

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



«Кадры для регионов»



ФГБОУ ВО «Амурский государственный
университет»

Методические указания подготовлены в рамках реализации проекта о
подготовке высококвалифицированных кадров для предприятий и ор-
ганизаций регионов («Кадры для регионов»)

Н.В. Савина

Специальные вопросы электроэнергетических систем

Методические указания к практическим занятиям

по направлению подготовки 13.04.02
«Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа
«Электроэнергетические системы и сети»

Благовещенск
Издательство АмГУ

2017

Разработаны в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области» по заказу предприятия-партнера АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания»

Рецензенты:

Михалев Александр Владимирович, заместитель генерального директора по техническим вопросам – главный инженер АО «ДРСК»

Теличенко Денис Алексеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры АППиЭ ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет».

С 13 Савина, Н.В. **Специальные вопросы электроэнергетических систем [Электронный ресурс]** : метод. указания к практ. занятиям для магистр. направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» / Н. В. Савина ; АмГУ. – 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. – 40 с.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Специальные вопросы электроэнергетических систем» предназначены для подготовки магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерской программе «Электроэнергетические системы и сети». Соответствуют рабочей программе дисциплины и федеральному государственному образовательному стандарту ВО РФ.

В авторской редакции.

©Амурский государственный университет, 2017
©САВИНА Н.В., 2017

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Требования к изучаемой дисциплине	5
1.1 Цели и задачи практических занятий	5
1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины	8
1.3. Перечень тем и трудоемкость практических занятий	10
2 Методика проведения практических занятий	12
2.1 Тема «Этапы и закономерности развития электроэнергетических систем»	12
2.2 Тема «Анализ проблем, возникающих при функционировании и развитии ЭЭС»	15
2.3 Тема «Исследование функционирования ЭЭС»	18
2.4 Тема «Живучесть ЭЭС»	21
2.5 Тема «Оценка статической и динамической устойчивости сложных ЭЭС»	23
2.6 Тема «Управление переходными режимами ЭЭС»	25
2.7 Тема «Темы индивидуальных заданий»	27
3 Рекомендации по выполнению практических заданий	29
3.1 Организация работы магистранта при подготовке и во время практического занятия	29
3.2 Рекомендации по подготовке к практическому занятию	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях ряд вопросов функционирования электроэнергетических систем (ЭЭС) приобрели особую значимость и важность не только для развития электроэнергетики, но и развития экономики страны. Магистру, работающему в электроэнергетической системе, придется решать эти вопросы - вопросы повышения эффективности, экономичности и надежности ее функционирования, как на этапе проектирования, так и в условиях эксплуатации, и при проведении научных исследований. Поэтому чрезвычайно важным для успеха его деятельности является понимание условий развития электроэнергетических систем, сущности проблем, связанных с генерацией, транспортом и распределением электроэнергии, и путей их решения. Это понимание и практические навыки по реализации развития ЭЭС закладываются при изучении дисциплины «Специальные вопросы электроэнергетических систем». Практические занятия предназначены для закрепления изученной информации по наиболее значимым и актуальным вопросам электроэнергетических систем в профессиональных компетенциях магистра.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Специальные вопросы электроэнергетических систем» предназначены для подготовки магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерской программе «Электроэнергетические системы и сети». Методические указания предназначены для оказания помощи магистрантам в получении необходимых практических навыков по изучению специальных вопросов электроэнергетических систем. В методических указаниях приведены требования к изучаемой дисциплине и методика реализации всех видов практических занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

При практической работе над разделами теоретического курса магистрантам необходимо:

изучить дополнительные материалы по программе теоретического курса в соответствии с рабочей программой дисциплины;

выполнить необходимые практические работы согласно рабочей программе дисциплины;

подготовить устные ответы на контрольные вопросы, приведенные после каждой темы;

выполнить индивидуальные задания;

пройти тестирование.

Темы на индивидуальные задания, а также их варианты (по уровню сложности) преподаватель выдает магистрантам на консультациях после собеседования с ними или входного контроля.

1.1. Цели и задачи практических занятий

Информация из ФГОС ВО, относящаяся к дисциплине

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к следующим видам профессиональной деятельности выпускника:

- производственно-технологическая деятельность;
- проектно-конструкторская деятельность;
- научно-исследовательская деятельность.

Дисциплина направлена на подготовку магистра к решению следующих профессиональных задач:

а) производственно-технологическая деятельность:

- разработка норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии;
- выбор оборудования и технологической оснастки;
- оценка экономической эффективности технологических процессов,

инновационно-технологических рисков при внедрении новых техники и технологий;

- разработка мероприятий по эффективному использованию энергии и сырья;

- выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства;

б) проектно-конструкторская деятельность:

- разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы;

- прогнозирование последствий принимаемых решений;

- нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;

- планирование реализации проекта;

- оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений;

в) научно-исследовательская деятельность:

- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием

- необходимых методов и средств исследований;

- создание математических моделей объектов профессиональной деятельности;

- разработка планов и программ проведения исследований;

- анализ и синтез объектов профессиональной деятельности;

- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований;

- формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей,

- построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач.

Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Специальные вопросы электроэнергетических систем» является формирование знаний о состоянии, тенденциях и стратегии развития электроэнергетики, об управлении переходными режимами с целью сохранения устойчивости и живучести электроэнергетических систем (ЭЭС), приобретение магистрантами навыков самостоятельной постановки задач исследования электроэнергетических систем, их подсистем и объектов, понимания роли перспективных исследований систем и объектов электроэнергетики.

Эти знания позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности, связанной с решением проблем безопасной и эффективной эксплуатации электроэнергетических систем и их объектов.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений о тенденциях и условиях развития электроэнергетической отрасли России;
- ознакомление обучающихся со стратегией развития электроэнергетики в период до 2030 года и с современными научными направлениями ее реализации;
- получение знаний о методах и технологиях проведения исследования ЭЭС, управления переходными режимами;
- формирование профессиональных навыков по анализу устойчивости и живучести сложных ЭЭС.
- формирование профессиональных навыков по исследованию ЭЭС и их объектов, проведению патентного поиска в области магистерского исследования.

Целями практических занятий является формирование профессиональных и исследовательских навыков по оценке состояния электроэнергетики и повышению ее эффективности и надежности.

Задачи практических занятий:

- Оценка современного состояния электроэнергетики России и региона и выявление проблем, характерных для региональной электроэнергетики;

- Изучение способов и средств повышения пропускной способности электрических сетей;
- Формирование умений и навыков по анализу устойчивости и живучести сложных ЭЭС;
- Формирование практических навыков по исследованию ЭЭС и их объектов, проведению патентного поиска в области магистерского исследования.

1.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1);

способностью самостоятельно выполнять исследования (ПК-2);

способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности (ПК-3);

способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных (ПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

историю и этапы развития электроэнергетических систем; основные проблемы функционирования ЭЭС; основные закономерности и тенденции развития электроэнергетических систем; современные достижения науки и передовых технологий в исследованиях ЭЭС (ПК-1);

этапы, методы и технологии исследований ЭЭС, их подсистем и объектов (ПК-2)

процессы, протекающие в ЭЭС, систему противоаварийного управления

сложными ЭЭС, методы, способы и устройства, обеспечивающие управление переходными режимами ЭЭС; меры по обеспечению безопасности применения новых объектов и технологий в ЭЭС (ПК-3);

технологии поиска по источникам патентной информации в области электроэнергетики (ПК-4).

2) Уметь:

планировать и ставить исследования в электроэнергетических системах; ориентироваться в потоке информации, относящейся к проблемам устойчивого развития электроэнергетики с учетом безопасности разрабатываемых и применяемых новых технологий в области электроэнергетики, объектов электроэнергетических систем (ПК-1);

выбирать технологии, разрабатывать алгоритмы самостоятельного исследования ЭЭС и их объектов (ПК-2);

оценивать риски при выборе нового оборудования и технологий, при управлении переходными режимами ЭЭС и обеспечивать устойчивость и живучесть ЭЭС (ПК-3);

определять патентную чистоту разрабатываемых объектов ЭЭС (ПК-4).

3) Владеть навыками:

планирования и постановки задач исследования электроэнергетических систем при их функционировании, стратегического видения целей и задач развития электроэнергетических систем, выбора методов проведения экспериментов в электроэнергетике, их интерпретации (ПК-1);

самостоятельного аналитического исследования специальных вопросов ЭЭС (ПК-2);

определения устойчивости и живучести ЭЭС, управления переходными режимами ЭЭС, исключения рисков и обеспечения безопасности при развитии ЭЭС (ПК-3);

критического восприятия информации, принятия решений в ЭЭС с учетом результатов патентного поиска (ПК-4).

1.3. Перечень тем и трудоемкость практических занятий

План и виды занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	СР	
1	Условия функционирования и развития электроэнергетических систем	2	1-10	10	20	40	3,5,7,9 недели – блиц-опрос на лекции; 2,4,6,8 недели – опрос на практике Контроль хода выполнения индивидуального задания
2	Обеспечение безопасности при управлении переходными режимами электроэнергетических систем	2	11-16	6	12	20	11,13,15 недели – блиц-опрос на лекции; 12,14 недели – опрос на практике, 16 неделя – защита индивидуального задания
4	Промежуточная аттестация	2					Зачет

Примечания:

ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа.

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса, приобретения навыков их применения при оценке состояния электроэнергетики и повышению ее эффективности и надежности. Задачи, рассматриваемые на практических занятиях, адаптированы к электроэнергетической системе и основаны на реальных схемах объектов и систем электроэнергетики. На практических занятиях каждому магистранту выдаются индивидуальные задания.

При проведении практических занятий осуществляется постановка проблемы и ее решение рассматривается с помощью интерактивных методов обучения.

Тематика практических занятий приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Перечень тем практических занятий

№ п/п.	Наименование темы	Кол-во акад. часов
1.	Этапы и закономерности развития электроэнергетических систем	6
2.	Анализ проблем, возникающих при функционировании и развитии ЭЭС	4
3.	Исследование функционирования ЭЭС	10
4.	Живучесть ЭЭС	4
5.	Оценка статической и динамической устойчивости сложных ЭЭС	4
6.	Управление переходными режимами ЭЭС	4

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1. Тема «Этапы и закономерности развития электроэнергетических систем»

На указанную тему проводится три практических занятия согласно рабочей программе дисциплины.

Цель: формирование у магистрантов умений и навыков по оценке состояния электроэнергетики и определению этапов и исследованию закономерностей ее развития.

Основные понятия: Единая электроэнергетическая система России, реструктуризация электроэнергетики, электротехническое оборудование, линия электропередачи, кибербезопасность, анализ, состояние, тенденции и закономерности развития электроэнергетики.

План проведения занятия:

1. Знакомство с рабочей программой дисциплины, ее целями, задачами и содержанием, предусмотренными программой образовательными технологиями, итоговой формой контроля; определение ее места в образовательной программе направления подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника.
2. Постановка проблемы для обсуждения.
3. Анализ состояния электроэнергетики и выявление этапов и закономерностей ее развития.
4. Проверка усвоенных в ходе самостоятельной работы методических подходов к анализу состояния электроэнергетики и выявлению этапов, тенденций и закономерностей развития электроэнергетических систем.
5. Входной контроль знаний, сбор ожиданий и предложений.

Методические рекомендации

1. Знакомство с рабочей программой дисциплины проводится в ходе объяснения и обсуждения. Текст рабочей программы дисциплины должен быть представлен в виде мультимедийной презентации и загружен в ноутбуки мобильного компьютерного класса для использования в течение времени изуче-

ния дисциплины. Рекомендуется каждому магистранту иметь свой экземпляр рабочей программы дисциплины, который будет «путеводителем», дидактическим материалом и «шпаргалкой». На этом этапе работы важно продемонстрировать магистрантам, какие свои потребности они смогут удовлетворить в ходе изучения дисциплины, что они приобретут в результате проведения практических занятий, какие компетенции приобретут в целом после изучения дисциплины, объяснить, что для этого предстоит сделать. Необходимо, чтобы у них сложилось четкое представление о «правилах игры» и была создана положительная познавательная мотивация. Также необходимо раскрыть роль и содержание самостоятельной работы в ходе изучения дисциплины.

2. Обсуждение проблемы оценки современного состояния электроэнергетики, ее роли и места в современном мире, истории и закономерностей развития электроэнергетических систем проходит в интерактивном режиме. При этом делается акцент на важность проблемы, на целесообразность такой оценки, объясняется, почему эта проблема важна. Магистранты в процессе дискуссий под руководством преподавателя должны определить порядок оценки состояния объектов и систем электроэнергетики, научиться методике выявления этапов и закономерностей ее развития, знать основные этапы формирования ЕЭС России. Итогом практического занятия должно являться четкое понимание того, как на основании исследования современного состояния электроэнергетических систем, знания основных исторических этапов ее развития выявлять и анализировать этапы, определять тенденции и закономерности ее развития.

3. Оценка современного состояния электроэнергетики проводится на примере одной из электроэнергетических систем Дальнего Востока под руководством преподавателя в форме деловой игры. На конкретных примерах раскрывается методика оценки состояния ЭЭС, выявляются и характеризуются присущие современной электроэнергетике проблемы, проводится сравнительный анализ состояния электроэнергетики России и региональной энергетики. Рассматриваются стратегия развития электроэнергетики России на период до 2030 года и научно-техническая политика в области технологии и развитии

ЭЭС и электроэнергетических объектов. Изучается схема и программа развития региона. Магистранты знакомятся с современными достижениями науки и передовой технологии в научных исследованиях ЭЭС. В процессе обсуждения выделяется проблема обеспечения безопасности разрабатываемых новых технологий и оборудования в электроэнергетике. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он работает самостоятельно.

4. Проверку того, насколько хорошо усвоены в ходе выполнения заданий самостоятельной работы методы оценки состояния электроэнергетики, присущие ей проблемы, этапы и закономерности развития можно провести в форме деловой игры или дискуссии.

5. Входной контроль необходим, чтобы понять на какую базовую подготовку необходимо опираться в организации учебного процесса с данной академической группой. Это возможно путем использования тестов, включающих вопросы на проверку остаточных знаний, вопросы на интеллект, творческие способности, задания для проверки входного уровня формируемых в ходе изучения дисциплины компетенций.

Ожидания и предложения по изучению дисциплины магистранты сдают преподавателю, который их комментирует на следующем практическом занятии.

Отчетные материалы:

1. В качестве отчетных материалов представляются рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.

2. Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.

3. Материалы входного контроля.

4. Материалы итогового контроля по каждому практическому занятию.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислить основные этапы развития ЭЭС.

2. В чем заключалось реформирование электроэнергетики?

3. Каковы итоги реструктуризации электроэнергетической отрасли?
4. На какие виды и задачи профессиональной деятельности выпускника по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» ориентировано изучение дисциплины «Специальные вопросы электроэнергетических систем» и почему?
5. Какие компетенции магистра электроэнергетики и электротехники должны быть сформированы в ходе изучения дисциплины?
6. Перечислите основные проблемы, возникающие при функционировании объектов и систем электроэнергетики.
7. Проведите сравнительный анализ состояния ЭЭС Дальнего Востока и Единой электроэнергетической системы.
8. Каковы основные этапы формирования ЕЭС России?
9. Сравните индустриальную модель организации ЭЭС с моделями других стран.
10. Назовите основные результаты реформирования электроэнергетики России и проведите их анализ.
11. Перечислите государственные структуры (естественные монополии) и рыночные структуры (конкурентный сектор) в электроэнергетике.
12. Каковы глобальные тенденции в развитии ЭЭС?
13. Охарактеризуйте основные положения научно-технической политики в области технологии и развития ЭЭС и электроэнергетических объектов.
14. Обеспечение безопасности разрабатываемых новых технологий и оборудования в электроэнергетике.

2.2. Тема «Анализ проблем, возникающих при функционировании и развитии ЭЭС»

Рассматриваемой тематике посвящено два практических занятия.

Цель: научиться выявлять и анализировать основные проблемы, возникающие при функционировании и развитии ЭЭС, их подсистем и объектов.

Основные понятия: проблема, структура генерирующих мощностей, резерв мощности, структурная неоднородность, старение электрооборудования, электрические сети.

План проведения семинарских занятий

1. Постановка проблемы для обсуждения
2. Экономические и технические проблемы электроэнергетики.
3. Особенности функционирования ЭЭС.
4. Текущий контроль знаний и приобретенных навыков.

Методические рекомендации

1. Обсуждение проблемы выявления характерных особенностей функционирования ЭЭС проходит в интерактивном режиме. Магистранты в процессе дискуссий под руководством преподавателя, оценивая техническое состояние систем и объектов электроэнергетики по предложенному алгоритму, выявляют основные проблемы их функционирования, определяют проблемы, общие для электроэнергетики. Итогом этого практического занятия должно являться четкое понимание поставленной проблемы и пути ее решения.

2. Рассматриваются технические и экономические проблемы электроэнергетики. Оценка экологических проблем, информационной безопасности и кибербезопасности электроэнергетической отрасли, инвестиционных потребностей, обусловленных развитием электроэнергетики, проводится под руководством преподавателя в интерактивном режиме. Обсуждается порядок исследования этих проблем, предложенный преподавателем. Анализируется структурная неоднородность ЭЭС и методы ее выявления. Выявляются проблемы обеспечения резерва мощности, старения оборудования и др. Выделяются проблемы общего характера. В процессе деловой игры магистранты приходят к пониманию того, что происходит изменение структуры и условий функционирования в электроэнергетике, обсуждают возникающие при этом проблемы. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он работает самостоятельно. В процессе выполнения индивидуального задания идет обсуждение полученных результатов по основным этапам его выполнения.

3. Рассматриваются особенности функционирования объектов и подсистем ЭЭС, особенности технологического управления электрическими сетями в условиях конкурентного рынка электроэнергии. Под руководством преподавателя в интерактивном режиме обсуждаются проблемы технологического управления электрическими сетями, проводится их анализ. Обсуждаются вопросы тарифного регулирования в повышении энергетической эффективности в электроэнергетике. Рассматриваются особенности функционирования и развития рынков энергии и мощности. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он работает самостоятельно. В процессе выполнения индивидуального задания идет обсуждение полученных результатов по основным этапам его выполнения.

4. Проверку того, насколько точно определены и хорошо усвоены в ходе выполнения заданий самостоятельной работы основные вопросы и положения данной темы можно произвести в форме деловой игры или в виде дискуссии.

5. Текущий контроль необходим, чтобы понять степень и качество усвоения материала. Это возможно путем тестирования, проверки качества выполнения индивидуальных заданий, анализа практических ситуаций, выявлению проблем функционирования объектов ЭЭС и определению перспектив развития, с их разбором на практических занятиях.

Отчетные материалы:

- Рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.
- Презентации выступлений на практическом занятии.
- Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.
- Материалы текущего контроля.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Приведите и охарактеризуйте основные экономические и технические проблемы электроэнергетики.

2. В чем заключаются экологические проблемы электроэнергетики, и каковы основные направления решения этих проблем?
3. Как обеспечить информационную безопасность и кибербезопасность электроэнергетической отрасли и зачем это нужно делать?
4. В чем заключаются характерные особенности функционирования ЭЭС, их подсистем и объектов?
5. Каковы проблемы технологического управления электрическими сетями в условиях конкурентного рынка электроэнергии.
6. Какие требования предъявляются к резервам мощности при управлении ЭЭС? В чем заключается проблема обеспечения резерва мощности в электроэнергетической системе?
7. Какие проблемы существуют в тарифном регулировании в электроэнергетике?

2.3. Тема «Исследование функционирования ЭЭС»

Рассматриваемой тематике посвящено пять практических занятий.

Цель: изучение методов и способов исследования функционирования ЭЭС, представления результатов исследования.

Основные понятия: патентный поиск, постановка эксперимента, планирование эксперимента, представление результатов исследований.

План проведения семинарских занятий

1. Постановка проблемы для обсуждения
2. Методы теоретического и экспериментального исследования функционирования ЭЭС. Патентный поиск.
3. Представление полученных результатов исследований объектов и процессов ЭЭС.
4. Текущий контроль знаний и приобретенных навыков.

Методические рекомендации

1. Обсуждение выбора проблемы и темы исследования проходит в интерактивном режиме. Магистранты в процессе дискуссий под руководством преподавателя осваивают постановку задачи исследования, изучают общую

характеристику методов теоретического исследования функционирования ЭЭС, рассматривают как проводить экспериментальные исследования в электроэнергетике. Осваивают представление полученных результатов исследований объектов и процессов ЭЭС. Итогом этих практических занятий должно являться четкое понимание методологии исследования функционирования ЭЭС, представления полученных результатов.

2. Методы теоретического и экспериментального исследования функционирования ЭЭС проводится под руководством преподавателя в интерактивном режиме. Анализируются теоретические методы исследования и сопоставляются с проблемами функционирования ЭЭС. Изучаются методы экспериментальных исследований, рассматривается практическое применение в электроэнергетике методов планирования эксперимента, применение регрессионного анализа и факторного эксперимента для исследования ЭЭС. В процессе деловой игры магистры осваивают постановку эксперимента и методы обработки его результатов, приходят к выводу, что патентный поиск является немаловажным фактором при исследованиях функционирования ЭЭС, осваивают технологию его проведения. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он работает самостоятельно. В процессе выполнения индивидуального задания идет обсуждение полученных результатов по основным этапам его выполнения.

3. Как представлять полученные результаты исследований объектов и процессов ЭЭС магистранты осваивают под руководством преподавателя в интерактивном режиме. Анализируются все возможные способы и формы представления полученных результатов, определяется область их применения. Магистранты изучают, как готовить первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Затем рассматриваются примеры исследования ЭЭС. В процессе обсуждения выделяются основные этапы исследования, дается их характеристика. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он

работает самостоятельно. В процессе выполнения индивидуального задания идет обсуждение полученных результатов по основным этапам его выполнения.

4. Проверку того, насколько хорошо усвоил магистрант материал, выносимый на самостоятельную проработку, можно произвести в форме деловой игры или в виде дискуссии.

5. Текущий контроль необходим, чтобы понять степень и качество усвоения материала. Это возможно путем тестирования, проверки качества выполнения индивидуальных заданий, анализа практических ситуаций с их разбором на практических занятиях.

Отчетные материалы:

- Рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.
- Презентации выступлений на практическом занятии.
- Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.
- Материалы текущего контроля.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Приведите пример выбора проблемы и темы исследования ЭЭС.
2. Для выбранной темы осуществите постановку задачи исследования.
3. Приведите общую характеристику методов теоретического исследования функционирования ЭЭС и сопоставьте предлагаемые методы и решаемые с их помощью проблемы.
4. Охарактеризуйте технологию патентного поиска.
5. Проведите патентный поиск по выбранной проблеме.
6. Дайте общую характеристику экспериментальных исследований в ЭЭС. С какой целью они проводятся?
7. Рассмотрите на конкретном объекте постановку эксперимента и приведите алгоритм обработки его результатов.
8. В чем заключается планирование эксперимента в электроэнергетике?
9. Приведите порядок планирования эксперимента.

10. Рассмотрите применение регрессионного анализа и факторного эксперимента для исследования одного из объектов ЭЭС Дальнего Востока.
11. Как осуществлять анализ и интерпретацию результатов научных исследований в профессиональной области?
12. Охарактеризуйте возможные способы представления полученных результатов исследований объектов и процессов ЭЭС.
13. Приведите алгоритм подготовки первичных материалов к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных.
14. Приведите Ваш пример исследования ЭЭС.

2.4. Тема «Живучесть ЭЭС»

Рассматриваемой тематике посвящено два практических занятия.

Цель: изучение основных аспектов живучести ЭЭС и получение практических навыков в предотвращении развития каскадных аварий.

Основные понятия: живучесть, каскадная авария, аварийный процесс, система противоаварийного управления, тренажеры диспетчера.

План проведения семинарских занятий

1. Постановка проблемы для обсуждения.
2. Живучесть как свойство ЭЭС.
3. Текущий контроль знаний и приобретенных навыков.

Методические рекомендации

1. Обсуждение проблемы живучести ЭЭС проходит в интерактивном режиме. Магистранты в процессе дискуссий под руководством модератора должны понять сущность и значимость рассматриваемой проблемы. Магистранты должны прийти к пониманию, что каскадные системные аварии являются проявлением свойства живучести ЭЭС. Должны быть получены практические навыки по моделированию развития аварийных процессов в сложной ЭЭС. Итогом этого практического занятия должно являться четкое понимание роли живучести в эксплуатации ЭЭС.

2. Рассматривая живучесть, как свойство ЭЭС, магистранты в процессе дискуссий определяют риски при управлении электроэнергетическими системами. В форме деловой игры рассматривается роль системы противоаварийного управления в предотвращении развития каскадных системных аварий в сложных ЭЭС. Рассматриваются пути восстановления ЭЭС после крупных системных аварий на примере одной из ЭЭС Дальнего Востока. Изучаются Советчики и тренажеры диспетчера по предотвращению развития и ликвидации крупных системных аварий в сложных ЭЭС. В качестве индивидуального задания, магистранту предлагается составить алгоритм восстановления ЭЭС после заданной крупной аварии для предложенного варианта сети. Обсуждение полученных результатов проходит в форме дискуссии.

3. Проверку того, насколько хорошо усвоил магистрант материал, выносимый на самостоятельную проработку, можно произвести в форме деловой игры или в виде дискуссии.

4. Текущий контроль необходим, чтобы понять степень и качество усвоения материала. Это возможно путем тестирования, проверки качества выполнения индивидуальных заданий, анализа практических ситуаций с их разбором на практических занятиях, либо во время деловой игры или мозгового штурма.

Отчетные материалы:

- Рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.
- Презентации выступлений на практическом занятии.
- Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.
- Материалы текущего контроля.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что понимают под живучестью ЭЭС?
2. Какая авария ЭЭС является каскадной и почему?
3. Каковы особенности моделирования развития аварийных процессов в сложной ЭЭС. Покажите на примере одной из ЭЭС Дальнего Востока.

4. Охарактеризуйте риски при управлении электроэнергетическими системами.
5. Рассмотрите роль системы противоаварийного управления в предотвращении развития каскадных системных аварий в сложных ЭЭС.
6. Как происходит восстановление сложных ЭЭС после крупных системных аварий?
7. Какие Советчики и тренажеры диспетчера по предотвращению развития и ликвидации крупных системных аварий в ЭЭС Вы знаете?

2.5. Тема «Оценка статической и динамической устойчивости сложных ЭЭС»

Рассматриваемой тематике посвящено два практических занятия.

Цель: получить практические навыки по оценке статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем.

Основные понятия: статическая устойчивость, динамическая устойчивость, электроэнергетическая система, критерии устойчивости, асинхронный режим.

План проведения семинарских занятий

1. Постановка проблемы для обсуждения
2. Исследование устойчивости сложных ЭЭС.
3. Текущий контроль знаний и приобретенных навыков.

Методические рекомендации

1. Обсуждение проблемы устойчивости сложных ЭЭС проходит в интерактивном режиме. Магистранты в процессе дискуссий под руководством преподавателя должны рассмотреть на примере одной из ЭЭС Дальнего Востока методику оценки статической и динамической устойчивости системы, определить факторы и условия, влияющие на устойчивость системы. Магистранты должны получить практические навыки в определении критериев устойчивости, в исследовании длительных переходных процессов, асинхронных режимов в ЭЭС. Итогом этих двух практических занятий должно являться четкое понимание проблемы обеспечения устойчивости ЭЭС и приобретение практических

навыков по исследованию статической и динамической устойчивости при функционировании ЭЭС.

2. На первом практическом занятии под руководством преподавателя проводится анализ статической устойчивости, на втором – динамической устойчивости. При этом определяются и анализируются критерии устойчивости. Магистранты осваивают методику анализа длительных переходных процессов, асинхронных режимов, определяют устойчивость узла с асинхронной нагрузкой. Затем каждому магистранту выдается индивидуальное задание, над которым он работает самостоятельно.

3. Проверку того, насколько хорошо усвоены в ходе выполнения заданий самостоятельной работы методы исследования статической и динамической устойчивости можно провести в форме деловой игры или в виде дискуссии.

4. Текущий контроль необходим, чтобы понять степень и качество усвоения материала. Это возможно путем тестирования, проверки качества выполнения индивидуальных заданий, анализа практических ситуаций с их разбором на практических занятиях.

Отчетные материалы:

- Рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.
- Презентации выступлений на практическом занятии.
- Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.
- Материалы текущего контроля.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Перечислите виды устойчивости электроэнергетических систем и приведите их краткую характеристику.
2. Дайте определение статической устойчивости.
3. Как оценить статическую устойчивость ЭЭС? Покажите на примере одной из ЭЭС Дальнего Востока.

4. Перечислите критерии устойчивости и приведите их краткую характеристику.
5. Что понимается под динамической устойчивостью?
6. Как оценить динамическую устойчивость ЭЭС? Покажите на примере одной из ЭЭС Дальнего Востока.
7. Какие переходные процессы в ЭЭС относятся к длительным?
8. Как моделируются длительные переходные процессы?
9. Приведите порядок исследования длительных переходных режимов.
10. Что понимают под асинхронным режимом в ЭЭС? Условия его возникновения.
11. Чем опасны асинхронные режимы? Какова их допустимая длительность?
12. Как оценить устойчивость асинхронной нагрузки? Рассмотрите на примере одного из узлов электроэнергетической системы Амурской области.

2.6. Тема «Управление переходными режимами ЭЭС»

Рассматриваемой тематике посвящено два практических занятия.

Цель: приобретение практических навыков по управлению переходными режимами электроэнергетических систем.

Основные понятия: переходный режим, противоаварийное управление, автоматика предотвращения нарушения устойчивости, автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии.

План проведения семинарских занятий

1. Постановка проблемы для обсуждения
2. Управление переходными режимами при функционировании и развитии ЭЭС.
3. Текущий контроль знаний и приобретенных навыков.

Методические рекомендации

1. Обсуждение проблемы управления переходными режимами проходит в интерактивном режиме. Магистранты в процессе дискуссий под руковод-

ством преподавателя анализируют переходные процессы в ЭЭС и рассматривают задачи управления переходными режимами электроэнергетических систем. Затем осваивается применение противоаварийного управления режимами на примере ЭЭС Дальнего Востока. Итогом этих двух практических занятий должно являться приобретение практических навыков по управлению переходными режимами, в том числе при развитии ЭЭС.

2. Противоаварийное управление режимами в ЭЭС изучается на примере ОЭС Востока. Магистранты знакомятся с автоматическими системами противоаварийного управления. При проведении практических занятий магистранты под руководством преподавателя на основе анализа переходных режимов обсуждают принцип действия и область применения, конструктивное исполнение автоматики предотвращения нарушения устойчивости и автоматики предотвращения развития и ликвидации аварии. В форме деловой игры обсуждаются особенности переходных режимов в современных ЭЭС, рассматриваются вопросы управления переходными режимами ЭЭС при появлении у них новых свойств. Затем выполняется индивидуальное задание, результаты которого обсуждаются на практическом занятии.

3. Проверку того, насколько точно определены и хорошо усвоены в ходе выполнения заданий самостоятельной работы вопросы управления переходными режимами ЭЭС, можно произвести в форме деловой игры или в виде дискуссии

4. Текущий контроль необходим, чтобы понять степень и качество усвоения материала. Это возможно путем тестирования, проверки качества выполнения индивидуальных заданий, анализа практических ситуаций с их разбором на практических занятиях.

Отчетные материалы:

- Рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной преподавателем формой.
- Презентации выступлений на практическом занятии.

- Выполненные и надлежащим образом оформленные индивидуальные задания.
- Материалы текущего контроля.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие процессы происходят в электроэнергетических системах при их функционировании? Приведите их краткую характеристику.
2. Охарактеризуйте задачи управления переходными режимами электроэнергетических систем.
3. Назначение и реализация противоаварийного управления режимами электроэнергетических систем.
4. Какие Вы знаете системы противоаварийного управления режимами ЭЭС? Дайте им краткую характеристику.
5. В каких случаях, и с какой целью применяется автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ)? Приведите пример переходного режима на примере действующей ЭЭС, для которого целесообразно применять АПНУ, как выбирать ее уставки?
6. В каких случаях, и с какой целью применяется автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии? Приведите пример переходного режима на примере действующей ЭЭС, для которого целесообразно применять данный вид автоматики, как выбрать уставки?
7. Какие новые свойства ЭЭС нужно учитывать при управлении переходными режимами ЭЭС?

2.7. Темы индивидуальных заданий

При проведении практических занятий предусмотрено выполнение индивидуальных заданий на следующие темы:

- Основные этапы развития электроэнергетики;
- Современное состояние электроэнергетики России и региона по видам деятельности;
- Структура электроэнергетики России и региона: сравнительный анализ;

- Проблема старения оборудования;
- Проблемы при функционировании оптовых и розничных рынков электроэнергии и мощности;
- Основные направления и тенденции развития электроэнергетики;

Эти задания выполняются на практических занятиях. Кроме того, предусмотрено индивидуальное задание, которое выполняется в течение всего семестра, его результаты учитываются при зачете. Оно проводится по тематике магистерского исследования.

Индивидуальное задание по тематике магистерского исследования:

1. Произвести оценку актуальности выявленной проблемы.
2. Показать современное состояние рассматриваемой проблемы.
3. Показать, как осуществляется постановка задачи исследования.
4. Предложить план исследования.
5. Выбрать методы теоретического исследования.
6. Показать, как оценить риски при разработке новых объектов и применении новых технологий, какие меры по обеспечению безопасности можно предложить в рассматриваемом случае.
7. Предложить соответствующие экспериментальные исследования и показать порядок их проведения и обработки результатов эксперимента.
8. Показать, как осуществляется анализ и интерпретация результатов научных исследований.
9. На примере выбранной проблемы показать, как осуществляется патентный поиск.
10. Показать, как оформляются и представляются результаты исследования

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

3.1. Организация работы магистранта при подготовке и во время практического занятия

При подготовке и проведении практических занятий магистрантам рекомендуется организовать свою работу следующим образом.

Необходимо завести рабочую тетрадь, в которой по каждому практическому занятию указывается следующая информация:

- Тема и цель;
- план занятия;
- основные теоретические положения по теме занятия;
- постановка проблемы;
- выбор методов и технологий для ее решения;
- порядок выполнения индивидуального задания;
- полученные результаты и их анализ;
- вопросы для обсуждения;
- вывод или заключение;
- список использованных источников.

При подготовке к практическому занятию необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратить внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к нему, на содержание темы занятия, подготовиться к дискуссии. Следует подготовить презентацию на заданную преподавателем тему.

В рабочей тетради необходимо законспектировать основные теоретические положения, на основе которых будет происходить обсуждение проблемы и путей ее решения. Можно изложить ответы на вопросы для самоподготовки в письменном виде в своей рабочей тетради.

В процессе проведения практического занятия рекомендуется принимать активное участие по ходу его проведения, выступать либо в качестве руководителя команды, либо ее члена при применении на занятии командного метода.

3.2. Рекомендации по подготовке к практическому занятию

Для успешного выполнения практических заданий, прежде всего, необходимо изучить теоретический материал по рассматриваемой теме, проверить его усвоение путем ответов на вопросы и выполнения ситуационных заданий. В качестве примера выбрана тема «Управление переходными режимами ЭЭС».

Ниже приведены основные теоретические выкладки по рассматриваемой теме, которые рекомендуется в виде конспекта занести в рабочую тетрадь.

Структурируем теоретические выкладки следующим образом:

задачи управления переходными режимами ЭЭС;

противоаварийная автоматика;

автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии;

обеспечение живучести электроэнергетических систем;

По каждому выделенному этапу определяем основные теоретические положения.

Задачи управления переходными режимами ЭЭС:

задача поддержания нормативных запасов пропускных способностей связей электрической сети;

задача обеспечения устойчивости ЭЭС, включающая следующие подзадачи:

обеспечение апериодической статической устойчивости доаварийного, промежуточных и послеаварийного режимов (существования режимов) системы;

обеспечение гашения кинетической энергии роторов вращающихся машин при малых и больших возмущениях с целью сохранения устойчивости системы и эффективного демпфирования колебаний;

обеспечение безопасного перехода от нормального доаварийного режима к послеаварийному, не допуская нежелательного развития аварийного процесса с массовыми последствиями для системы и потребителей.

Далее раскрываются пути ее реализации.

Противоаварийная автоматика:

автоматическое повторное включение;
автоматика предотвращения нарушения устойчивости;
централизованная система противоаварийной автоматики;
координирующая система противоаварийной автоматики.

Далее рассматриваются виды автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), которая воздействует на генераторы, нагрузку и сетевые элементы в зависимости от вида автоматики, структуры электрической сети и сложившейся аварийной ситуации, это локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ).

Виды АПНУ, воздействующие на генераторы:

- кратковременная разгрузка турбин энергоблоков ТЭС и АЭС;
- длительная разгрузка турбин энергоблоков;
- отключение генераторов;
- форсировка возбуждения генераторов;
- электрическое торможение генераторов;
- реализация резервов мощности.

Отключение нагрузки применяется для предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС, ликвидации асинхронного режима, ограничения перегрузки оборудования, ограничения снижения частоты и напряжения. Осуществляется с помощью специальной автоматики отключения нагрузки (САОН). Возможен централизованно-децентрализованный подход.

Виды АПНУ, воздействующие на элементы электрической сети:

- отключение шунтирующих реакторов ЛЭП;
- включение шунтирующих конденсаторов;
- включение устройств продольной компенсации линий (УПК);
- фазовое управление трансформаторами;
- изменение топологии электрической сети.

Автоматика ограничения перегрузки оборудования

Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО) предназначена для предотвращения недопустимой по величине и длительности перегрузки ЛЭП и оборудования. АОПО реализует следующие управляющие воздействия:

- автоматическая загрузка генераторов в дефицитной части ЭЭС;
- отключение нагрузки в дефицитной части ЭЭС;
- длительная разгрузка блоков ТЭС и АЭС, отключение генераторов ТЭС, ГЭС и АЭС в избыточной части ЭЭС;
- изменение топологии электрической сети, обеспечивающее перераспределение потоков мощности и ликвидацию перегрузки элемента сети;
- отключение с запретом АПВ перегруженного элемента сети.

Централизованная система противоаварийной автоматики

Более высокий уровень системы противоаварийного управления представляет централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА), предназначенная для предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС (части ЭЭС) и предотвращения недопустимых перегрузок ЛЭП и оборудования.

Архитектура ЦСПА должна предусматривать:

- программно-технический комплекс верхнего уровня, устанавливаемый в диспетчерском центре субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике;
- одно или несколько низовых устройств ЛАПНУ, устанавливаемых на объектах ЭЭС;
- оборудование и каналы передачи данных для обмена информацией между программно-техническим комплексом верхнего уровня ЦСПА и каждым из низовых устройств.

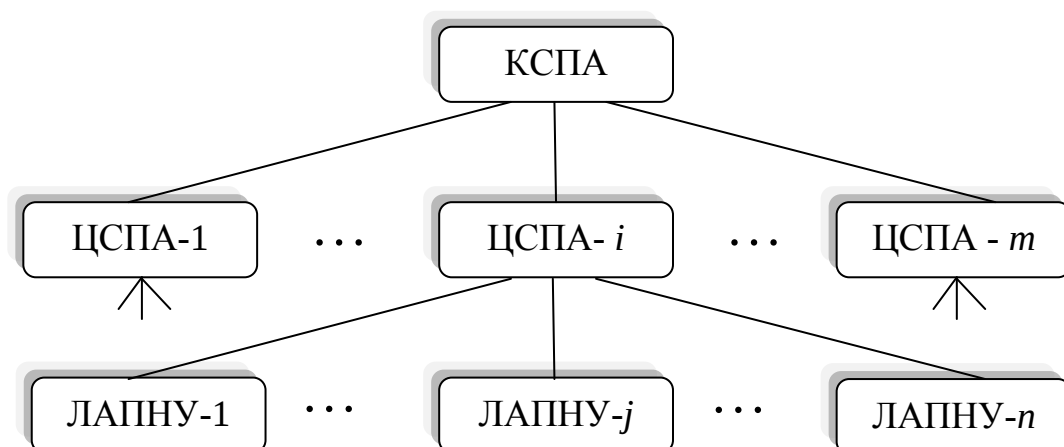
Координирующая система противоаварийной автоматики

Координирующая система противоаварийной автоматики (КСПА) предназначена для координации действия централизованных систем противоаварийной автоматики ЭЭС с целью оптимизации параметров настройки ЦСПА и

минимизации управляющих воздействий. КСПА должна осуществлять координацию ЦСПА путем задания им следующих параметров:

- внешних эквивалентов для расчетных моделей ЦСПА;
- максимально допустимых небалансов мощности при реализации управляющих воздействий ЦСПА.

Структура иерархической системы автоматики предотвращения нарушения устойчивости



Автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии

В случае, если подсистема АПНУ не справляется с предотвращением нарушения устойчивости ЭЭС и аварийная ситуация продолжает развиваться, вступает в действие следующая подсистема противоаварийной автоматики – автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии, включающая следующие виды:

- автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР);
- автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ);
- автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ);
- автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН);
- автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН);
- автоматика ограничения перегрузки оборудования (рассматривается в связи с ее действием в составе средств предотвращения развития и ликвидации аварии).

Автоматика ограничения снижения частоты подразделяется на следующие устройства:

- автоматического частного ввода резерва (АЧВР);
- автоматической частотной разгрузки (АЧР);
- дополнительный автоматической разгрузки (ДАР);
- частотной делительной автоматики (ЧДА);
- частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ).

Обеспечение живучести электроэнергетических систем

Живучесть ЭЭС - это свойство системы противостоять возмущениям, не допуская их каскадного развития с массовым нарушением режима электро-снабжения потребителей, и восстанавливать исходное состояние системы или близкое к нему.

В процессе каскадного развития аварии срабатывают устройства системы многостадийной противоаварийной автоматики, которые на каждом шаге аварийного процесса пытаются противостоять развитию аварии, локализовать и ликвидировать ее.

В случае неуспешного действия устройств противоаварийной автоматики, ошибок диспетчерского персонала либо внешних аварийных событий происходит развитие аварии и усугубление негативных последствий для ЭЭС и потребителей – аварийные отключения потребителей и электростанций, деление системы, недопустимые отклонения напряжений и частоты, перегрузка оборудования. Система в результате может достичь предельного состояния, когда ее "запас прочности" иссякает, и после некоторого "запускающего" (триггерного) события аварийный процесс приобретает необратимый характер, а система противоаварийного управления оказывается не в состоянии остановить лавинообразное развитие аварии вплоть до полного погашения ЭЭС.

После анализа послеаварийного состояния ЭЭС диспетчер, используя некоторые автоматические устройства, такие как синхронизация подсистем, ЧАПВ нагрузки и другие, начинает шаг за шагом восстанавливать ЭЭС и питание потребителей. В отличие от стадии каскадного развития аварии, на которой

действует исключительно система противоаварийной автоматики, поскольку в стрессовой ситуации высока вероятность ошибочных действий диспетчера, а при быстром развитии аварии диспетчер просто не в состоянии что-либо предпринять, стадия восстановления ЭЭС – это в основном прерогатива диспетчера. При этом в случае неудачных действий диспетчера может произойти срыв процесса восстановления и тем самым усугубление аварийной ситуации.

В результате ЭЭС приводится в исходное состояние или близкое к нему. Живучесть ЭЭС тем выше, чем меньше последствия для потребителей и системы в результате каскадной аварии и тем быстрее происходит восстановление системы.

Контрольные вопросы

1. Задачи управления переходными режимами ЭЭС
2. Релейная защита и автоматическое повторное включение
3. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости
4. Виды АПНУ, воздействующие на генераторы
5. Отключение нагрузки
6. Виды АПНУ, воздействующие на элементы электрической сети
7. Автоматика ограничения перегрузки оборудования
8. Централизованная система противоаварийной автоматики
9. Координирующая система противоаварийной автоматики
10. Автоматика предотвращения развития и ликвидации аварии
11. Автоматика ликвидации асинхронного режима
12. Автоматическая частотная разгрузка
13. Частотная делительная автоматика
14. Частотное АПВ нагрузки
15. Автоматика ограничения снижения напряжения
16. Обеспечение живучести ЭЭС

Ситуационные задания

Задание 1. Для электроэнергетической системы Амурской области определить контролируемые сечения и задачи, которые должна решать система про-

тивоаварийного управления режимами. Привести краткую характеристику этих задач.

Задание 2. Рассмотреть принцип действия и реализацию автоматического повторного включения для линии 500 кВ Зейская ГЭС – ПС Амурская.

Задание 3. Для ЭЭС Амурской области выбрать виды АПНУ и охарактеризовать их действие при системных авариях.

Задание 4. На примере ЭЭС Амурской области рассмотреть действие автомата предотвращения развития и ликвидации аварии, предварительно выбрав ее виды.

Задание 5. Разработать сценарий ликвидации каскадной аварии, в результате которой произошло разделение ЭЭС Дальнего Востока на две части: ЭЭС Амурской области и ЭЭС Хабаровского и Приморского краев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания для практических занятий магистрантов предназначены для подготовки магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерской программе «Электроэнергетические системы и сети».

В методических указаниях представлены структура и методика реализации всех видов практических занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, что поможет магистрантам получить дополнительные знания и практические навыки в области специальных вопросов электроэнергетических систем и самостоятельно оценить уровень их освоения.

Практические занятия являются одной из наиболее продуктивных форм образовательной и познавательной деятельности магистрантов в период обучения.

Рассмотрены следующие виды выполнения текущей и исследовательской (проблемно–ориентированной) практической работы:

- постановка задания по работе с теоретическим разделом;
- обсуждение результатов работы по теории и постановка задания по работе с методическими материалами;
- обзор, анализ и оценка научно-исследовательских или проектно-конструкторских разработок в электроэнергетических системах по выбору магистранта или по заданию преподавателя;
- обсуждение результатов работы с методическими материалами и постановка задания к тестированию или деловой игре.

Успешное выполнение заданий практической работы позволяет полнее изучить разделы дисциплины и приобрести необходимые навыки и умения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Розанов Ю.К., Основы современной энергетики. Том 2. Современная электроэнергетика [Электронный ресурс] : учеб. / Розанов Ю.К., Старшинов В.А., Серебрянников С.В.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72256>. — Загл. с экрана.

2. Ананичева, С.С. Модели развития электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.С. Ананичева, П.Е. Мезенцев, А.Л. Мызин. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 148 с. — 978-5-321-02313-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65947.html>

3. Воропай Н.И. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. И. Воропай. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 151 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7102.pdf

4. Розанов Ю.К., Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Розанов Ю.К., Бурман А.П., Шакарян Ю.Г.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72311>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Системные исследования в энергетике: Ретроспектива научных направлений СЭИ-ИСЭМ [Электронный ресурс]. / отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск : Наука, 2010. - 686 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3112.pdf

2. Бушуев В.В. Энергетика России. Том 1. Потенциал и стратегия реализации [Электронный ресурс] : избранные статьи, доклады, презентации / В.В. Бушуев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Энергия, Институт энергетиче-

ческой стратегии, 2012. — 520 с. — 978-5-905696-04-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9545.html>

3. Электротехнический справочник. Том 3: Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2009. — 964 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72341>. — Загл. с экрана.

4. Баранов Н.Н., Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72246>. — Загл. с экрана.

5. Воропай Н. И. Электромеханические переходные процессы в электро-энергетических системах [Электронный ресурс] : метод. указания к практ. занятиям / Н. И. Воропай ; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. — 100 с. — Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7078.pdf

9. Толок Ю.И. Защита интеллектуальной собственности и патентование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Толок, Т.В. Толок. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 294 с. — 978-5-7882-1383-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60381.html>

10. Беляев Л.С. Проблемы электроэнергетического рынка. – Новосибирск: Наука, 2009. - 296 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИМ

Савина Наталья Викторовна,
зав. кафедрой энергетики АмГУ, доктор техн. наук, профессор

Специальные вопросы электроэнергетических систем. Методические указания к практическим занятиям.