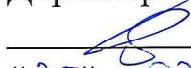


УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН
 В.М. Завьялов
«25» 02 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ
АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ**

Направление ООП 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки Автоматика энергосистем

Квалификация (степень) Магистр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 2 семестр осенний

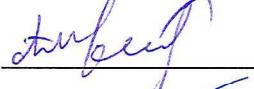
Количество кредитов 3

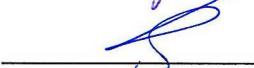
Код дисциплины ДИСЦ.В.М.3.2

Виды учебной деятельности	Временное ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации Экзамен

Обеспечивающее подразделение Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС)

 ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ЭЭС A.O. Сулайманов

 РУКОВОДИТЕЛЬ ООП B.M. Завьялов

 ПРЕПОДАВАТЕЛЬ N.YU. Рубан

2016г.

1. Цели освоения дисциплины

Основной целью дисциплины является подготовка выпускников к деятельности, связанной с построением и обслуживанием централизованных и локальных устройств противоаварийной автоматики ЭЭС.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей **Ц1, Ц3 и Ц5** основной образовательной программы. Приобретенные знания, умения и навыки позволяют подготовить выпускника:

– к проектно-конструкторской деятельности в области электроэнергетики и электротехники, выбору современного оборудования, проектированию новых электротехнических объектов, систем и устройств, конкурентоспособных на мировом рынке, с использованием современных средств автоматизации проектирования, оцениванию технико-экономической эффективности принимаемых решений (**Ц1**);

– к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов и объектов, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов, решению задач, связанных с разработкой инновационных методов, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования систем и объектов электроэнергетики и электротехники (**Ц3**);

– к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры (**Ц5**).

Достижение этих целей позволит выпускникам успешно решать профессиональные задачи, связанные с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики, находить творческие решения профессиональных задач, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы.

Достижение этой цели позволит выпускникам успешно решать профессиональные задачи, связанные с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики, находить творческие решения профессиональных задач, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профессиональному циклу вариативной части ООП. Указанная дисциплина основывается на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин «Установившиеся режимы ЭЭС современные методы и средства их расчета», «Переходные процессы в электроэнергетических системах».

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:
знать

– задачи эксплуатации и проектирования, которые решаются на базе расчетов установившихся режимов и электромеханических переходных процессов.

уметь

– подготовить исходные данные по заданному реальному объекту в соответствии с формальными правилами современных профессиональных программных комплексов для расчета установившихся режимов энергосистем;

– отладить расчеты установившихся и переходных режимов;

– разработать план проведения расчетных экспериментов и анализировать полученные результаты;

– выбрать средства защиты и автоматики на основе расчетов, смоделировать и отладить их функционирование в рамках правил программного комплекса;

иметь опыт

– подготовки исходных данных по заданному реальному объекту в соответствии с формальными правилами современных профессиональных программных комплексов для расчета установившихся режимов энергосистем;

– отладки расчетного установившегося и переходного режимов;

– разработки плана проведения расчетных экспериментов для определения предельных режимов в ЭЭС.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.	31.1	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У1.1	осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	B1.1	использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля
	31.2	современных тенденций развития технического прогресса	У1.2	критически оценивать свои достоинства и недостатки	B1.2	приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора
	31.3	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У1.3	осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физи-	B1.3	использования основных методов организации самостоятельного обу-

				ческого и профессионального саморазвития и самосовершенствования		чения и самоуправления и самоконтроля
P4. Использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, с готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.	34.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У4.1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	B4.1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области
			У4.2	понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности		
P5. Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.	35.1	основных закономерностей развития науки и техники	У5.1	анализировать полученную информацию	B5.1	аргументированного изложения собственной точки зрения
	35.2	основных научных школ, концепций, источников знаний и приемы работы с ними	У5.2	анализировать логику различного рода рассуждений	B5.2	ведения дискуссии и полемики
P12. Разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.	312.1	основных требований, норм и правил оформления научно-технических отчетов, проектной, оперативной и другой технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами	У12.1	разрабатывать рабочую техническую документацию в области своей профессиональной деятельности		
	312.2	порядка разработки и состава научно-технической, проектной, монтажной, наладочной и ремонтной документации	У12.2	анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию	B12.2	разработки технической документации при решении определенных задач профессиональной деятельности
	312.3	основ систем менеджмента качества (СМК) и технологии разработки документов для внедрения и поддержания СМК на предприятиях (организациях и учреждениях) электроэнергетического и электротехнического профилей	У12.3	использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов		

В результате освоения дисциплины «Технологическая и противоаварийная автоматика энергосистем» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Применять знания технологической и противоаварийной автоматики для решения задач расчёта и анализа данных устройств.
РД4	Использовать современные технические средства и компьютерные программы для коммуникации, презентации, составления отчетов.
РД5	Уметь анализировать работу сложных устройств технологической и противоаварийной автоматики.
РД12	Уметь разрабатывать в соответствии с общепринятыми стандартами проектную документацию по проектированию технологической и противоаварийной автоматики.

4. Структура и содержание дисциплины**4.1. Аннотированное содержание разделов дисциплины (8 час.)**

- Задачи противоаварийного управления, основные нормативные материалы для обеспечения надежности энергосистем. Последовательность развития аварии в ЭЭС и подсистемы противоаварийной автоматики (2 часа).
- Представление энергосистем в виде типовых упрощенных структур. Предотвращение нарушения устойчивости энергосистем, передающих мощность в энергообъединение (2 часа).
- Предотвращение нарушения устойчивости в энергосистеме с дефицитом мощности. Особенности управления для обеспечения устойчивости энергосистем, соединенных слабыми связями (2 часа).
- Принципы построения устройств противоаварийной автоматики. Автоматика ограничения снижения и повышения частоты (2 часа).

4.2. Содержание практического раздела дисциплины (40 час.)**Лабораторные работы (24 час.):**

- Моделирование возмущений в энергосистеме и анализ результатов расчета с целью выбора противоаварийных мероприятий (2 часа).
- Анализ статической устойчивости ЭЭС (4 часа).
- Исследование переходных процессов при больших возмущениях и выбор средств для сохранения устойчивости параллельной работы генераторов (4 часа).
- Исследование отключения генераторов как средства для сохранения устойчивости (2 часа).
- Исследование аварийного регулирования турбин как средства для сохранения устойчивости (4 часа).
- Исследование электрического торможения как средства для сохранения устойчивости (2 часа).

7. Моделирование возмущений, приводящих к асинхронному режиму и анализ результатов расчета с целью определения исходных данных для выбора и настройки параметров устройств АЛАР (4 часа).

8. Моделирование процессов изменения частоты при дефиците мощности и исчерпании резерва. Моделирование и анализ АЧР (2 часа).

Практические занятия (16 час.):

1. Задачи противоаварийного управления, основные нормативные материалы для обеспечения надежности энергосистем (4 часа).

2. Представление энергосистем в виде типовых упрощенных структур (4 часа).

3. Особенности управления для обеспечения устойчивости энергосистем, соединенных слабыми связями (4 часа).

4. Принципы построения устройств противоаварийной автоматики (4 часа).

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения.

Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы: 1) текущая и 2) творческая проблемно-ориентированная.

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. Текущая СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам;
- подготовку к контрольным работам, зачету.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (TCP) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов. TCP предусматривает:

- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по тематике, определенной преподавателем;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

6.3. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения;
- защиты рефератов и научно-исследовательских работ по проведенным исследованиям;
- ответов на контрольные вопросы (вопросы предоставляются студентам в электронной форме на первом занятии).

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг-планом, предусматривающем все виды учебной деятельности.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	P1, P5, P12
Презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	P1, P4
Опрос студентов на практических занятиях	P1, P4
Экзамен	P1, P4

Для текущей оценки качества освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- контрольные вопросы по темам лекций (приложение 1, 2);
- контрольные вопросы к лабораторным работам;
- темы научно-исследовательских работ и рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана изучаемой дисциплины (п. 6.3);

Для итоговой аттестации подготовлены экзаменационные билеты (приложение 3).

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Вайнштейн, Роберт Александрович. 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 (ЭНИН), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013, в 2-х частях.
2. Куликов, Юрий Алексеевич. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / Ю. А. Куликов. — Москва: Омега-Л, 2013. — 380 с.: ил. — Высшее техническое образование. — Библиогр.: с. 348-352. — Глоссарий: с. 366-375.. — ISBN 978-5-370-02938-7.
3. <http://www.nelbook.ru>

Дополнительная литература:

1. Методические указания по устойчивости энергосистем. Утверждены Приказом Минэнерго России от 30.06.2003 №277.
2. Овчаренко, Николай Ильич Автоматика энергосистем: учебник / Н. И. Овчаренко; под ред. А. Ф. Дьякова. — 3-е изд., испр. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. — 476 с.: ил. — Библиогр.: с. 469-475. — ISBN 978-5-383-00354-1.
3. Дьяков, Анатолий Федорович Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. — 2-е изд., стер. — Москва: МЭИ, 2010. — 336 с.: ил. + Прил.: 2 л. схемы. — Список литературы: с. 325-331.. — ISBN 978-5-383-00467-8.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы:

1. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов и переходных процессов «Мустанг».
2. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов «РАСТР».

3. Программные комплексы общего назначения: «MATLAB», «Mathcad», «Electronics Workbench», «Classic».

4. Internet-ресурсы:

http://e-le.lcg.tpu.ru/public/URS_iep8/index.html

Сайт «Режимщиков» <http://regimov.net>

Используемое программное обеспечение:

1. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов и переходных процессов «Мустанг».

2. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов «РАСТР».

3. Программные комплексы общего назначения: «MATLAB», «Mathcad», «Electronics Workbench», «Classic».

4. Лекции читаются в учебных аудиториях с использованием технических средств, материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерные классы	Корпус 8, аудитории: 119, 126, 320
2	Профессиональные программные комплексы для расчета установившихся режимов и переходных процессов: «Мустанг», «Растр».	20-25 (в зависимости от аудитории) компьютеров, оснащенных данными программами
3	Программные комплексы общего назначения: «MATLAB», «Mathcad», «Electronics Workbench», «Classic», PSCAD, Eurostag.	20-25 (в зависимости от аудитории) компьютеров, оснащенных данными программами

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки магистров 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы» (протокол № 10 от «10» февраля 2016г.).

Автор  Н.Ю. Рубан, к.т.н., ст. преподаватель кафедры ЭЭС

Рецензент  М.В. Андреев, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС

Приложение 1

Примеры вопросов текущего контроля

1. Какие режимные параметры должны быть известны для полной оценки установившегося симметричного режима?
2. Замена трехфазной симметричной электрической цепи однолинейной схемой. Какие масштабы для основных электрических величин при этом применяются и как они связаны между собой?
3. Представление элементов электрической сети в расчетах установившихся режимов (УР): схема замещения участка линии электропередачи; схема замещения трансформаторов и автотрансформаторов; схемы замещения батарей статических конденсаторов и щунтирующих реакторов.
4. Представление нагрузок в расчетах УР: представление нагрузки постоянной мощностью; представление нагрузки постоянной проводимостью; Представление нагрузки статическими характеристиками.
5. Статические характеристики активной и реактивной мощности нагрузки по напряжению и частоте. Представление статических характеристик в расчетах УР: аппроксимация полиномом; коэффициентом регулирующего эффекта нагрузки.
6. Статическая характеристика (зависимость активной мощности от частоты) агрегатов турбина-генератор, оборудованных первичными регуляторами частоты вращения. Количественные оценки этой характеристики (коэффициенты статизма, коэффициент крутизны).
7. Как связаны между собой векторы напряжения по концам простейшего участка электрической сети, если заданы потоки активной и реактивной мощности со стороны узла 1 (рис. 1). Понятие падения напряжения, потери напряжения.

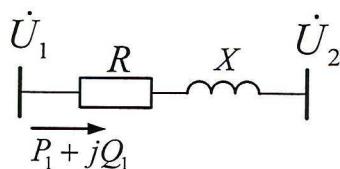


Рис. 1.

8. Понятие режима передачи натуральной мощности по линии электропередачи.
9. При каких режимах и с какой целью в высоковольтных сетях подключают щунтирующие реакторы?
10. Какие пассивные элементы электроэнергетической системы являются естественными потребителями реактивной мощности, а какие – источниками реактивной мощности?

Приложение 2

Примеры вопросов рубежного контроля

1. Какие технические средства применяются для принудительного изменения перетоков реактивной мощности по участкам электрической сети с целью регулирования напряжения?

2. Понятие статической апериодической устойчивости на примере простейшей схемы электропередачи (рис. 1). Практические критерии статической апериодической устойчивости.

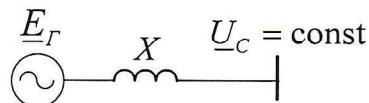


Рис. 1

3. Понятие нарушения устойчивости нагрузки и связанного с этим явления лавины напряжения. Как возможность этого явления отображается на статической характеристике реактивной мощности нагрузки по напряжению. Понятие критического напряжения.

4. Условия ограничения пропускной способности электропередачи по активной мощности.

5. Почему на линиях 500 кВ применяется расщепление фазных проводов? Как это влияет на параметры электропередачи и на предел статической апериодической устойчивости?

6. Уравнение абсолютного движения ротора агрегата турбина-генератор в относительных единицах $\frac{df_*}{dt} = P_{r*} - P_{h*}$. Используя это уравнение поясните, какова роль статических характеристик генерирующей части и нагрузки на значение частоты в УР.

7. Суточные и годовые графики активной мощности нагрузки и их основные количественные характеристики. Для суточных: коэффициент заполнения, коэффициент неравномерности. Для годовых: число часов использования максимальной нагрузки.

8. Как повлияет на предел мощности по статической апериодической устойчивости линии электропередачи:

- поперечная емкостная проводимость линии,
- включение шунтирующих реакторов.

9. Изменение модулей напряжения по концам участка электрической сети в большей степени повлияет на переток активной или реактивной мощности (реактивное сопротивление участка существенно больше активного)?

10. Какой вид (качественно) имеют угловые характеристики активной мощности генераторов в избыточной части энергосистемы (рис. 2) $P_r > P_h$ и в дефицитной части (рис. 3) $P_r < P_h$.

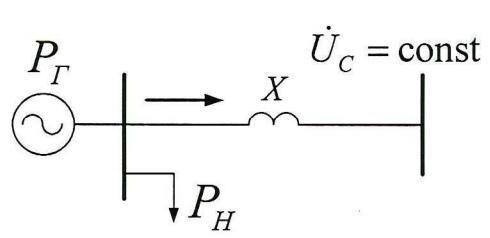


Рис. 2

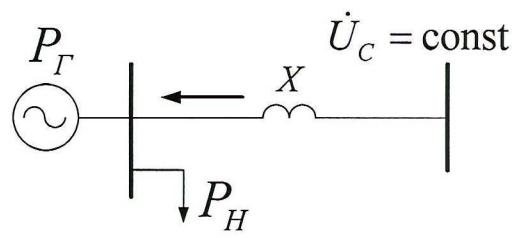


Рис. 3

Приложение 3
Пример итогового контроля (экзаменационный билет)

Билет №1

1. Роль автоматического регулирования возбуждения синхронных машин в современных энергосистемах. Современные системы возбуждения (возбудители) синхронных машин и их характеристики.
2. Регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин.
3. Автоматическое восстановление питания потребителей после АЧР. Частотное АПВ (ЧАПВ). Выполнение и выбор параметров ЧАПВ в различных условиях (сильные связи, слабые связи).