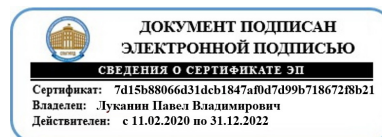


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.13 Теория автоматического управления

Учебный план: ФГОС3++z130302-1_19-15.plx

Кафедра: **30** Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электропривод и автоматика
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	8	14	10	310	18	10	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	8	14	10	310	18	10	
Итого	УП	8	14	10	310	18	10	
	РПД	8	14	10	310	18	10	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Хардигов Е.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного
электропривода и электротехники

Хардигов Е.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Хардигов Е.В.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося области теории автоматического управления, позволяющие осуществлять анализ и синтез систем автоматического управления.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучить принципы построения и структуру систем автоматического управления (САУ).

Рассмотреть основные методы получения моделей звеньев и динамических систем.

Освоить методы анализа и синтеза САУ

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика (Теория вероятностей)

Физика

Общая энергетика

Инженерная графика

Учебная практика (ознакомительная практика)

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПКп-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик

Знать: Теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов САУ; основные формы записи моделей систем: однородные дифференциальные уравнения, уравнения в форме пространства состояния, передаточные функции; принципы построения САУ; методы анализа устойчивости и качества работы САУ.

Уметь: Использовать физико-математический аппарат при построении моделей элементов САУ; Переходить от одной формы записи к другой; проводить экспериментальные исследования с целью получения характеристик моделей в частной и временной областях; Использовать методы повышения точности, качества и запаса устойчивости; Применять методы синтеза систем, помощью временных и частотных характеристик, корневыми методами.

Владеть: Методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости навыками работы с современными компьютерными программами при моделировании САУ; навыками работы с современными глобальными информационными системами; основными методами проектирования САУ.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Общие сведения о системах автоматического управления	3					
Тема 1. Основные понятия . Краткая история ТАУ. Примеры САУ. Принципиальные и функциональные схемы. Основные функциональные элементы и структура САУ		1			14	
Тема 2. Методы получения моделей элементов САУ. Получение статических и динамических характеристик экспериментальными и аналитическими методами			1		14	
Раздел 2. Линейные системы и их характеристики						
Тема 3. Формы записи моделей линейных систем. Однородные дифференциальные уравнения. передаточные функции Уравнения состояния. Преобразование Лапласа и его свойства. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции и уравнениям состояния. Лабораторная работа : Моделирование систем при различных формах записи		1		2	20	
Тема 4. Временные характеристики. Переходная и весовая функции. Использование преобразования Лапласа для определения временных характеристик. Метод неопределенных множителей. Формулы Хевисайда.			1		22	
Тема 5. Частотные характеристики. Преобразование Фурье. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики. Амплитудно-фазовые характеристики			1		20	
Тема 6. Типовые динамические звенья и их характеристики. Позиционные , интегрирующие и дифференцирующие звенья Лабораторные работы: Позиционные динамические звенья. Интегрирующие и дифференцирующие динамические звенья			1	2	20	
Раздел 3. Методы анализа линейных систем						
Тема 7. Устойчивость линейных систем. Понятие устойчивости . Корневые методы оценки устойчивости. Частотные методы оценки устойчивости. Понятие запаса устойчивости. Лабораторная работа: Исследование устойчивости замкнутых САУ		1	1	2	24	

Тема 8. Качество работы САУ. Оценка качества работы системы по переходной характеристике. Корневые и частотные методы оценки качества. Точность работы САУ. Понятие ошибки по положению, по скорости и ускорению. Понятие астатизма системы. Оценка астатизма по передаточной функции разомкнутой системы		2		22	
Раздел 4. Методы повышения точности и качества. Синтез САУ.					
Тема 9. Повышение точности работы систем. Управление по возмущению. Теория инвариантности и комбинированное управление.	1	1		24	
Тема 10. Улучшение качества работы систем. Последовательные и параллельные корректирующие звенья. Типовые законы управления.		2	2	22	
Лабораторная работа: Выбор параметров регуляторов со стандартными законами управления					
Тема 11. Корневой метод синтеза САУ. Понятие характеристического полинома замкнутой системы. Нули и полюса передаточной функции замкнутой системы. Карта нулей и полюсов. Оценка качества работы системы по карте нулей и полюсов. Понятие корневого годографа.		2		18	
Тема 12. Синтез систем с помощью логарифмических амплитудно-частотных характеристик(ЛАЧХ) Показатель колебательности. Влияние порядка астатизма на вид ЛАЧХ. Построение ЛАЧХ с учетом заданного показателя колебательности.		2	2	20	
Лабораторная работа: Синтез систем с помощью ЛАЧХ.					
Раздел 5. Дискретные системы управления.					
Тема 13. Импульсные системы. Амплитудно-импульсная модуляция. Широтно-импульсная модуляция. Разностные уравнения. Z-преобразование. Дискретная передаточная функция. Устойчивость и качество импульсных систем	1			18	
Тема 14. Цифровые системы управления. Цепочка преобразования сигналов в цифровых системах управления. Квантование сигналов по времени и уровню. Понятие фиксатора. Переход от непрерывной модели объекта с фиксатором нулевого порядка к дискретной модели.	1			16	
Раздел 6. Нелинейные системы управления.					

Тема 15. Общие понятия о нелинейных системах. Виды нелинейных элементов. Классификация нелинейных систем. Релейные системы	1			20	
Тема 16. Анализ работы нелинейных систем. Метод фазовой плоскости. Гармоническая линеаризация	1			16	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	14	10	310	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	5			13	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	37			323	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью курсовой работы является анализ и синтез системы автоматического управления (САУ).

При выполнении курсовой работы решаются следующие задачи:

- составление функциональной схемы управления на базе принципиальной схемы;
- получение математических моделей элементов и устройств системы, составление и преобразование структурной схемы;
- исследование устойчивости;
- параметрический синтез регулятора;
- анализ точности и качества работы системы

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Анализ и синтез системы стабилизации числа оборотов двигателя постоянного тока с различными исходными данными.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, с использованием специального программного обеспечения.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 30-40 листов, содержащего следующие обязательные элементы:

Принципиальные электрические, функциональные и структурные схемы системы управления и их описание.

Теоретические описания, связанные с анализом и синтезом систем.

Результаты анализа модели объекта по каналам управления и возмущения.

Результаты параметрического синтеза регулятора САУ.

Оценку качества и точности работы системы.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПКп-1	Имеет представление о принципах построения САУ, методах анализа устойчивости и качества САУ. Демонстрирует способность использовать методы повышения точности и качества систем. Показывает владение навыками работы с современными глобальными информационными системами и методами проектирования САУ.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания методов анализа и синтеза САУ, свободно ориентируется в основных понятиях, усвоил основную и знаком с дополнительной литературой,	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью

	проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электрической цепи. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний методов анализа и синтеза САУ, усвоил основную литературу, допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электротехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме: может перечислить методы анализа и синтеза САУ и использовать их, но при этом допускает большое количество ошибок, допускает существенные ошибки в ответе, но может их устранить под руководством преподавателя.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях. Предпринимает попытки списывания, используя неразрешенные технические устройства или подсказки другого студента.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Понятие астатизма системы. Оценка астатизма по передаточной функции разомкнутой системы.
2	Точность работы САУ. Понятие ошибки по положению, по скорости и ускорению.
3	Передаточная функция замкнутой системы по заданию, ошибке регулирования, сигналу управления.
4	Частотные методы оценки качества.
5	Корневые методы оценки качества.
6	Оценка качества работы системы по переходной характеристике.
7	Понятие динамической и статической ошибок.
8	Понятие запаса устойчивости.
9	Частотные методы оценки устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста
10	Корневые методы оценки устойчивости
11	Устойчивость линейных систем.
12	Звено запаздывания и его особенности.
13	Изодромное звено
14	Реальное дифференцирующее звено.
15	Идеальное дифференцирующее звено.
16	Интегрирующее звено с замедлением
17	Идеальное интегрирующее звено
18	Консервативное звено.
19	Колебательное звено.
20	Апериодическое звено 2-го порядка

21	Апериодическое звено 1-го порядка.
22	Типовые сигналы и типовые динамические звенья.
23	Типовые соединения звеньев. Блок– схема системы.
24	Понятие характеристического полинома, карта нулей и полюсов
25	Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.
26	Амплитудно-частотная, фазо-частотная и амплитудно-фазовая характеристики
27	Преобразование Фурье.
28	Использование метода неопределенных множителей для определения переходной и весовой функций.
29	Использование прямого и обратного преобразования Лапласа для определения весовой и переходной характеристик.
30	Переходная и весовая функция системы
31	Получение модели в форме пространства состояния по передаточной функции.
32	Модель системы в форме пространства состояния.
33	Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции и обратно.
34	Преобразование Лапласа и его свойства.
35	Аналитический метод получения модели объекта.
36	Принципы управления (управление по прямой и обратной связи).
37	Основные элементы САУ.
38	Анализ работы нелинейных систем. Метод фазовой плоскости.
39	Релейные системы.
40	Нелинейные системы. Виды нелинейностей.
41	Цифровые системы квантование сигналов по времени и уровню. Понятие фиксатора
42	Устойчивость и качество дискретных систем
43	Импульсные системы Z-преобразования. Дискретная передаточная функция
44	Влияние порядка астатизма на ЛАЧХ разомкнутой системы.
45	Показатель колебательности. Построение ЛАЧХ с учетом заданного показателя колебательности.
46	Построение логарифмических амплитудных характеристик типовых звеньев.
47	Карта нулей и полюсов. Оценка качества работы по карте нулей и полюсов. Корневой годограф.
48	Улучшение качества работы системы, типовые законы управления.
49	Управление по возмущению. Теория инвариантности и комбинированное управление
50	Методы повышения точности работы системы.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания(задачи,кейсы) находятся в Приложении к данной РПД

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☒

Письменная

☒

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочниками по электротехнике;
- Время на защиту курсовой работы 15 мин;
- Время на подготовку ответа 30 минут;
- В течение семестра выполняются контрольные работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.1.: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf
Гаврилов А. Н., Барметов Ю. П., Хвостов А. А., Тихомиров С. Г.	Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы)	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2016	http://www.iprbookshop.ru/50645.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лубенцова Е. В., Лубенцов В. Ф.	Теория автоматического управления	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2013	http://www.iprbookshop.ru/63227.html
Егоркин О. В., Назарова Н. В.	Теория автоматического управления	Саратов: Вузовское образование	2018	http://www.iprbookshop.ru/73607.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

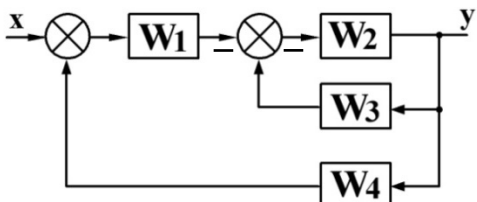
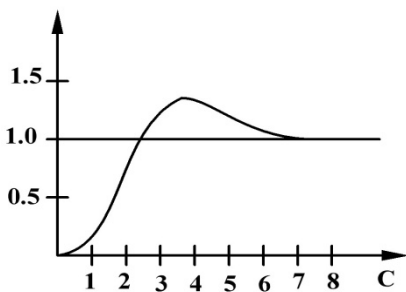
MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

по направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
наименование ОП (профиля): Электропривод и автоматика

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 4	
	Дано дифференциальное уравнение, получить передаточную функцию. $\frac{5d^2y(t)}{dt} + 4y(t) = 3 \frac{dx(t)}{dt}$
	Дана блок- схема системы, определить передаточную функцию. $W(p) = \frac{y(p)}{x(p)}$ 
	По графику переходной функции замкнутой системы, определить время переходного процесса и перерегулирование. 
Семестр 5	
	Дана передаточная функция разомкнутой системы, определить порядок астатизма. $W(p) = \frac{(2p + 1)}{p^2 \cdot (4p + 1) \cdot (3p + 1)}$
	Построить ЛАЧХ по передаточной функции: $W(p) = \frac{5p + 1}{4p + 1}$
	По амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы, определить устойчивость замкнутой системы.

-1,0j

