его на поведение выходной координаты.

25. Критерии устойчивости. Общие положения.

26. Критерий устойчивости Гурвица.

27. Критерий устойчивости Найквиста.

28. Критерий устойчивости Михайлова.

29. Оценка устойчивости САУ по ЛЧХ. Запасы устойчивости систем.

30. Построение областей устойчивости САУ.

31. Точность САУ в статическом режиме.

32. Оценки качества переходных процессов.

33. Показатели качества переходных процессов.

34. Критерии качества переходных процессов.

35. Связь показателей качества с параметрами приближенной модели.

36. Основные понятия о синтезе САУ.

37. Общие принципы синтеза САУ.

38. Последовательная коррекция динамических свойств.

39. Параллельная коррекция динамических свойств.

40. Структурно-параметрическая оптимизация САУ.

41. Частотный метод синтеза САУ.

42. Нелинейные САУ. Общие положения.

43. Особенности нелинейных систем.

44. Типовые нелинейные элементы систем управления.

45. Метод фазовых траекторий.

46. Метод гармонической линеаризации.

47. Оптимизация по быстродействию нелинейных САУ.

48. Общие сведения о дискретных системах.

49. Функциональная и алгоритмическая структуры амплитудно-импульсной системы.

50. Математическое описание амплитудно-импульсной системы.
51. Характеристика типовой импульсной цепи.
52. Характеристики замкнутой импульсной системы.
53. Основные условия и критерии устойчивости импульсных систем.
54. Структура и характеристики цифровой системы управления.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	Экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированной компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 4 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в Критерии оценки экзамена
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ/текущий контингент студентов
Основная литература			
1	Востриков А.С. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов/А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Высш. Шк., 2004. – 365 с.: ил.	УМО	11/12
2	Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: Учеб. пособие / Л.Д. Певзнер. – М.: Высш. шк., 2006. – 590 с.: ил.	УМО	15/12
Дополнительная литература			
1	Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2003. – 302 с.: ил.		
2	Коновалов Б.И. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2000. –99 с.		
3	Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1978. – 512 с.		
4	Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование.-М.: Машиностроение, 1973.-608 с.		
5	Теория автоматического управления. В двух частях./ Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высшая школа. 1986. - 844 с.		
6	Юревич Е.А. Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. - 416 с.		
Для курсового проектирования			
1	Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: Учебное методическое пособие. Изд. Третье, дополненное и переработанное – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2000. –141 с.		
Периодические издания			
2	Электромеханика		
3	Электроника		
4	Электротехника		
Методические разработки вуза			
1	Земская О.П. Электронный учебник по ЕWB: ТИ (ф) ЯГУ 2003.		50/13
2	Киушкина В.Р., Старостина Л.В. Учебно-методическое-пособие по самостоятельным, расчетно-графическим и индивидуальным работам по дисциплине «Теория автоматического управления». -		50/13

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

	Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2014 – 60с.		
3	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.		50/13
4	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. (РАЗДЕЛ. Программное обеспечение в инженерных задачах) – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.		50/13

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».
- Электронные презентационные плакаты. Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Справочно-информационный портал ВИКИПЕДИЯ. Теория автоматического управления, <https://edu.tusur.ru/publications/6249/download>
- 2) Образовательный портал Библиотека технической литературы (Справочник по ТАУ), http://umup.narod.ru/862_1.html
- 3) Электроработы, <http://www.yanviktor.narod.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с использованием мультимедийных средств для представления презентаций лекций;
- лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с требуемым программным обеспечением:

1. Программа схемотехнического моделирования EWB 5.12.
2. Пакеты моделирования динамических систем Matlab
3. Пакеты программ для математических расчетов MathCad.

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1.	Типовые звенья	Лабораторные работы	A303	Компьютерная техника
2	Типовые звенья Классификация САУ Корректирующие устройства	лекция	A510	Проектор, ноутбук, экран, презентационный материал

