


УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИШЭ


Матвеев А.С.
«27» 08 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
БАЗОВАЯ**

АВТОМАТИКА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Направление ООП	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Профили подготовки	Электроэнергетические системы и сети		
Квалификация	бакалавр		
Базовый учебный план приема	2018 год		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения		
Лекции, ч	11		
Практические занятия, ч	22		
Лабораторные занятия, ч	11		
Контактная (аудиторная) работа (ВСЕГО), ч	44		
Самостоятельная работа, ч	64		
ИТОГО, ч	108		

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
------------------------------	---------	------------------------------	-----

Руководитель ОЭЭ		Дементьев Ю.Н.
Руководитель ООП		Шестакова В.В.
Преподаватель		Абеуов Р.Б.

2018г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности (в соответствии с п. 3).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Автоматика управления режимами энергосистем» относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля учебного плана ООП:

Пререквизиты:

1. Электроэнергетические системы и сети;
2. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах;
3. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах;
4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

Кореквизиты:

1. Режимы и надежность энергосистем.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Автоматика управления режимами энергосистем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов освоения ООП), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВО и профессиональными стандартами (табл.1):

Таблица 1

Составляющие результатов освоения ООП

Результаты освоения ООП	Компетенции по ФГОС, СУОС	Составляющие результатов освоения					
		Код	Владение опытом	Код	Умения	Код	Знания
По профилям подготовки							
Р7. Применение фундаментальных знаний.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, ОПК-1, ОПК-2	В.7.1	методов математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники				
		В.7.2	анализа физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах	У.7.2	выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	З.7.2	основных физических явлений и законов механики, электротехники и их математическое описание
Р8. Инженерный анализ.	УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	В.8.1	формирования допущений для упрощения анализа сложных систем и процессов, использования методов имитационного моделирования	У.8.1	использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ	З.8.1	универсальных методов инженерного анализа (системный, структурный, функциональный, статистический, кластерный, ранговый, корреляционный)
						З.8.2	состояния и современных тенденций развития технического прогресса в области электротехники и электроэнергетики в индустриально развитых странах
Р11. Инженерная практика.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-13, ПК-18	В.11.1	прикладными программами и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники	У.11.1	рассчитывать режимы работы электроэнергетических систем		

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты (табл. 2):

Таблица 2

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№ п/п	Результат
Р7	Применение фундаментальных знаний для оценки влияния отклонения частоты и напряжения на работу энергосистем
Р8	Применять соответствующие инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач регулирования напряжения и частоты в энергосистеме
Р11	Знание технических средств для управления режимом по напряжению и реактивной мощности, по частоте и активной мощности

4. Структура и содержание дисциплины

Введение и Раздел 1. Влияние отклонения частоты на работу энергосистем, регулирование частоты в энергосистемах (способствует достижению результатов обучения Р7, Р8, Р11)

Уточнение понятий и постановка задач автоматического управления режимами работы энергосистем; общая характеристика систем автоматического управления режимами работы энергосистем. Зависимость вырабатываемой и потребляемой активной мощности от частоты. Статические и динамические характеристики агрегатов турбина-генератор, оснащенных регуляторами частоты вращения. Основа возможности существования устойчивых режимов по частоте. Баланс активной мощности в энергосистеме. Влияние изменения частоты на баланс активной мощности. Организация регулирования частоты и активной мощности в соответствии с нормативными документами. Общие требования к регулированию режима по частоте и активной мощности. Организация первичного регулирования частоты. Общее и нормированное первичное регулирование частоты. Технические факторы, от которых зависит эффективность первичного регулирования. Вторичное регулирование частоты и мощности. Организация участия тепловых и гидравлических электростанций в регулировании частоты и мощности. Регулирование частоты и обменных потоков мощности.

Лабораторные работы:

1. Исследование влияния снижения частоты на режим работы потребителей электроэнергии.

Раздел 2. Влияние отклонения напряжения на работу энергосистем, регулирование напряжения в энергосистемах (способствует достижению результатов обучения Р7, Р8, Р11)

Зависимость вырабатываемой и потребляемой реактивной мощности от напряжения. Основа возможности существования устойчивых режимов по напряжению. Потребители и источники реактивной мощности в энергосистеме. Баланс реактивной мощности в энергосистеме. Влияние изменения напряжения на баланс реактивной мощности. Регулирование напряжения и реактивной мощности в электрических сетях энергосистем. Традиционные технические средства для управления режимом по напряжению и реактивной мощности. Регулирование напряжения в распреде-

лительных и системообразующих электрических сетях. Режим работы высоковольтных линий по реактивной мощности в зависимости от загрузки по активной мощности. Современные средства регулирования напряжения и реактивной мощности.

Лабораторные работы:

1. Исследование влияния снижения напряжения на режим работы потребителей электроэнергии.

Раздел 3. Основные виды аварий, приводящих к нарушению нормальных режимов работы ЭЭС, причины их возникновения, способы ликвидации (способствует достижению результатов обучения Р7, Р8, Р11)

Типовые (упрощенные) структуры энергообъединений; предотвращение нарушения статической и динамической устойчивости при работе избыточной системы параллельно с системой значительно большей мощности; случай резкого снижения частоты в приемной энергосистеме; предотвращение нарушения статической и динамической устойчивости при работе дефицитной системы параллельно с системой значительно большей мощности; предотвращение нарушения статической и динамической устойчивости при параллельной работе систем соизмеримых по мощности; влияние изменений частоты на переток мощности по межсистемной связи; эффективность аварийного управления мощностью параллельно работающих энергосистем; автоматика «балансирующего действия».

Лабораторные работы:

1. Исследование аварийных нарушений режима и разработка мероприятий по противоаварийному управлению в энергообъединении структуры I.

Раздел 4. Системная автоматика и режимная автоматика, основные виды, их назначение, принцип действия (способствует достижению результатов обучения Р7, Р8, Р11)

Автоматика повторного включения воздушных линий (АПВ), основные виды АПВ, требования, предъявляемые к АПВ, основные схемы АПВ. Автоматика ввода резерва (АВР), основные виды АВР, требования, предъявляемые к АВР, основные схемы АВР. Автоматика опережающего деления сети (АОДС).

Автоматические регуляторы возбуждения синхронных генераторов. Автоматический регулятор коэффициентов трансформации трансформаторов. Гидромеханический регулятор частоты вращения турбин. Гидродинамический регулятор частоты вращения турбин тепловых электростанций. Электрогидравлический регулятор частоты вращения гидравлических турбин. Микропроцессорный регулятор частоты вращения турбин. Быстродействующий автоматический регулятор мощности турбоагрегатов. Микропроцессорное устройство автоматического управления мощностью турбоагрегатов. Автоматика регулирования перетоков активной мощности по межсистемным связям.

Лабораторные работы:

1. Исследование режимов работы сетевой автоматики.

Раздел 5. Противоаварийное управление в ЭЭС и противоаварийная автоматика, основные виды, их назначение, принцип действия (способствует достижению результатов обучения Р7, Р8)

Аварийные ситуации в ЭЭС, последовательность их развития и последствия.

Основные требования, предъявляемые к устройствам противоаварийной автоматики. Подсистема автоматики для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ). Подсистема автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Подсистема автоматики ограничения снижения частоты (АОСЧ). Подсистема автоматики ограничения снижения напряжения (АОСН). Подсистема автоматики ограничения повышения частоты (АОПЧ). Подсистема ограничение повышения напряжения (АОПН).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в видах и формах, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Основные виды и формы самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Объем времени, ч
1. Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	18
2. Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	10
3. Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям	12
4. Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах	12
5. Подготовка к контрольной работе, экзамену	12
Итого	64

6. Оценка качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета».

Максимальное количество баллов по дисциплине в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 80 баллов,
- за промежуточную аттестацию (экзамен/зачет) – 20 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Методическое обеспечение

Основная литература:

1. Овчаренко, Николай Ильич. Автоматика энергосистем : учебник / Н. И. Овчаренко; под ред. А. Ф. Дьякова. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. — 476 с: ил. — "Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки " "Электрэнергетика"" — ISBN 978-5-383-00975-8.

Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72192

2. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013 Ч. 1. – 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 МВ). – 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m317.pdf>

3. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013 Ч. 2. – 1 компьютерный файл (pdf; 1.4 МВ). – 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m318.pdf>

Дополнительная литература:

1. Калентионок, Евгений Васильевич Оперативное управление в энергосистемах: учебное пособие / Е. В. Калентионок, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин. – Минск: Высшая школа, 2007. – 351 с.: ил. – ВУЗ студентам высших учебных заведений. – Библиогр.: с. 347-348. – ISBN 978-985-06-1260-1.

2. Вайнштейн, Роберт Александрович Основы управления режимами энергосистем по частоте и активной мощности, по напряжению и реактивной мощности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, В. В. Шестакова. – 1 компьютерный файл (pdf; 664 КВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

3. Рабинович, Роман Самуилович. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем / Р. С. Рабинович. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Энергоатомиздат, 1989. — 352 с.: ил.. — ISBN 5283010791.

4. Иофьев, Борис Израилевич. Автоматическое аварийное управление мощностью энергосистем / Б. И. Иофьев. — Москва: Энергия, 1974. — 415 с.

5. Портной, Марлен Гдалевич. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости / М. Г. Портной, Р. С. Рабинович. — Москва: Энергия, 1978. — 352 с.: ил.. — Библиогр.: с. 338-349 (193 назв.). — Алф. указ.: с. 350.

6. Беркович, Михаил Арнольдович. Основы автоматики энергосистем / М. А. Беркович, А. Н. Комаров, В. А. Семенов. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Энергоиздат, 1981. — 433 с.

7. Совалов, Соломон Абрамович. Противоаварийное управление в энергосистемах / С. А. Совалов, В. А. Семенов. — Москва: Энергоатомиздат, 1988. — 416 с.. — ISBN 5-283-01067-8.

8. Гуревич, Юрий Ефимович. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах / Ю. Е. Гуревич, Л. Е. Либова, А. А. Окин. — Москва: Энергоатомиздат, 1990. — 390 с.. — ISBN 5283010228.

7.2 Информационное обеспечение

1. Сайт системного оператора Единой Энергосистемы России

- www.so-ups.ru
- 2. Сайт федеральной сетевой компании
- www.fsk-ees.ru
- 3. Сайт режимщиков
- www.Regimov.net
- 4. Сайт создателей программного обеспечения для расчета режимов энергосистем
- www.RastrWin.ru
- 5. Сайт службы релейной защиты и автоматики
- www.rzia.ru

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Печенем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Программный комплекс «Mathcad».
2. Программы MS Word, MS Excel, MS PowerPoint.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Основное материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в табл. 4.

Таблица 4

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с печенем основного оборудования	Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории
1.	<i>Лекционная аудитория.</i> Компьютер, видеопроектор, экран, доска.	г. Томск, ул. Усова, 7, корп.8, ауд. 346
2.	<i>Компьютерный класс</i> Компьютеры на базе IntelE2220, IntelG2020, IntelE7500, Celeron 440 – 16 шт.; лицензионные программы. Сетевой коммутатор, коммутаторы - 3 шт., проектор	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 126
3	<i>Учебные аудитории.</i> Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска.	г. Томск, ул. Усова 7, корп. 8, ауд. 331

Программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» подготовки бакалавров (приема 2018 г.).

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники (протокол № 7 от «28» 06 2018 г.).

Автор: к.т.н., доцент ОЭЭ _____  Р.Б. Абеуов

Рецензент: к.т.н., доцент ОЭЭ _____  Н.И. Бацева