

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Элементы автоматических устройств

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматика энергосистем

Курс: 1, семестр : 1

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	85
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	59
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, протокол заседания кафедры №10 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Глазырин В. Е.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Глазырин Г. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.6 способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; в части следующих результатов обучения:
31. знать методы и средства построения измерительных органов устройств РЗА, схемы элементов УРЗА, нашедшие широкое применение на практике
32. принципы преобразования информационных сигналов в устройствах РЗА, методы и средства преобразования непрерывных сигналов в непрерывные, используемые в УРЗА
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
34. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты
у1. уметь выполнять синтез и рассчитывать параметры схем измерительных органов, необходимых для получения заданной характеристики срабатывания УРЗА
у2. уметь моделировать электронные узлы устройств РЗА и анализировать их работу с помощью современных программных продуктов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Элементы автоматических устройств</i>	
ПК.6.31 знать методы и средства построения измерительных органов устройств РЗА, схемы элементов УРЗА, нашедшие широкое применение на практике	
1. место и роль автоматических устройств в обеспечении необходимого уровня надежности работы электроэнергетических систем	Лекции; Самостоятельная работа
2. знать методику расчёта и выбора параметров измерительных органов устройств РЗА, нашедших широкое применение на практике, а также средства их построения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.32 принципы преобразования информационных сигналов в устройствах РЗА, методы и средства преобразования непрерывных сигналов в непрерывные, используемые в УРЗА	
3. принципы преобразования информационных сигналов в устройствах РЗА, методы и средства преобразования непрерывных сигналов в непрерывные, используемые в УРЗА	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.34 знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	
4. особенности функционирования современных УРЗА во время переходных процессов при условии искажения входных токовых сигналов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у1 уметь выполнять синтез и рассчитывать параметры схем измерительных органов, необходимых для получения заданной характеристики срабатывания УРЗА	
5. уметь выполнять синтез и рассчитывать параметры схем измерительных органов, необходимых для получения заданной характеристики срабатывания УРЗА	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у2 уметь моделировать электронные узлы устройств РЗА и анализировать их работу с помощью современных программных продуктов	
6. уметь моделировать электронные узлы устройств РЗА и анализировать их работу с помощью современных программных продуктов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. компьютерные пакеты схемотехнического моделирования электронных узлов УРЗА	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Функциональные элементы устройств автоматического и автоматизированного управления в электроэнергетике, их характеристики, предъявляемые к ним требования				
1. Цели дисциплины. Предмет дисциплины. Структура дисциплины. Её связь с другими дисциплинами учебного плана. Основные особенности процесса производства и распределения электроэнергии. Автоматическая система управления производством и распределением как совокупность взаимодействующих информационных и управляющих автоматических устройств, вычислительных и управляющих машин. Основные виды автоматических устройств. Алгоритмы функционирования и структурные схемы автоматических устройств. Входные электрические сигналы автоматических устройств, поступающие от первичных измерительных преобразователей управляемых объектов. Функциональные элементы автоматических устройств.	0	0,5	1	Прослушивание и запись теоретического материала.
2. Назначение измерительной части автоматических устройств. Формирование и сравнение сигналов как основные операции измерительной части автоматического устройства. Измерительная часть как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей и элементов сравнения. Измерительный орган как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей с одним элементом сравнения. Измерительные органы непрерывного и релейного действия. Их особенности.	0	0,5	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала.

3. Классификация измерительных органов по количеству воздействующих электрических величин - носителей входных сигналов. Понятие о характеристических величинах и алгоритме функционирования измерительного органа. Понятие о граничных точках и линиях. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с одной воздействующей величиной.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала.
4. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с двумя воздействующими величинами. Определение линейных функций воздействующих величин на входе элемента сравнения для получения заданных граничных линий. Характеристики срабатывания измерительного органа релейного действия в комплексной плоскости характеристической величины.	0	4	1, 2, 3	прослушивание и запись теоретического материала.
Дидактическая единица: Пассивные и активные преобразователи параметров режима электроэнергетической системы				
5. Линейные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов. Общий вид функции линейного преобразования синусоидальных напряжения и тока в синусоидальные напряжение и ток.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
6. Элементы, преобразующие напряжение в напряжение, ток в напряжение, напряжение в ток и ток в ток. Схемы для получения заданной линейной функции напряжения или тока на выходе преобразователей.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
7. Двухполюсник с изменяемым комплексным сопротивлением. Делители напряжения. Сигнальные трансформаторы и автотрансформаторы. Трансреакторы. Линейные измерительные преобразователи на базе операционных усилителей. Линейные преобразователи с заданными передаточными функциями.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала

8. Фильтры симметричных составляющих. Пассивные и активные фильтры. Схемы и векторные диаграммы фильтра напряжения обратной последовательности. Особенности фильтров напряжений прямой последовательности. Фильтры тока прямой и обратной последовательностей. Фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. Комбинированные фильтры.	0	4	1, 2, 3, 4	Прослушивание и запись теоретического материала
9. Магнитные усилители. Особенности и область применения. Управляемый реактор магнитного усилителя. Дроссельный магнитный усилитель. Нормальное напряжение источника питания. Характеристика управления в режиме свободного намагничивания магнитопроводов. Вынужденное намагничивание как режим измерительного преобразователя (сигнального трансформатора) постоянного тока.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
Дидактическая единица: Элементы измерительной и логической части устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем				
10. Способы сравнения однородных информационных параметров. Устройства сравнения абсолютного значения амплитуды тока с заданным значением. Устройства сравнения фаз двух синусоидальных величин.	0	2	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
11. Элементы сравнения аналоговых сигналов. Схемы сравнения амплитуды одного напряжения (тока) с заданным значением. Время-импульсные схемы сравнения.	0	4	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
12. Структурные схемы измерительных реле с одной и двумя воздействующими величинами. Электромеханические и полупроводниковые измерительные реле. Электромеханическое реле как конструктивно-связанная совокупность взаимодействующих функциональных элементов.	0	4	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала

13. Электромагнитные реле переменного тока и напряжения. Вращающий и противодействующий моменты. Намагничивающая сила действия реле, мощность, потребляемая при действии, ток (напряжение) срабатывания и возврата максимальных и минимальных реле, коэффициенты возврата; способы изменения тока (напряжения) срабатывания. Контакты реле и их характеристики. Вибрация контактов, способы устранения вибрации.	0	4	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала
14. Полупроводниковые реле тока (напряжения), направления мощности, сопротивления. Их особенности. Заключение: использование вопросов, изученных в данном курсе, при дальнейшем обучении.	0	3	1, 2, 3	Прослушивание и запись теоретического материала

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Пассивные и активные преобразователи параметров режима электроэнергетической системы				
1. Моделирование переходных процессов в одиночном трансформаторе тока	3	6	2, 4, 5, 6, 7	Знакомство с пакетом схемотехнического моделирования MICRO-CAP и получение навыков работы в нём. Знакомство с математической моделью одиночного трансформатора тока (ТТ). Расчёт необходимые параметры модели для заданного типа ТТ и его нагрузки. Ввод принципиальной схемы модели ТТ в пакет MICRO-CAP. Исследование поведения трансформаторов тока в переходном процессе, вызванном коротким замыканием со значительной апериодической составляющей.
Дидактическая единица: Элементы измерительной и логической части устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем				

2. Исследование работы токового реле типа РСТ-13	2	4	2, 3, 4, 5, 6, 7	Ввод принципиальной схемы реле РСТ-13, выполненного на операционных усилителях, в пакет MICRO-CAP и совмещают её с моделью ТТ. Знакомство с принципом действия токового реле РСТ-13 при установившемся процессе и определение коэффициент возврата реле. Исследование поведения реле при подаче на его вход искажённых сигналов, имеющих место во время переходных процессов в ТТ при их насаждении.
3. Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению	2	4	2, 3, 4, 5, 6, 7	Ввод принципиальной схемы ненаправленного реле сопротивления в пакет MICRO-CAP. Знакомство с принципом работы схемы сравнения электрических величин по абсолютному значению при установившемся процессе. Определение параметров элементов триггера Шмита и интегратора. Оценка влияния на функционирование реле сопротивления фазового сдвига между входными сигналами. Исследование работы реле при малых входных сигналах, а также при наличии апериодической слагающей во входном токовом сигнале.
4. Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе	2	4	2, 3, 4, 5, 6, 7	Ввод принципиальной схемы реле направления мощности в пакет MICRO-CAP, имеющего характеристику срабатывания в виде прямой линии. Знакомство с принципом работы схемы сравнения по фазе и определение положения характеристики её срабатывания на комплексной плоскости сопротивлений. Исследование работы схемы сравнения при входных сигналах, существенно различающихся по величине, а также при наличии во входном токовом сигнале апериодической слагающей. Исследование работы схемы сравнения при подаче на её вход сигналов очень малой величины.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Пассивные и активные преобразователи параметров режима электроэнергетической системы				
1. Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по абсолютному значению.	1	2	2, 5	выявление положения особых точек; расчет векторов А и В и К; на основании полученных выражений определение комплексных коэффициенты k_1, k_2, k_3, k_4 и уравнений для ЭДС.
2. Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по фазе.	1	2	2, 5	выявление положения особых точек; запись общего выражения для векторов А, В и К; определение комплексных коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 , и аргумента вектора Beta
3. Учёт конечной чувствительности схемы сравнения при определении коэффициентов преобразования измерительных органов.	1	2	2, 5	определение характерных точек А В и К; определение комплексных коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 ; составление выражения для ЭДС; исходя из неравенства порога срабатывания определение допустимого значения коэффициента
4. Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на пассивных элементах	1	2	2, 5	выбор типового единичного фильтра; на основе исходных данных подбор емкости типовой схемы; на основе выбранных значений емкостей определение активные сопротивления схемы
5. Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на операционных усилителях	1	2	2, 5	выбор коэффициентов трансформации промежуточных трансформаторов; расчёт параметров масштабного усилителя; расчёт параметров фазовращателя
Дидактическая единица: Элементы измерительной и логической части устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем				

6. Определение параметров схемы сравнения по фазе, выполненной на операционных усилителях. Определение параметров время-импульсной схемы сравнения.	2	4	2, 5	выявление положения особых точек; запись общего выражение для векторов А,В и К; определение комплексных коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 ; определение аргумента вектора Beta; выбор коэффициентов трансформации промежуточных трансформаторов; расчёт параметров масштабного усилителя; расчёт параметров фазовращателя.
7. Определение параметров схемы сравнения по абсолютному значению, выполненной на операционных усилителях	2	4	2, 5	выявление положения особых точек; запись общего выражения для векторов А,В и К; определение комплексных коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 ; определение выражения для ЭДС; выбор коэффициентов трансформации промежуточных трансформаторов; расчёт параметров масштабного усилителя; расчёт параметров фазовращателя

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	2, 3, 4, 5, 6, 7	20	4
Расчётно-графическое задание связано с разработкой функциональных блоков УРЗА. Цель студента при выполнении РГЗ: получить навыки расчёта параметров и синтеза схем измерительных органов и схем органов сравнения необходимых для получения заданных характеристик и свойств функциональных блоков УРЗА. В ходе выполнения РГЗ студенты: 1) разрабатывают структурную схему функционального блока УРЗА; 2) рассчитывают коэффициенты аналитических уравнений, описывающих работу разрабатываемого функционального блока УРЗА; 3) составляют принципиальную схему функционального блока УРЗА и рассчитывают её параметры; 4) составляют пояснительную записку объёмом примерно 10-15 страниц. В исходных данных задаются: 1) схема электрической сети, в которой будет использоваться разрабатываемый элемент УРЗА; 2) требуемые характеристики срабатывания функционального элемента УРЗА.: Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	20	4

Подготовка к занятиям включает работу с теоретическим материалом (лекции, рекомендованная литература), подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам.: Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. - Загл. с экрана. Моделирование элементов автоматических устройств в пакете Mikro-sag 7 : методические указания к лабораторным работам по "Элементам автоматических устройств" для 4 курса направления 551700 - "Электроэнергетика", специальности 2104 "Релейная защита и автоматика" дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Е. Глазырин, М. А. Купарев]. - Новосибирск, 2004. - 42 с. : ил. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	19	3
---	-------------------------	---------------------	----	---

Подготовка к аттестации включает работу с теоретическим лекционным материалом, рекомендованная литературой, результатами лабораторных работ, разобранными методиками расчёта на практических занятиях.: Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. - Загл. с экрана. Моделирование элементов автоматических устройств в пакете Mikro-sag 7 : методические указания к лабораторным работам по "Элементам автоматических устройств" для 4 курса направления 551700 - "Электроэнергетика", специальности 2104 "Релейная защита и автоматика" дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Е. Глазырин, М. А. Купарев]. - Новосибирск, 2004. - 42 с. : ил. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Подробная информация о БРС приводится в Приложении №2 к рабочей программе.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лабораторная:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710 . - Загл. с экрана."		

<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710 . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.6	31. знать методы и средства построения измерительных органов устройств РЗА, схемы элементов УРЗА, нашедшие широкое применение на практике	+	+	+
	32. принципы преобразования информационных сигналов в устройствах РЗА, методы и средства преобразования непрерывных сигналов в непрерывные, используемые в УРЗА	+	+	+
ПК.8	34. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	+	+	+
	у1. уметь выполнять синтез и рассчитывать параметры схем измерительных органов, необходимых для получения заданной характеристики срабатывания УРЗА	+	+	+
	у2. уметь моделировать электронные узлы устройств РЗА и анализировать их работу с помощью современных программных продуктов	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств : учебное пособие / В. Е. Глазырин, Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 127, [2] с. : ил.
2. Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. - Загл. с экрана.
3. Глазырин В. Е. Функциональные элементы УРЗА на операционных усилителях : учебное пособие / В. Е. Глазырин, Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 70, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000141080

Дополнительная литература

1. Глазырин В. Е. Элементы автоматических устройств : учебное пособие для специальности 2104 дн. и заоч. отд-ний / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 108 с. : ил.
2. Глазырин В. Е. Функциональные элементы УРЗА на интегральных микросхемах : учебное пособие по курсам "Элементы автоматических устройств", . . . для 4 и 5 курсов специальностей 2104 и 1001 и магистрантов ФЭН / В. Е. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 67 с.

3. Ванин В. К. Релейная защита на элементах аналоговой вычислительной техники / В. К. Ванин, Г. М. Павлов. - Л., 1983. - 207 с. : ил. - Загл. 2-ого изд., перераб. и доп.: Релейная защита на элементах вычислительной техники.
4. Фабрикант В. Л. Задачник по элементам автоматических устройств : учебное пособие для энергетических специальностей вузов / В. Л. Фабрикант, В. П. Глухов, Л. Б. Паперно ; под ред. В. Л. Фабриканта. - М., 1976. - 175 с.
5. Шило В. Л. Популярные микросхемы КМОП. Серии: К176, К561, К564, КР1561, К1554, К1564, К1594 : [справочник] / В. Л. Шило. - М., 2001. - 104, [1] с. : схемы
6. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы : справочник / В. Л. Шило. - Челябинск, 1989. - 346, [3] с. : ил.
7. Титце У. Полупроводниковая схемотехника : справочное руководство : пер. с нем. / У. Титце, К. Шенк. - М., 1982. - 512 с. : ил.
8. Якубовский С. В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : справочник / С. В. Якубовский [и др.]. - М., 1990. - 495, [1] с. : ил.
9. Иванов В. И. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы : справочник / В. И. Иванов, А. И. Аксенов, А. М. Юшин. - М., 1988. - 447, [1] с. : схемы
10. Темкина Р. В. Измерительные органы релейной защиты на интегральных микросхемах / Р. В. Темкина. - М., 1985. - 239, [1] с.
11. Линт Г. Э. Серийные реле защиты, выполненные на интегральных микросхемах / Г. Э. Линт. - М., 1990. - 108, [4] с. : ил.
12. Лысенко Е. В. Функциональные элементы релейных устройств на интегральных микросхемах. - М., 1990. - 192 с. : ил.
13. Элементы автоматических устройств энергосистем : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / сост.: Дорогунцев В. Г., Овчаренко Н. И. - М., 1979. - 520 с. : ил.
14. Овчаренко Н. И. Полупроводниковые элементы автоматических устройств энергосистем. - М., 1981. - 407 с.
15. Овчаренко Н. И. Аналоговые и цифровые элементы автоматических устройств энергосистем. - М., 1989. - 318, [1] с. : ил.
16. Фабрикант В. Л. Элементы устройств релейной защиты и автоматики энергосистем и их проектирование : Учеб. пособие для электротехн. спец. вузов. - М., 1974. - 472 с. : черт.
17. Зельдин Е. А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. - Л., 1986. - 280 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Моделирование элементов автоматических устройств в пакете Mikro-cad 7 : методические указания к лабораторным работам по "Элементам автоматических устройств" для 4 курса направления 551700 - "Электроэнергетика", специальности 2104 "Релейная защита и автоматика" дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Е. Глазырин, М. А. Купарев]. - Новосибирск, 2004. - 42 с. : ил.

2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Micro-CAP

3 Micro-Cap (microcap) 9.0.7.0

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	демонстрация сложных иллюстраций на лекционных и практических занятиях

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	выполнение лабораторных работ

1. Обобщённая структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщённая структура фонда оценочных средств по дисциплине **Элементы автоматических устройств** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ПК.6/ПК способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	31. знать методы и средства построения измерительных органов устройств РЗА, схемы элементов УРЗА, нашедшие широкое применение на практике	Двухполюсник с изменяемым комплексным сопротивлением. Делители напряжения. Сигнальные трансформаторы и автотрансформаторы. Трансреакторы. Линейные измерительные преобразователи на базе операционных усилителей. Линейные преобразователи с заданными передаточными функциями. Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе Исследование работы токового реле типа РСТ-13 Классификация измерительных органов по количеству воздействующих электрических величин - носителей входных сигналов. Понятие о характеристических величинах и алгоритме функционирования измерительного органа. Понятие о граничных точках и линиях. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с одной воздействующей величиной. Линейные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов. Общий вид функции линейного преобразования синусоидальных напряжения и тока в синусоидальные напряжение и ток. Магнитные усилители. Особенности и область применения. Управляемый реактор магнитного усилителя. Дроссельный магнитный усилитель. Нормальное напряжение источника питания. Характеристика управления в режиме свободного намагничивания магнитопроводов. Вынужденное намагничивание как режим измерительного преобразователя (сигнального трансформатора) постоянного тока. Моделирование переходных процессов в одиночном трансформаторе тока Назначение измерительной части автоматических устройств. Формирование и сравнение сигналов как основные операции измерительной части автоматического устройства. Измерительная часть как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей и элементов сравнения. Измерительный орган как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей с одним элементом сравнения. Измерительные органы непрерывного и релейного действия. Их особенности. Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по абсолютному значению. Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по фазе. Определение параметров схемы сравнения по абсолютному значению, выполненной на операционных усилителях Определение параметров схемы сравнения по фазе, выполненной на операционных усилителях. Определение параметров время-	Отчеты по лабораторным работам, РГЗ	Экзамен, все вопросы

		импульсной схемы сравнения. Полупроводниковые реле тока (напряжения), направления мощности, сопротивления. Их особенности. Заключение: использование вопросов, изученных в данном курсе, при дальнейшем обучении. Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на операционных усилителях Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на пассивных элементах Способы сравнения однородных информационных параметров. Устройства сравнения абсолютного значения амплитуды тока с заданным значением. Устройства сравнения фаз двух синусоидальных величин. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с двумя воздействующими величинами. Определение линейных функций воздействующих величин на входе элемента сравнения для получения заданных граничных линий. Характеристики срабатывания измерительного органа релейного действия в комплексной плоскости характеристической величины. Структурные схемы измерительных реле с одной и двумя воздействующими величинами. Электрохимические и полупроводниковые измерительные реле. Электрохимическое реле как конструктивно-связанная совокупность взаимодействующих функциональных элементов. Учёт конечной чувствительности схемы сравнения при определении коэффициентов преобразования измерительных органов. Фильтры симметричных составляющих. Пассивные и активные фильтры. Схемы и векторные диаграммы фильтра напряжения обратной последовательности. Особенности фильтров напряжений прямой последовательности. Фильтры тока прямой и обратной последовательностей. Фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. Комбинированные фильтры. Цели дисциплины. Предмет дисциплины. Структура дисциплины. Её связь с другими дисциплинами учебного плана. Основные особенности процесса производства и распределения электроэнергии. Автоматическая система управления производством и распределением как совокупность взаимодействующих информационных и управляющих автоматических устройств, вычислительных и управляющих машин. Основные виды автоматических устройств. Алгоритмы функционирования и структурные схемы автоматических устройств. Входные электрические сигналы автоматических устройств, поступающие от первичных измерительных преобразователей управляемых объектов. Функциональные элементы автоматических устройств. Электромагнитные реле переменного тока и напряжения. Вращающий и противодействующий моменты. Намагничивающая сила действия реле, мощность, потребляемая при действии, ток (напряжение) срабатывания и возврата максимальных и минимальных реле, коэффициенты возврата; способы изменения тока (напряжения) срабатывания. Контакты реле и их характеристики. Вибрация контактов, способы устранения вибрации. Элементы, преобразующие напряжение в напряжение, ток в напряжение, напряжение в ток и ток в ток. Схемы для получения заданной линейной функции напряжения или тока на выходе преобразователей. Элементы сравнения аналоговых сигналов. Схемы сравнения амплитуды одного напряжения (тока) с заданным значением. Время-импульсные схемы сравнения.		
--	--	--	--	--

ПК.6/ПК	32. принципы преобразования информационных сигналов в устройства РЗА, методы и средства преобразования непрерывных сигналов в непрерывные, используемые в УРЗА	Двухполюсник с изменяемым комплексным сопротивлением. Делители напряжения. Сигнальные трансформаторы и автотрансформаторы. Трансреакторы. Линейные измерительные преобразователи на базе операционных усилителей. Линейные преобразователи с заданными передаточными функциями. Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе Исследование работы токового реле типа РСТ-13 Классификация измерительных органов по количеству воздействующих электрических величин - носителей входных сигналов. Понятие о характеристических величинах и алгоритме функционирования измерительного органа. Понятие о граничных точках и линиях. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с одной воздействующей величиной. Линейные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов. Общий вид функции линейного преобразования синусоидальных напряжения и тока в синусоидальное напряжение и ток. Магнитные усилители. Особенности и область применения. Управляемый реактор магнитного усилителя. Дроссельный магнитный усилитель. Нормальное напряжение источника питания. Характеристика управления в режиме свободного намагничивания магнитопроводов. Вынужденное намагничивание как режим измерительного преобразователя (сигнального трансформатора) постоянного тока. Назначение измерительной части автоматических устройств. Формирование и сравнение сигналов как основные операции измерительной части автоматического устройства. Измерительная часть как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей и элементов сравнения. Измерительный орган как взаимодействующая совокупность измерительных преобразователей с одним элементом сравнения. Измерительные органы непрерывного и релейного действия. Их особенности. Полупроводниковые реле тока (напряжения), направления мощности, сопротивления. Их особенности. Заключение: использование вопросов, изученных в данном курсе, при дальнейшем обучении. Способы сравнения однородных информационных параметров. Устройства сравнения абсолютного значения амплитуды тока с заданным значением. Устройства сравнения фаз двух синусоидальных величин. Структурные схемы и граничные линии измерительных органов с двумя воздействующими величинами. Определение линейных функций воздействующих величин на входе элемента сравнения для получения заданных граничных линий. Характеристики срабатывания измерительного органа релейного действия в комплексной плоскости характеристической величины. Структурные схемы измерительных реле с одной и двумя воздействующими величинами. Электромеханические и полупроводниковые измерительные реле. Электромеханическое реле как конструктивно-связанная совокупность взаимодействующих функциональных элементов. Фильтры симметричных составляющих. Пассивные и активные фильтры. Схемы и векторные диаграммы фильтра напряжения обратной последовательности. Особенности фильтров напряжений прямой последовательности. Фильтры тока прямой и обратной последовательностей. Фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. Комбинированные фильтры. Электромагнитные реле переменного тока и напряжения. Вращающий и противодействующий моменты. Намагничивающая сила действия реле, мощность, потребляемая при действии, ток (напряжение) срабатывания и возврата максимальных и минимальных реле, коэффициенты возврата; способы изменения тока (напряжения)	Отчеты по лабораторным работам, РГЗ	Экзамен, все вопросы
---------	---	---	-------------------------------------	----------------------

		срабатывания. Контакты реле и их характеристики. Вибрация контактов, способы устранения вибрации. Элементы, преобразующие напряжение в напряжение, ток в напряжение, напряжение в ток и ток в ток. Схемы для получения заданной линейной функции напряжения или тока на выходе преобразователей. Элементы сравнения аналоговых сигналов. Схемы сравнения амплитуды одного напряжения (тока) с заданным значением. Время-импульсные схемы сравнения.		
ПК.8/ПК способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	34. знать основные свойства и особенности работы ТТ и ТН в схемах релейной защиты, в том числе и в переходных режимах, снижающих устойчивость функционирования устройств релейной защиты	Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе Исследование работы токового реле типа РСТ-13 Моделирование переходных процессов в одиночном трансформаторе тока Фильтры симметричных составляющих. Пассивные и активные фильтры. Схемы и векторные диаграммы фильтра напряжения обратной последовательности. Особенности фильтров напряжений прямой последовательности. Фильтры тока прямой и обратной последовательностей. Фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. Комбинированные фильтры.	Отчеты по лабораторным работам, РГЗ	Экзамен, вопросы 1 – 20
ПК.8/ПК	у1. уметь выполнять синтез и рассчитывать параметры схем измерительных органов, необходимых для получения заданной характеристики срабатывания УРЗА	Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе Исследование работы токового реле типа РСТ-13 Моделирование переходных процессов в одиночном трансформаторе тока Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по абсолютному значению. Определение коэффициентов преобразования измерительного органа сопротивления при использовании схемы сравнения по фазе. Определение параметров схемы сравнения по абсолютному значению, выполненной на операционных усилителях Определение параметров схемы сравнения по фазе, выполненной на операционных усилителях. Определение параметров время-импульсной схемы сравнения. Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на операционных усилителях Расчёт параметров фильтров симметричных составляющих, выполненных на пассивных элементах Учёт конечной чувствительности схемы сравнения при определении коэффициентов преобразования измерительных органов.	Отчеты по лабораторным работам, РГЗ	Экзамен, вопросы 1 – 14
ПК.8/ПК	у2. уметь моделировать электронные узлы устройств РЗА и анализировать их работу с помощью современных программных продуктов	Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению Исследование работы схемы сравнения двух электрических величин по фазе Исследование работы токового реле типа РСТ-13 Моделирование переходных процессов в одиночном трансформаторе тока	Отчеты по лабораторным работам, РГЗ	Экзамен, вопросы 1 – 14

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.6/ПК, ПК.8/ПК. Форма проведения экзамена, его состав и правила оценки описаны в паспорте экзамена.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В первом семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчётно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведённой в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.6/ПК, ПК.8/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрических станций

Паспорт экзамена

по дисциплине «Элементы автоматических устройств», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

Форма экзаменационного билета

Министерство
образования и науки РФ
**НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Форма У-16

Экзаменационный билет №

По дисциплине *Элементы автоматических
устройств*

Факультет: Энергетики; Курс: 1М

1. Вопрос 1.

2. Вопрос 2.

Составил: Купарев М.А. _____

Утверждаю: зав. кафедрой ЭлСт _____ Глазырин Г.В.

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не даёт определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 – 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе

на вопросы даёт определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20 – 29 *баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, даёт характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 30 – 34 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 35 – 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведёнными в рабочей программе дисциплины.

Аттестация по дисциплине производится по балльно-рейтинговой системе. Допуском к экзамену является выполнение и успешная защита расчётно-графического задания.

Экзамен проводится в устной форме. В экзаменационном билете предусмотрены два вопроса, охватывающие наиболее важные разделы дисциплины.

Итоговая оценка по дисциплине складывается по результатам работы в семестре (выполнение и защита расчётно-графического задания, работа на аудиторных лабораторных занятиях) и сдачи экзамена.

Максимальное количество баллов за расчётно-графическое задание может быть получено при его успешной защите не позднее окончания зачётной недели.

3.1. Промежуточный контроль (максимальное количество баллов – 60, минимальное – 30).

- Выполнение и защита лабораторных работ max/min – 40/20 баллов.
- Выполнение и защита расчётно-графического задания, max/min – 20/10 баллов.

3.2. Экзамен – максимальное количество баллов – 40, минимальное – 20.

3.3. Итоговая аттестация.

Окончательная оценка по традиционной (4-х уровневой) системе и по системе зачётных единиц будет определяться набранным общим количеством баллов по принципу, приведённому в таблице.

Диапазон баллов рейтинга	Традиционная оценка	Оценка ECTS
98 - 100	Отлично	A+
93 - 97	Отлично	A
90 - 92	Отлично	A-
87 - 89	Отлично	B+
83 - 86	Хорошо	B
80 – 82	Хорошо	B-
77 – 79	Хорошо	C+
73 – 76	Хорошо	C
70 – 72	Удовлетворительно	C-

67 – 69	Удовлетворительно	D+
63 – 66	Удовлетворительно	D
60 - 62	Удовлетворительно	D-
50 - 59	Удовлетворительно	E
25 - 49	Неудовлетворительно (с возможностью пересдачи)	FX
0 - 24	Неудовлетворительно (без возможности пересдачи)	F

Таким образом, допуском к экзамену по результатам работы в семестре (семестровый рейтинг) составит **30 баллов**. При минимальном количестве баллов, набранном по результатам экзамена (аттестационный рейтинг), равным 20-и баллам, суммарный минимальный рейтинг студента составит:

Min балл за семестр + min балл за экзамен = 30 + 20 = 50 = E,

что соответствует удовлетворительной оценки по системе ECTS.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Элементы автоматических устройств»

1. Структура устройств релейной защиты и автоматики. Их выходные и входные сигналы.
2. Классификация элементов релейной защиты и системной автоматики.
3. Классификация измерительных органов. Принципы выполнения схем сравнения.
4. Зона действия органа с одной электрической величиной. Принципы осуществления измерительных органов с одной электрической величиной.
5. Измерительный орган с одной подведенной величиной, реагирующий на абсолютное значение.
6. Зона действия органа с двумя электрическими величинами.
7. Принципы осуществления органов с двумя электрическими величинами.
8. Зона действия измерительного органа при применении схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению.
9. Определение коэффициентов K1, K2, K3 и K4 для получения заданной зоны действия при применении схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению.
10. Использование произвола в выборе K1, K2, K3 и K4 для схемы сравнения двух электрических величин по абсолютному значению.
11. Зона действия измерительного органа при применении схемы сравнения двух электрических величин по фазе.
12. Определение коэффициентов K1, K2, K3 и K4 для получения заданной зоны действия при применении схемы сравнения двух электрических величин по фазе.
13. Поведение измерительных органов при малых значениях подведенной величины.
14. Классификация преобразователей непрерывных величин в непрерывные. Линейное преобразование синусоидальных токов и напряжений в синусоидальные ток или напряжение.
15. Преобразователи "напряжение-напряжение".
16. Преобразователи "ток-напряжение".
17. Преобразователи "ток-ток".
18. Фильтры напряжения обратной последовательности. Основные соотношения и выбор сопротивления нагрузки. Потребление и энергетические показатели. Напряжение небаланса.
19. Потенциальная диаграмма ФНОП. Типовые ФНОП.
20. ФТОП и ФТПП. Типовые ФТОП. Компенсация 3ю.
21. Магнитные усилители и их основные режимы.
22. Магнитный усилитель в режиме свободного намагничивания.
23. Характеристика управления магнитного усилителя с малым сопротивлением цепи управления.

24. Магнитный усилитель с большим сопротивлением в цепи управления.
25. Статическое токовое реле типа РСТ-13.
26. Основные свойства операционных усилителей. Типы операционных схем.
27. Параллельные операционные схемы (инвертор, сумматор и диодный ограничитель).
28. Параллельные операционные схемы (интегратор, инерционное звено и усилитель-ограничитель).
29. Последовательные операционные схемы (неинвертирующий усилитель, повторитель напряжения).
30. Последовательные операционные схемы (преобразователь напряжение-ток).
31. Комбинированные операционные схемы (разностный усилитель, источник опорного напряжения).
32. Комбинированные операционные схемы (фазовращатель).
33. Комбинированные операционные схемы (мультивибратор).
34. Операционные схемы с двумя ОУ (измерительный усилитель с двумя ОУ).
35. Операционные схемы с двумя ОУ (двухполупериодный выпрямитель).
36. Построение частотных фильтров с многопетлевой обратной связью (фильтры Рауха).
37. Построение формирователя сигналов "совпадения - несовпадения" с использованием ОУ.
38. Построение схемы сравнения двух электрических величин по фазе с использованием ОУ.
39. Построение схемы сравнения двух электрических величин по среднему значению с использованием ОУ.
40. Построение фильтров обратной последовательности с компенсацией частотной погрешности.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрических станций

Паспорт
расчётно-графического задания
по дисциплине «Элементы автоматических устройств», 1 семестр

1. Содержание расчётно-графического задания

Расчётно-графическое задание связано с разработкой функциональных блоков УРЗА.

Цель студента при выполнении РГЗ: получить навыки расчёта параметров и синтеза схем измерительных органов и схем органов сравнения необходимых для получения заданных характеристик и свойств функциональных блоков УРЗА.

В ходе выполнения РГЗ студенты: 1) разрабатывают структурную схему функционального блока УРЗА;

2) рассчитывают коэффициенты аналитических уравнений, описывающих работу разрабатываемого функционального блока УРЗА;

3) составляют принципиальную схему функционального блока УРЗА и рассчитывают её параметры;

4) составляют пояснительную записку объёмом примерно 10 – 15 страниц.

В исходных данных задаются:

1) схема электрической сети, в которой будет использоваться разрабатываемый элемент УРЗА;

2) требуемые характеристики срабатывания функционального элемента УРЗА.

2. Методика оценки

Оценка за РГЗ складывается из правильности проведённых расчётов, полноты и технической грамотности анализа, обоснований и выводов, и итоговой защиты работы. Также учитывается оформление пояснительной записки к РГЗ.

3. Критерии и шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведёнными в рабочей программе дисциплины.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0 – 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10 – 14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны ,но

не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 15 – 17 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 18 – 20 баллов.

4. Примерный перечень заданий РГЗ

1. Фильтр-реле максимального тока, реагирующее на первую гармонику.
2. Реле тока обратной последовательности с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания.
3. Реле мощности прямой последовательности.
4. Автоматика управления РПН с компаундированием.
5. Комбинированный фильтр токов симметричных составляющих.
6. Реле, имеющее характеристику, аналогичную РТ-80.
7. Реле сопротивления с круговой характеристикой с центром в начале координат, СС по абсолютному значению.
8. Реле сопротивления с круговой характеристикой, смещённой в первый квадрант, СС по фазе.
9. Реле сопротивления с круговой характеристикой, проходящей через начало координат и смещённой в первый квадрант, СС по абсолютному значению.
10. Реле сопротивления с круговой характеристикой, смещённой в третий квадрант.
11. Реле, реагирующее на перевозбуждение трансформатора.
12. Автоматика управления РПН с зоной нечувствительности.
13. 100 % защита генератора от замыканий обмотки статора на землю.
14. Реле сопротивления с треугольной характеристикой срабатывания.
15. Фильтр-реле максимального напряжения, реагирующее на первую гармонику.
16. Реле тока с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания.
17. Реле мощности обратной последовательности.
18. Автоматика управления РПН с компаундированием.
19. Автоматика управления РПН с зоной нечувствительности.
20. Реле сопротивления с круговой характеристикой с центром в начале координат, СС по фазе.
21. Реле сопротивления с круговой характеристикой, смещённой в первый квадрант, СС по абсолютному значению.
22. Реле сопротивления с круговой характеристикой, проходящей через начало координат и смещённой в первый квадрант, СС по фазе.
23. Многоступенчатое реле тока обратной последовательности.
24. Реле сопротивления с четырёхугольной характеристикой срабатывания.
25. Дистанционный орган с трапециoidalной характеристикой срабатывания.
26. Реагирующий орган напряжения для АОПН.
27. Реагирующий орган реактивной мощности для АОПН.