

Кафедра электрических станций

“ ” Г.

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 контр.
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. Тимофеев И. П.

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: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	
Компетенция ФГОС: ПК.22 готовность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь выполнять синхронизацию генераторов и проверять синхронную устойчивость после включения генератора на параллельную работу	
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать способы регулирования напряжения, частоты, мощности и перетоков мощности в энергосистеме	
у5. уметь распределять объемы нагрузки АЧР-I и АЧР-II	
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать принципы построения и алгоритмы действия устройств автоматики	
у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Автоматика энергосистем	
ОПК.1.з6 знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	
1. Об общих принципах построения систем автоматического управления и автоматического регулирования в электроэнергетике;	Лекции; Самостоятельная работа
2. Об особенностях автоматического управления гидрогенераторами при изменении их состояния, турбогенераторами при их пуске;	Лекции; Самостоятельная работа
3. О микропроцессорных интегрированных автоматических комплексах противоаварийного управления.	Лекции; Самостоятельная работа
4. о способах синхронизации, принципах построения и алгоритмах действия устройств синхронизации;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. о видах АПВ и принципах действия устройств АПВ и АВР;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6. о способах регулирования напряжения на генераторах и в энергосистеме, о способах регулирования частоты, мощности и перетоках мощности в энергосистеме;	Лекции; Самостоятельная работа
7. о методике расчета параметров синхронизаторов, определять синхронную устойчивость после включения генераторов;	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8. о расчете всех видов АПВ на линиях с двусторонним питанием, о расчете уставок АВР;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9. принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	Лекции; Самостоятельная работа

ПК.8.36 знать способы регулирования напряжения, частоты, мощности и перетоков мощности в энергосистеме	
10.знать способы регулирования напряжения, частоты, мощности и перетоков мощности в энергосистеме	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.8.у5 уметь распределять объемы нагрузки АЧР-I и АЧР-II	
11.производить расчет АЧР и распределять объемы разгрузки между АЧР-I и АЧР-II.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.36 знать принципы построения и алгоритмы действия устройств автоматики	
12.принципы действия устройств общей противоаварийной автоматики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.у4 уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	
13.рассчитывать параметры срабатывания устройств автоматики	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.22.у5 уметь выполнять синхронизацию генераторов и проверять синхронную устойчивость после включения генератора на параллельную работу	
14.выполнять синхронизацию генераторов и проверять синхронную устойчивость после включения генератора на параллельную работу	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Принципы построения систем автоматического управления в энергетике			
1. Цели дисциплины. Структура дисциплины. Основные понятия. Основные этапы процесса автоматизации электроэнергетики. Технологическая автоматика, её назначение. Принципы построения систем автоматического управления в электроэнергетике. Устройства автоматического управления и автоматического регулирования. Характеристики регулирования.	0	2	1
Дидактическая единица: Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС и АЭС			
2. Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС и АЭС. Автоматический пуск и останов агрегатов тепловых электростанций. Основные технические требования к автоматическим устройствам управления гидроагрегатами.	0	2	2

3. Автоматическое включение синхронных машин на параллельную работу. Способы и условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Динамические воздействия при включении синхронных генераторов методом точной синхронизации. Критерии допустимости включения с заданным углом ошибки. Автоматическое включение синхронных генераторов способом самосинхронизации. Автоматическое включение синхронных электродвигателей и синхронных компенсаторов. Принципы построения устройств точной синхронизации. Полуавтоматический синхронизатор с постоянным углом опережения. Автоматические синхронизаторы с постоянным вре-менем опережения. Микропроцессорные синхронизаторы с вы-числяемым углом опережения.	0	4	14, 4
Дидактическая единица: Основы теории автоматического управления			
4. Автоматическое управление энергосистемой по частоте и активной мощности. Задачи и особенности регулирования частоты в энергосистеме. Требования ГОСТ к поддержанию частоты. Влияние частоты на работу потребителей электроэнергии. Частотные характеристики и регулирующий эффект нагрузки. Частотные характеристики агрегатов электрических станций. Основные требования к автоматическим устройствам регулирования частоты и активной мощности (АРЧМ). Принципы оптимального распределения активной нагрузки между агрегатами станции. Автоматическое регулирование частоты вращения турбин (первичное регулирование). Гидромеханический первичный регулятор. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения.	0	4	10, 9
5. Параллельная работа агрегатов, снабженных автоматическими регуляторами частоты вращения. Влияние статизма характеристик регулирования частоты вращения агрегатов на частоту в энергосистеме и распределение активной нагрузки между агрегатами электростанций. Вторичное регулирование частоты и активной мощности. Астатическое регулирование частоты в энергосистеме одной электростанцией. АРЧМ по мнимостатическим характеристикам. АРЧМ с использованием интегральной функции отклонения частоты. Автоматическое регулирование и ограничение перетоков активной мощности по линии электропередачи. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЭЭС несколькими частоторегулирующими станциями.	0	4	10, 9
Дидактическая единица: Автоматическое регулирование параметров режима электроэнергетических систем			

6. Автоматическое регулирование параметров режима электроэнергетических систем. Автоматическое регулирование возбуждения, напряжения и реактивной мощности синхронных генераторов. Генератор - как объект регулирования. Функции автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) генераторов в энергосистемах. Релейное управление возбуждением при электромашинной системе возбуждения. Токовое компаундирование. Коррекция напряжения при токовом компаундировании. Функциональная схема электромагнитного корректора. Фазовое компаундирование синхронных машин. Управляемое фазовое компаундирование. АРВ сильного действия. Законы регулирования и алгоритм функционирования АРВ сильного действия. Сравнение различных типов АРВ по устойчивости и качеству регулирования. Цифровые АРВ сильного действия.	0	4	6
7. Использование АРВ для регулирования напряжения на шинах электростанций и для распределения реактивной мощности между генераторами. Задание статизма по реактивному току генератора, работа генератора в блоке с трансформатором, параллельная работа блоков на общие шины. Принципы группового управления возбуждением генераторов (ГУВ) электростанции. ГУВ с центральным распределителем реактивных нагрузок. Принцип выполнения ГУВ с уравниванием реактивных нагрузок по среднему значению. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.	0	4	10, 6
8. Автоматическое регулирование напряжения и потоков реактивной мощности в системообразующих и распределительных сетях. Требования ГОСТ к качеству напряжения. Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации трансформаторов и автотрансформаторов с РПН. Автоматическое управление батареями статических конденсаторов, статическими источниками реактивной мощности. Особенности АРВ синхронных компенсаторов и синхронных электродвигателей.	0	4	10, 9
Дидактическая единица: Основные принципы построения противоаварийной автоматики			

9. Общая противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение, экономическая эффективность, область применения и виды АПВ. Основные технические требования к устройствам АПВ. Совместная работа устройств АПВ и релейной защиты. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Поочередное АПВ и АПВ с возрастающей кратностью Расчет уставок АПВ линии с односторонним питанием. Трехфазные АПВ линии с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ, критерии допустимости несинхронного и быстродействующего АПВ. АПВ с ожиданием и улавливанием синхронизма. Особенности АПВ шин и трансформаторов. Однофазное автоматическое повторное включение (ОАПВ). Достоинства, недостатки, область применения и выполняемые функции ОАПВ. Избирательные органы устройств ОАПВ. Схема устройств ОАПВ.	0	2	11, 12, 5, 8
10. Автоматическое включение резервного питания (АВР). Назначение АВР, область применения. Требования к устройствам АВР, основные принципы выполнения. Пуск устройств АВР, пусковые органы напряжения, способы обеспечения однократности действия АВР. Схемы устройств АВР, расчет уставок АВР.	0	2	5
11. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение АЧР, принципы выполнения АЧР. Способы организации АЧР I и АЧР II. Дополнительная категория разгрузки. Расчет АЧР. Автоматическое повторное включение потребителей после действия АЧР (ЧАПВ). Схемы устройств АЧР и ЧАПВ.	0	2	11
Дидактическая единица: Основные виды современных и перспективных автоматических устройств и систем управления в нормальных и аварийных режимах энергосистемы			
12. Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика, её особенности. Микропроцессорные комплексы автоматических устройств противоаварийной автоматики. Микропроцессорные терминалы интегрированной противоаварийной автоматики.	0	2	3

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС и АЭС				

1. Изучение и испытания устройств синхронизации генераторов.	0	4	"Производит расчет уставок синхронизатора с постоянным углом опережения; "Изучает условия точной синхронизации, выполняет ручную синхронизацию; "Изучает принцип действия синхронизатора с постоянным углом опережения, выставляет рассчитанные уставки, выполняет синхронизацию генератора с использованием устройства полуавтоматической синхронизации; "Изучает принцип действия основных узлов устройства автоматической синхронизации с постоянным временем опережения, производит синхронизацию генератора с использованием устройства АСТ-4; "Изучает принципы выполнения самосинхронизации, упрощенную схему устройства автоматической самосинхронизации, производит испытание устройства самосинхронизации; "анализирует способы синхронизации и делает сопоставительные выводы по устройствам точной синхронизации.
---	----------	----------	--

2. Испытание автоматического электронного синхронизатора СА-1.	0	4	14, 4, 7	"По заданным исходным данным производит расчет параметров настройки синхронизатора; "С помощью электронной модели турбогенератора задает различные частоты скольжения, уровни несходства амплитуд синхронизируемых напряжений и производит анализ всех доступных сигналов, формируемых устройством СА-1; "Определяет предельную частоту скольжения для заданных уставок, при которой формируются импульсы на включение, для минимальной и максимальной уставки по времени опережения; "Измеряет формируемое устройством время опережения при различных частотах скольжения, определяет разброс во времени опережения, делает выводы; "Анализирует сигналы, формируемые блоком запрета, по несходству амплитуд, по предельному углу опережения и др.; "Производит испытание СА-1 в режиме "Работа", делает соответствующие выводы.
Дидактическая единица: Основные принципы построения противоаварийной автоматики				

3. Автоматическое повторное включение линий электропередачи.	0	4	13, 14, 5	Изучение и испытание устройств автоматического повторного включения линий электропередачи (АПВ), выполненных на микроэлектронной элементной базе. Основное внимание уделяется принципам взаимодействия устройств АПВ и релейной защиты. Изучаются характеристики срабатывания однократного (РПВ-01) и двукратного (РПВ-02) АПВ, управляющие сигналы и принципы запуска АПВ, функциональные схемы устройств АПВ. По заданным исходным данным производится расчет уставок устройств АПВ и релейной защиты линий электропередачи, на которых они установлены, изучаются принципы совместного действия АПВ и защиты. Производится испытания с ускорением действия защит до и после АПВ, анализируются достоинства и недостатки ускорения до АПВ - поочередного и АПВ разной кратности.
4. Исследование автоматической частотной разгрузки.	0	6	11, 12, 14	"По заданным исходным данным производит расчет объемов очередей первой и второй категорий разгрузки; "Производит распределение полученных объемов по очередям разгрузки, задает необходимые уставки; "На электронной модели энергосистемы снимает статическую характеристику нагрузки, определяет регулирующий эффект нагрузки (коэффициент K_n); "Снимает динамическую частотную характеристику энергосистемы при отсутствии АЧР; "Выставляет уставки и производит подключение очередей АЧР; "При аналогичных условиях вновь снимает динамическую частотную характеристику при подключенных очередях АЧР I и АЧР II. Делает выводы по работе.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС и АЭС				
2. Расчет параметров настройки синхронизаторов с постоянным углом опережения и с постоянным временем опережения.	4	4	13, 4, 7	"По заданным исходным данным производит расчет параметров настройки синхронизатора КА-11/13, АСТ-4 и СА-1; "Для рассчитанной максимально допустимой частоты скольжения определяет сохранение синхронной устойчивости после включения генератора на параллельную работу.
Дидактическая единица: Основные принципы построения противоаварийной автоматики				
1. Расчет параметров настройки устройства автоматического включения резерва.	4	4	13, 5	"Производит расчет параметров схемы замещения, задает режим работы сети; "Определяет расчетные условия для определения уставок АВР.
3. Обоснование допустимости использования НАПВ, БАПВ на линии с двусторонним питанием.	4	4	8	"Выполняет расчет тока несинхронного повторного включения линии и его распределение по генераторам электростанции, делает вывод о возможности применения НАПВ; "Определяет угол включения, на который разошлись вектора одноименных фаз напряжений разделившихся частей энергосистемы, и используя результаты предыдущих расчетов делает вывод о возможности применения БАПВ; "Производит расчет уставок АПВУС.

4. Расчет АЧР.	6	6	11, 13	"Для заданной схемы энергосистемы производит анализ режимов, связанных с дефицитом мощности в различных аварийных ситуациях; "Производит расчет общего объема разгрузки и последующее распределение по числу имеющихся очередей каждой категории разгрузки; "Определяет необходимость использования дополнительной категории разгрузки; "Расчет производится для двух способов организации АЧР I и АЧР II - раздельного и совмещенного.
----------------	---	---	--------	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Контрольные работы	1, 10, 2, 6, 9	8	2
Самостоятельная работа направлена на подготовку к написанию контрольной работы по разделу "Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов", подробная информация приведена в приложении №3 : Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для У курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar Автоматика электроэнергетических систем : методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу "Автоматика электроэнергетических систем" для 5 курса дневного отделения факультета энергетики (специальность 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2003. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 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				
2	РГЗ включает в себя выбор типа АПВ на линии с двусторонним питанием, расчет параметров синхронизатора, расчет уставок АВР.	1, 13, 14, 2, 4, 5, 7, 8, 9	26	4

При выполнении РГЗ студент производит:

- 1) обоснование и допустимость применения данного вида АПВ на линии с двусторонним питанием;
- 2) производит расчет параметров синхронизатора для гидрогенератора, проверяет синхронную устойчивость генератора для рассчитанной максимально допустимой частоты скольжения после включения генератора на параллельную работу;
- 3) производит расчет уставок АВР, разрабатывает схему оперативных цепей АВР;
- 4) составляет расчетно-пояснительную записку.

, подробная информация приведена в приложении №4 : Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar> Автоматика электроэнергетических систем : методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу "Автоматика электроэнергетических систем" для 5 курса дневного отделения факультета энергетики (специальность 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. -

Новосибирск, 2003. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа:

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для У курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 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 занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	3
---	-----------------------	---	----	---

Подготовка к занятиям включает работу с теоретическим материалом (лекции, рекомендованная литература), подготовку к практическим занятиям: Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа:

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Автоматика электроэнергетических систем : методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу "Автоматика электроэнергетических систем" для 5 курса дневного отделения факультета энергетики (специальность 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2003. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа:

<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar> Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для У курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 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

4	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	15	2
---	-------------------------	---	----	---

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

Итоговая оценка по дисциплине складывается по результатам работы в семестре (выполнение и защита расчетно-графической работы, посещение лекций и практических занятий), выполнение контрольной работы и сдачи экзамена. : Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для У курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar> Автоматика электроэнергетических систем : методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу "Автоматика электроэнергетических систем" для 5 курса дневного отделения факультета энергетики (специальность 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2003. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 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
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения:	

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.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
---	-----------	-------------------

Семестр: 1		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	9	18
Контролирующие материалы приводятся в "Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar "		
<i>Практические занятия:</i>	9	18
<i>Контрольные работы:</i>	4	8
Контролирующие материалы приводятся в "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 "		
<i>РГЗ:</i>	8	16
Контролирующие материалы приводятся в "Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для У курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705 "		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "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 "		

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.1	з6. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	+	+	+
ПК.22	у5. уметь выполнять синхронизацию генераторов и проверять синхронную устойчивость после включения генератора на параллельную работу			+
ПК.8	з6. знать способы регулирования напряжения, частоты, мощности и перетоков мощности в энергосистеме			+
	у5. уметь распределять объемы нагрузки АЧР-I и АЧР-II			+
ПК.9	з6. знать принципы построения и алгоритмы действия устройств автоматики			+
	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики			+

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

7. Литература

Основная литература

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : [учебник для вузов по специальности "Электроснабжение" направления подготовки "Электроэнергетика"] / В. А. Андреев. - М., 2008. - 639 с. : ил.
2. Овчаренко Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем : Учебник для вузов электроэнергет. спец. / Под ред. А. Ф. Дьякова. - М., 2000. - 504 с. : ил.
3. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : [учебник для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика"] / Н. И. Овчаренко. - М., 2007. - 475 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Алексеев О. П. Автоматизация электроэнергетических систем : Учеб. пособие по спец. "Автоматическое управление электроэнергет. системами", "Электр. станции" / О. П. Алексеев, В. Л. Козис, В. В. Кривенков и др. ; Под ред. : В. П. Морозкина, Д. Энгелаге. - М., 1994. - 448 с. : ил.

2. Барзам А. Б. Системная автоматика / А. Б. Барзам. - М., 1989. - 444, [1] с. : ил., схемы
3. Беркович М. А. Автоматика энергосистем : учебник для энергетических и энергостроительных техникумов / Беркович М. А., Гладышев В. А., Семенов В. А. - М., 1991. - 238, [1] с. : ил.
4. Автоматический синхронизатор СА-1 : Метод. указания к выполнению лаб. работы по курсу "Автоматизация электроэнерг. систем" для IV-V курсов ЭлТФ и ЭЭФ (спец. 2104, 1001) дневного отд-ния / Сост. : Давыдов В. А., Тимофеев И. П. - Новосибирск, 1990. - 23 с.
5. Рабинович Р. С. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем / Р. С. Рабинович. - М., 1989. - 351, [1] с. : ил., табл.
6. Тимофеев И. П. Автоматическая частотная разгрузка : Метод. указания к выполнению лаб. работ по курсу "Автоматизация электроэнерг. систем" для IV-V курсов ЭлТФ (спец. 2104, 1001) дневного отд-ния / Сост. : Тимофеев И. П. - Новосибирск, 1992. - 26 с.
7. Автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / Алексеев О. П. [и др.] ; под ред. Козиса В. Л., Овчаренко Н. И. - М., 1981. - 479 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. Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502
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
3. Синхронизация генераторов : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Автоматика энергосистем" для 4 и 5 курсов ФЭН специальностей 140203, 140204 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. И. Шалин, В. И. Ветров, Н. Т. Смертин]. - Новосибирск, 2011. - 33, [2] с. : ил.
4. Автоматика электроэнергетических систем : Метод. указ. к выполн. расчетно-граф. раб. по курсу "Автоматика электроэнергет. систем" для V курса дн. отд. ФЭН (спец. 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост. : И. П. Тимофеев. - Новосибирск, 2003. - 18 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705
5. Автоматическое повторное включение линий электропередач : методические указания к лабораторной работе для 4 и 5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2008. - 30, [2] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3590.rar>

6. Автоматика электроэнергетических систем : методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу "Автоматика электроэнергетических систем" для 5 курса дневного отделения факультета энергетики (специальность 210400) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2003. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023705

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

3 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

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

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	АВТОСИНХРОНИЗАТОР СА-1	Выполнение лабораторных работ

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	МИЛЛИСЕКУНДОМЕР Ф-209	Выполнение лабораторных работ
2	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-76	Выполнение лабораторных работ

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

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматика энергосистем

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

Новосибирск 2017

1. **Обобщённая структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщённая структура фонда оценочных средств по дисциплине Автоматика нергосистем приведена в Таблице 1.

Таблица 1

Формируемые компетенции	Показатели сформированности и компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	36. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	Автоматическое включение резервного питания (АВР). Назначение АВР, область применения. Требования к устройствам АВР, основные принципы выполнения. Пуск устройств АВР, пусковые органы напряжения, способы обеспечения однократности действия АВР. Схемы устройств АВР, расчёт уставок АВР. Автоматическое включение синхронных машин на параллельную работу. Способы и условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Динамические воздействия при включении синхронных генераторов методом точной синхронизации. Критерии допустимости включения с заданным углом ошибки. Автоматическое включение синхронных генераторов способом самосинхронизации. Автоматическое включение синхронных электродвигателей и синхронных компенсаторов. Принципы построения устройств точной синхронизации. Полуавтоматический синхронизатор с постоянным углом опережения. Автоматические синхронизаторы с постоянным временем опережения. Микропроцессорные синхронизаторы с вычисляемым углом опережения. Автоматическое регулирование напряжения и потоков реактивной мощности в системообразующих и распределительных сетях. Требования ГОСТ к качеству напряжения. Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации трансформаторов и автотрансформаторов с РПН. Автоматическое управление батареями статических конденсаторов, статическими источниками реактивной мощности. Особенности АРВ синхронных компенсаторов и синхронных электродвигателей. Автоматическое регулирование параметров режима электроэнергетических систем. Автоматическое регулирование возбуждения, напряжения и реактивной мощности синхронных генераторов. Генератор - как объект регулирования. Функции автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) генераторов в энергосистемах. Релейное управление возбуждением при электромашиной системе возбуждения. Токовое компаундирование. Коррекция напряжения при токовом компаундировании. Функциональная схема электромагнитного корректора. Фазовое компаундирование синхронных машин. Управляемое фазовое компаундирование. АРВ сильного действия. Законы регулирования и алгоритм функционирования АРВ сильного действия. Сравнение различных типов АРВ по устойчивости и качеству регулирования. Цифровые АРВ сильного действия. Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС и АЭС. Автоматический пуск и останов агрегатов тепловых электростанций. Основные технические требования к автоматическим устройствам управления гидроагрегатами. Автоматическое управление энергосистемой по частоте и активной мощности. Задачи и особенности регулирования частоты в энергосистеме. Требования ГОСТ к поддержанию частоты. Влияние частоты на работу потребителей электроэнергии. Частотные характеристики и регулирующий эффект нагрузки. Частотные характеристики агрегатов электрических станций. Основные требования к автоматическим устройствам регулирования частоты и активной	РГЗ разделы 1 и 2	Экзамен, все вопросы

		мощности (АРЧМ). Принципы оптимального распределения активной нагрузки между агрегатами станции. Автоматическое регулирование частоты вращения турбин (первичное регулирование). Гидромеханический первичный регулятор. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения. Использование АРВ для регулирования напряжения на шинах электростанций и для распределения реактивной мощности между генераторами. Задание статизма по реактивному току генератора, работа генератора в блоке с трансформатором, параллельная работа блоков на общие шины. Принципы группового управления возбуждением генераторов (ГУВ) электростанции. ГУВ с центральным распределителем реактивных нагрузок. Принцип выполнения ГУВ с уравниванием реактивных нагрузок по среднему значению. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения. Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика, её особенности. Микропроцессорные комплексы автоматических устройств противоаварийной автоматики. Микропроцессорные терминалы интегрированной противоаварийной автоматики. Обоснование допустимости использования НАПВ, БАПВ на линии с двусторонним питанием. Общая противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение, экономическая эффективность, область применения и виды АПВ. Основные технические требования к устройствам АПВ. Совместная работа устройств АПВ и релейной защиты. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Поочерёдное АПВ и АПВ с возрастающей кратностью Расчет уставок АПВ линии с односторонним питанием. Трёхфазные АПВ линии с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ, критерии допустимости несинхронного и быстродействующего АПВ. АПВ с ожиданием и улавливанием синхронизма. Особенности АПВ шин и трансформаторов. Однофазное автоматическое повторное включение (ОАПВ). Достоинства, недостатки, область применения и выполняемые функции ОАПВ. Избирательные органы устройств ОАПВ. Схема устройств ОАПВ. Параллельная работа агрегатов, снабжённых автоматическими регуляторами частоты вращения. Влияние статизма характеристик регулирования частоты вращения агрегатов на частоту в энергосистеме и распределение активной нагрузки между агрегатами электростанций. Вторичное регулирование частоты и активной мощности. Астатическое регулирование частоты в энергосистеме одной электростанцией. АРЧМ по мнимостатическим характеристикам. АРЧМ с использованием интегральной функции отклонения частоты. Автоматическое регулирование и ограничение перетоков активной мощности по линии электропередачи. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЭЭС несколькими частоторегулирующими станциями. Расчёт параметров настройки синхронизаторов с постоянным углом опережения и с постоянным временем опережения. Цели дисциплины. Структура дисциплины. Основные понятия. Основные этапы процесса автоматизации электроэнергетики. Технологическая автоматика, её назначение. Принципы построения систем автоматического управления в электроэнергетике. Устройства автоматического управления и автоматического регулирования. Характеристики регулирования.		
ПК.22/ПТ способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования объектов	у5. уметь выполнять синхронизацию генераторов и проверять синхронную устойчивость после включения генератора на	Автоматическое включение синхронных машин на параллельную работу. Способы и условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Динамические воздействия при включении синхронных генераторов методом точной синхронизации. Критерии допустимости включения с заданным углом ошибки. Автоматическое включение синхронных генераторов способом самосинхронизации. Автоматическое включение синхронных электродвигателей и синхронных компенсаторов. Принципы построения устройств точной синхронизации. Полуавтоматический синхронизатор с постоянным углом опережения. Автоматические синхронизаторы с постоянным временем опережения. Микропроцессорные синхронизаторы с вычисляемым углом опережения.		Экзамен, вопросы 2 – 9

энергетики	параллельную работу			
ПК.8/ПК способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	з6. знать способы регулирования напряжения, частоты, мощности и перетоков мощности в энергосистеме	Автоматическое регулирование напряжения и потоков реактивной мощности в системообразующих и распределительных сетях. Требования ГОСТ к качеству напряжения. Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации трансформаторов и автотрансформаторов с РПН. Автоматическое управление батареями статических конденсаторов, статическими источниками реактивной мощности. Особенности АРВ синхронных компенсаторов и синхронных электродвигателей. Автоматическое управление энергосистемой по частоте и активной мощности. Задачи и особенности регулирования частоты в энергосистеме. Требования ГОСТ к поддержанию частоты. Влияние частоты на работу потребителей электроэнергии. Частотные характеристики и регулирующий эффект нагрузки. Частотные характеристики агрегатов электрических станций. Основные требования к автоматическим устройствам регулирования частоты и активной мощности (АРЧМ). Принципы оптимального распределения активной нагрузки между агрегатами станции. Автоматическое регулирование частоты вращения турбин (первичное регулирование). Гидромеханический первичный регулятор. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения. Использование АРВ для регулирования напряжения на шинах электростанций и для распределения реактивной мощности между генераторами. Задание статизма по реактивному току генератора, работа генератора в блоке с трансформатором, параллельная работа блоков на общие шины. Принципы группового управления возбуждением генераторов (ГУВ) электростанции. ГУВ с центральным распределителем реактивных нагрузок. Принцип выполнения ГУВ с уравниванием реактивных нагрузок по среднему значению. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения. Параллельная работа агрегатов, снабжённых автоматическими регуляторами частоты вращения. Влияние статизма характеристик регулирования частоты вращения агрегатов на частоту в энергосистеме и распределение активной нагрузки между агрегатами электростанций. Вторичное регулирование частоты и активной мощности. Астатическое регулирование частоты в энергосистеме одной электростанцией. АРЧМ по мнимостатическим характеристикам. АРЧМ с использованием интегральной функции отклонения частоты. Автоматическое регулирование и ограничение перетоков активной мощности по линии электропередачи. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЭЭС несколькими частоторегулирующими станциями.		Экзамен, вопросы 20 – 39
ПК.9/ПК способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	з6. знать принципы построения и алгоритмы действия устройств автоматики	Общая противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение, экономическая эффективность, область применения и виды АПВ. Основные технические требования к устройствам АПВ. Совместная работа устройств АПВ и релейной защиты. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Поочерёдное АПВ и АПВ с возрастающей кратностью Расчёт уставок АПВ линии с односторонним питанием. Трёхфазные АПВ линии с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ, критерии допустимости несинхронного и быстродействующего АПВ. АПВ с ожиданием и улавливанием синхронизма. Особенности АПВ шин и трансформаторов. Однофазное автоматическое повторное включение (ОАПВ). Достоинства, недостатки, область применения и выполняемые функции ОАПВ. Избирательные органы устройств ОАПВ. Схема устройств ОАПВ.		Экзамен, вопросы 11 – 15
ПК.9/ПК	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для	Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение АЧР, принципы выполнения АЧР. Способы организации АЧР I и АЧР II. Дополнительная категория разгрузки. Расчёт АЧР. Автоматическое повторное включение потребителей после действия АЧР (ЧАПВ). Схемы устройств АЧР и ЧАПВ. Расчёт АЧР. Расчёт параметров настройки синхронизаторов с постоянным углом опережения и с постоянным временем опережения.		Экзамен, вопросы 16 – 19

	устройств релейной защиты и автоматики			
--	--	--	--	--

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 ОПК.1, ПК.22/ПТ, ПК.8/ПК, ПК.9/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 1 раздела 1.

В 1 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 ОПК.1, ПК.22/ПТ, ПК.8/ПК, ПК.9/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.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Автоматика энергосистем», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит три 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 *Автоматика энергосистем*

Факультет: *Энергетики*; Курс: 1М

1. Вопрос 1.

2. Вопрос 2.

3. Вопрос 3.

Составил: И.П. Тимофеев _____

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

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 три 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 практических занятиях, и результаты промежуточных контрольных работ на лекциях или практических 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).

- Работа на практических занятиях max/min – 18/9 баллов.
- Выполнение и защита лабораторных работ max/min – 18/9 баллов.
- Выполнение и защита расчётно-графического задания, max/min – 16/8 баллов.
- Выполнение контрольных работ, max/min – 8/4 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 «Автоматика электрических станций»

1. Общие сведения по автоматике ЭЭС. Устройства автоматического управления и автоматического регулирования. Характеристики регулирования.
2. Автоматическое управление гидрогенераторами.
3. Автоматическое управление пуском турбогенераторов.
4. Способы и условия включения синхронных генераторов на параллельную работу.
5. Динамические воздействия при включении синхронных генераторов методом точной синхронизации.
6. Автоматическое включение синхронных генераторов способом самосинхронизации. Автоматическое включение синхронных двигателей и синхронных компенсаторов.
7. Принципы построения устройств точной автоматической синхронизации. Полуавтоматический синхронизатор с постоянным углом опережения.
8. Принципы построения устройств точной автоматической синхронизации. Автоматический синхронизатор с постоянным временем опережения (АСТ-4, УБАС).
9. Принципы построения устройств точной автоматической синхронизации. Автоматический синхронизатор СА-1.
10. Автоматическое включение резервного питания. Способы выполнения пускового органа по напряжению, расчет АВР.
11. Трехфазное АПВ. Ускорение действия защит при наличии АПВ.
12. Особенности АПВ параллельных линий с односторонним питанием. ТАПВ на линиях с двусторонним питанием (АПВОС).
13. ТАПВ на линиях с двусторонним питанием (НАПВ, БАПВ, АПВУС).
14. Особенности выполнения АПВ шин и трансформаторов.
15. Однофазное АПВ: достоинства и недостатки, избирательные органы ОАПВ, схема устройства ОАПВ.
16. АЧР. Частотные характеристики ЭЭС, требование к устройствам АЧР и способы организации АЧР.
17. Способы организации АЧР-I и АЧР-II. Расчет АЧР.
18. Дополнительная категория разгрузки.

19. ЧАПВ с контролем изменения частоты, схема АЧР и ЧАПВ.
20. АРВ. Генератор как объект регулирования. Релейные устройства быстродействующей форсировки возбуждения.
21. Компаундирование возбуждения генераторов. Электромагнитный корректор напряжения.
22. Фазовое компаундирование.
23. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия.
24. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности в электрических системах. Регулирование напряжения на шинах электрических станций по астатической и статической характеристике.
25. Задание статизма по реактивному току генератора, работа генератора в блоке с трансформатором, параллельная работа блоков на общие шины.
26. Групповое управление возбуждением генераторов: ГУВ с центральным распределителем реактивных нагрузок.
27. Принцип выполнения ГУВ с уравниванием реактивных нагрузок по среднему значению. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.
28. Автоматическое регулирование напряжения на подстанциях. Автоматический регулятор коэффициента трансформации АРТ-1Н.
29. Астатический регулятор частоты вращения непрямого действия с гидроусилителем.
30. Статические регуляторы частоты вращения непрямого действия с гидроусилителем.
31. Астатический регулятор частоты вращения с гибкой (изодромной) обратной связью.
32. Автоматическое регулирование частоты вращения турбин. Гидромеханический первичный регулятор.
33. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения.
34. Параллельная работа агрегатов, снабжённых АРЧВ.
35. АРЧМ и перетоков мощности в ЭЭС, устройства вторичного регулирования (устройства внутривостанционного группового управления и устройства системного регулирования).
36. АРЧМ по мнимостатическим характеристикам.
37. АРЧМ с использованием интегральной функции отклонения частоты.
38. Автоматическое регулирование и ограничение перетоков активной мощности.
39. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЭЭС несколькими частоторегулирующими станциями (централизованные и децентрализованные АСРЧМ).
40. Особенности микропроцессорных интегрированных устройств автоматики.
41. Микропроцессорные комплексы автоматических устройств противоаварийной автоматики.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Автоматика энергосистем», 1 семестр

1. Содержание контрольной работы

Контрольная работа посвящена разделу "Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов", проводится письменно на одном из аудиторных занятий. В задании предусматриваются два теоретических вопроса и одна задача.

2. Методика оценки

Оценка за контрольную работу формируется на основе правильности и полноты данных ответов на вопросы и правильности проведённых расчётов.

3. Критерии и шкала оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведёнными ниже критериями.

- Работа считается **не выполненной**, если не даны ответы на оба вопроса или ответы не верные, или совсем неполные, оценка составляет 0 – 3 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если на поставленные вопросы даны минимально краткие ответы без каких-либо пояснений, оценка составляет 4 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если в ответах на теоретические вопросы есть анализ и пояснения, а также приводится ход решения задач, оценка составляет 5 – 6 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в ответах на теоретические вопросы есть исчерпывающие анализ и пояснения, а также приводится ход решения задач, оценка составляет 7 – 8 баллов.

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

4. Пример варианта контрольной работы

Пример теоретических вопросов.

1. Компаундирование возбуждения генераторов.
2. Электромагнитный корректор напряжения.

Пример задачи.

Рассчитать ток компаундирования возбуждения генератора. Напряжение возбуждения 211,5 В, ток обмотки возбуждения 7,35 А (при номинальном напряжении и токе статора), сопротивление обмотки возбуждения 14 Ом, напряжение возбуждения холостого хода 85 В, ток возбуждения холостого хода 2,4 А.

Паспорт расчётно-графического задания

по дисциплине «Автоматика энергосистем», 1 семестр

1. Содержание расчётно-графического задания

Расчётно-графическое задание содержит два раздела. Первый раздел посвящён расчёту и выбору уставок автоматического синхронизатора генератора электростанции. Второй раздел связан с анализом и выбором вида АПВ линий связи электростанции с энергосистемой.

В рамках расчётно-графического задания (работы) по дисциплине студент:

- 1) производит расчёт параметров синхронизатора для одного из генераторов тепловой или гидравлической электростанции, проверяет синхронную устойчивость генератора для рассчитанной максимально допустимой частоты скольжения после включения генератора на параллельную работу;
- 2) обоснование и допустимость применения данного вида АПВ на линии с двусторонним питанием;
- 3) производит проверку допустимости применения несинхронного или быстродействующего АПВ для линии связи заданной электростанции с энергосистемой; рассчитывает и выбирает уставки устройства АПВ;
- 4) производит расчёт уставок АВР, разрабатывает схему оперативных цепей АВР;
- 5) составляет расчётно-пояснительную записку.

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 – 7 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 8 – 11 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 12 – 14 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 15 – 16 баллов.

4. Примерный перечень вариантов исходных данных РГЗ

Исходная схема энергосистемы приведена в методических указаниях к выполнению расчётно-графической работы по курсу «Автоматика энергосистем», исходные данные для 11 вариантов – в таблицах 1-3, параметры энергосистем для четырёх подвариантов приведены в таблице 4.

Таблица 1 – Параметры основного электрооборудования КЭС

№ ва р	Параметры турбогенераторов				Кол-во блоков		Пар-ры АТ1		Пар-ры АТ2		Пар-ры Т1, Т2	
	$P_{\text{НОМ}}$	$\cos\varphi$	X_d''	X_d'	G1	G2	$S_{\text{НОМ, МВА}}$	$U_{\text{КВ-С}} \%$	$S_{\text{НОМ, МВА}}$	$U_{\text{КВ-С}} \%$	$S_{\text{НОМ, МВА}}$	$U_{\text{К}}, \%$
01	160	0.85	0.213	0.304	6	2	405	9.5	125	11	200	11/10.5
02	220	0.85	0.1905	0.275	5	2	405	9.5	250	11	250	11/10.5
03	200	0.85	0.1805	0.272	6	2	405	9.5	125	11	250	11/10.5
04	320	0.85	0.173	0.258	6	2	500	12	250	11	400	11/10.5
05	300	0.85	0.195	0.300	6	2	500	12	250	11	400	11/10.5
06	210	0.90	0.190	0.296	6	2	405	9.5	200	11	250	11/10.5
07	160	0.85	0.213	0.304	5	3	405	9.5	250	11	200	11/10.5
08	220	0.85	0.1905	0.275	7	3	405	9.5	250	11	250	11/10.5
09	200	0.85	0.1805	0.272	6	3	405	9.5	250	11	250	11/10.5
10	320	0.85	0.173	0.258	6	3	500	12	250	11	400	11/10.5
11	300	0.85	0.195	0.300	6	3	500	12	250	11	400	11/10.5

Таблица 2 – Параметры основного электрооборудования ГЭС

№ вар	Параметры гидрогенераторов					Кол-во блоков		Пар-ры АТ3		Пар-ры Т3, Т4	
	$P_{\text{НОМ}}$	$\cos\varphi$	X_d''	X_d'	X_q	G3	G4	$S_{\text{НОМ, МВА}}$	$U_{\text{КВ-С}} \%$	$S_{\text{НОМ, МВА}}$	$U_{\text{К}}, \%$
01	60	0.9	0.14	0.23	0.40	6	4	125	11	80	11
02	55	0.85	0.22	0.35	0.63	7	3	63	11	80	11
03	90	0.9	0.19	0.27	0.45	5	4	125	11	125	10.5
04	90	0.9	0.19	0.27	0.45	6	5	250	11	125	10.5
05	67	0.85	0.21	0.28	0.47	4	4	125	11	80	11
06	100	0.9	0.22	0.30	0.50	6	4	250	11	125	10.5
07	80	0.8	0.22	0.34	0.55	5	5	200	11	125	10.5
08	30	0.8	0.25	0.35	0.71	6	6	63	11	40	10.5
09	150	0.85	0.17	0.28	0.62	5	4	250	11	200	10.5
10	160	0.9	0.22	0.30	0.66	6	4	250	11	200	10.5
11	300	0.85	0.20	0.34	0.87	4	4	250	11	400	11

Таблица 3 – Параметры нагрузок

№ вар	Н1		Н2		Н3		Н4		Н5	
	п, шт	P1, МВт	п, шт	P1, МВт	п, шт	P1, МВт	п, шт	P1, МВт	п, шт	P1, МВт
01	6	150	8	90	11	20	4	60	6	30
02	10	115	8	70	10	44	4	55	3	45
03	10	111	8	100	10	30	8	40	8	30
04	10	124	12	120	8	70	4	80	6	45
05	10	130	10	120	10	50	4	28	8	26
06	10	114	8	100	10	42	8	50	6	40
07	7	140	8	80	10	40	4	65	6	40
08	10	110	8	125	10	60	3	30	5	20
09	10	97	10	100	10	50	8	70	9	40
10	10	118	20	80	20	40	8	80	17	30
11	10	144	12	100	20	40	10	80	21	50

Таблица 4 – Параметры энергосистем и ВЛ

№ вар	С1		С2		Протяжённость ВЛ, км			
	S _{кз} , МВА	P _{изб} , МВт	S _{кз} , МВА	P _{изб} , МВт	Л1	Л2	Л3	Л4
1	10000	300	12000	200	200	150	70	40
2	13000	200	9000	300	150	220	80	60
3	15000	400	10000	300	180	200	100	50
4	12000	250	12000	250	230	180	120	80

удельные индуктивные сопротивления ВЛ принять равными:

220 кВ – 0.4 Ом/км, 500 кВ – 0.3 Ом/км

Таблица 5 – Дополнительные исходные данные

№ вар	Параметры синхронизатора		Параметры выключателя		Номер генератора	T _J , с
	Δt_{C*} , о.е.	$\Delta \delta_C$, рад	t _в , с	Δt_{B*} , о.е.		
1	0.020	0.05	0.20	0.10	G1	8
2	0.026	0.06	0.24	0.15	G2	9
3	0.030	0.04	0.13	0.08	G3	10
4	0.033	0.03	0.15	0.06	G4	12