

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
организаций регионов («Кадры для регионов»)

Н.В. Савина

Современные электроэнергетические системы

Методические указания для самостоятельной работы

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 ОАО «Дальневосточная распределительная сетевая компания»

Рецензенты:

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

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

С 13 Савина Н.В. Современные электроэнергетические системы [Электронный ресурс]: Методические указания для самостоятельной работы / Н.В. Савина. 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. – 30 с.

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» 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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Организация самостоятельной работы	5
1.1. Методические указания магистрантам по изучению дисциплины	5
1.2. Цели и задачи самостоятельной работы	6
1.3. Задачи профессиональной деятельности выпускника	6
1.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	7
1.5. Структура дисциплины и формы самостоятельной работы, предусмотренные при ее изучении	9
2. Содержание разделов и тем, выносимых на самостоятельную работу	11
2.1. Теоретический материал дисциплины, выносимый на самостоятельную проработку	11
2.2. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий	15
2.3. Методические указания к написанию рефератов	17
3. Банк заданий для самостоятельной работы магистрантов	20
3.1. Проблемно-ориентированные вопросы для самостоятельной работы магистрантов	20
3.2. Вопросы для самопроверки	22
Заключение	26
Библиографический список	27

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы, наблюдаемые при функционировании современных электроэнергетических систем (ЭЭС), требуют подготовки специалистов, которые смогут их решать на высоком профессиональном уровне.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» магистрантов, обучающихся по направлению подготовки магистратуры «Электроэнергетика и электротехника», магистерской программе «Электроэнергетические системы и сети».

Назначением методических указаний для самостоятельной работы является оказание помощи магистрантам в получении необходимых дополнительных знаний в области структуры, свойств, организации и функционировании современных ЭЭС, построения интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивными сетями.

В методических указаниях даны структура, задания и методика реализации всех видов самостоятельных работ в соответствии с рабочей программой дисциплины. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студенты учатся осваивать новый материал, работать с нормативно-правовой базой, учебной, научной и справочной литературой.

Самостоятельная работа позволит магистрантам изучить историю и закономерности развития ЭЭС, их современное состояние, понять организацию современной ЭЭС, изучить ее свойства и их проявления, уяснить концепцию и пути построения интеллектуальной электроэнергетической системы в России, ее отличия от Smart Grid.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Методические указания магистрантам по изучению дисциплины

Самостоятельная работа магистрантов должна носить планомерный и творческий характер. Качественное освоение дисциплины невозможно без использования учебной, научной и справочной литературы, других источников. В первую очередь следует применять литературу, рекомендованную для подготовки к лекции, практическому занятию.

При чтении учебника или учебного пособия следует обращать внимание на логику рассуждений автора, вычленяя узловые понятия и идеи, понять физический смысл и логику построения всех приведенных формул, разобраться со схемами и их преобразованиями, понять сущность моделей и алгоритмов, методов расчета. Текст рекомендуется прочитать не менее двух раз: при первом чтении достигается общее представление о предмете, а при повторном - логика рассуждений, содержание, смысл и значение отдельных идей, моделей, преобразований, методов и алгоритмов.

При самостоятельной работе над разделами теоретического курса магистрантам необходимо:

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

- подготовить устные ответы на проблемно-ориентированные и контрольные вопросы;

- провести анализ проблемно-ориентированной ситуации и предложить пути ее решения;

- пройти тестирование.

Прежде чем приступить к выполнению индивидуальных заданий, необходимо изучить соответствующий теоретический материал и разобраться либо с решением аналогичных заданий, рассмотренных на практических занятиях или приведенных в литературе, либо с подходом к выполнению задания, систематизируя знания, полученные при самостоятельной проработке литературы по теме практического занятия. Индивидуальные задания выполняются с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре энергетики.

Одним из эффективных методов обучения и проверки знаний по дисциплине является подготовка рефератов, тестирование и выполнение проблемно-ориентированных заданий. Предлагаемые тесты и задания предназначены для организации самостоятельной работы и самоконтроля студентов и проверки качества усвоения дисциплины. Содержание тестов отражает основную проблематику дисциплины и требования, предъявляемые к уровню знаний магистран-

тов ФГОС ВО. Рефераты предназначены для более глубокого изучения одной или нескольких тем дисциплины.

Процесс подготовки к экзамену должен совпадать с логикой изучения учебной дисциплины. Готовить материал следует модулями (блоками), а не отдельными вопросами, но при этом четко фиксировать содержание каждого конкретного вопроса. Целесообразно использовать конспекты лекций и рабочую программу дисциплины. Особое внимание следует уделить исследованию системных свойств современных ЭЭС, усвоению основных положений концепции перехода на интеллектуальную электроэнергетическую систему, изучению ее инновационных технологий и компонентов.

1.2. Цели и задачи самостоятельной работы

В результате самостоятельной работы по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» магистранты должны научиться осваивать новый материал, работать с нормативно-правовой базой, научной и учебной литературой, пользоваться справочниками, принимать самостоятельные решения при выполнении поставленных задач.

Задачи самостоятельной работы следующие: изучение организации современной электроэнергетической системы, ее функциональных свойств, методов учета системных свойств ЭЭС при их эксплуатации и управлении, структуры интеллектуальной электроэнергетической системы; понимание концепции интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью, приобретение навыков использования методов исследования сложных ЭЭС, реализации путей построения и эксплуатации интеллектуальной электроэнергетической системы, управления уровнем потерь электроэнергии.

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

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

1.3. Задачи профессиональной деятельности выпускника

Дисциплина направлена на подготовку магистра к решению следующих профессиональных задач, указанных в ФГОС ВО.

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 новой 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.

1.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины магистрант формирует и демонстрирует обладание следующими общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ОПК-4);

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

способностью выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности (ПК-9);

способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-26).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

современное состояние электроэнергетической системы; структуру сложной электроэнергетической системы; реальные проявления системных свойств ЭЭС; функциональные свойства современных ЭЭС; изменение структуры генерирующих мощностей и стратегию их развития, транспорт и распределение электроэнергии в современных условиях, концепцию и пути построения интеллектуальной электроэнергетической системы (ОПК-4);

характеристики и условия безопасного применения новых объектов и технологий в ЭЭС (ПК-3);

характеристики и условия выбора серийных объектов и объектов и технологий интеллектуальной электроэнергетической системы (ПК-9);

мероприятия и технологии, обеспечивающие надежное и эффективное функционирование современной ЭЭС (ПК-26);

2) Уметь:

выделять те состояния и процессы в современных ЭЭС, в которых проявляются их системные свойства; использовать полученные системные представления при решении конкретных задач проектирования и функционирования сложных ЭЭС; анализировать функциональные свойства современной ЭЭС, схемно-режимные особенности электрических сетей, применять инновационные технологии и компоненты в ЭЭС (ОПК-4);

оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности выбираемых новых технологий и объектов ЭЭС (ПК-3);

выбирать серийные объекты, объекты интеллектуальной ЭЭС и проектировать активно-адаптивные электрические сети с использованием современного оборудования, методов и технологий проектирования (ПК-9)

обеспечивать эффективные режимы работы и условия функционирования современных ЭЭС путем минимизации потерь электроэнергии и повышения их надежности (ПК-26).

3) Владеть навыками:

структурного анализа современной ЭЭС и ее режимов; использования углубленных знаний в области стратегического видения целей и задач развития электроэнергетики, работы со специальной литературой в области интеллектуаль-

ных электроэнергетических систем, энергосбережения и транспорта электроэнергии (ОПК-4);

обеспечения требуемых условий безопасного и надежного функционирования ЭЭС, в том числе при переходе на новую платформу ИЭС ААС (ПК-3);

анализа функционирования серийных объектов и реализации путей построения интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ПК-9);

управления уровнем потерь электроэнергии при ее транспорте и распределении с целью их минимизации (ПК-26).

1.5. Структура дисциплины и формы самостоятельной работы, предусмотренные при ее изучении

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов

№ п/п	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	Сложная электроэнергетическая система как объект исследования.	2	1-16	32	32	44	блиц-опрос на лекции; опрос на практическом занятии; защита индивидуального задания; защита реферата
2	Концепция и пути построения интеллектуальной электроэнергетической системы	3	1-14	28	28	52	блиц-опрос на лекции; опрос на практическом занятии; защита индивидуального задания; защита реферата
3	Промежуточная аттестация	2				36	Экзамен
		3				36	Экзамен

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

Формы самостоятельной работы магистрантов

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в академических часах
1	Сложная электроэнергетическая система	подготовка к опросу на лекции;	16
		выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию;	16

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в академических часах
	как объект исследования.	проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка рефератов	8 4
2	Концепция и пути построения интеллектуальной электроэнергетической системы	подготовка к опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка рефератов	14 14 20 4
3		Подготовка к экзамену, 2 семестр	36
4		Подготовка к экзамену, 3 семестр	36

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ, ВЫНОСИМЫХ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

2.1. Теоретический материал дисциплины, выносимый на самостоятельную проработку

В процессе самостоятельной работы магистранты должны усовершенствовать полученные знания из курса лекций.

Тема 1. Характеристика и структура современной ЭЭС. В процессе изучения материала этой темы необходимо знать современное состояние электроэнергетических систем и их характерные особенности. Следует четко понимать структуру современной ЭЭС, глобальные тенденции ее развития. Необходимо ознакомиться с научно-технической политикой в области технологий, используемых для развития ЭЭС и электроэнергетических объектов. Следует знать основные требования, предъявляемые к ЭЭС: надежность, работоспособность, качество, информационная и физическая безопасность, адаптивность, эффективность работы, устойчивость.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: история и закономерности развития электроэнергетических систем; характеристика основных проблем ЭЭС; современные достижения науки и передовых технологий в научных исследованиях ЭЭС.

Тема 2. Свойства современной электроэнергетической системы и особенности ее функционирования. При освоении материала этой темы необходимо понимать сложность и неоднородность структуры ЭЭС, знать, как проявляются ее системные свойства, выражаются многомерность, множественность возмущений, неопределенность в электроэнергетике. Следует изучить спектр процессов, протекающих в ЭЭС. Нужно изучить живучесть ЭЭС и понимать, что каскадные системные аварии проявляются как свойства живучести ЭЭС. Необходимо уяснить роль противоаварийного управления в предотвращении развития каскадных системных аварий в ЭЭС. Следует понимать проблемы и вызовы Единой электроэнергетической системы России, электросетевого комплекса.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: системные аварии в ЭЭС, слабодемпфированные низкочастотные колебания, резонансные явления. Советчики и тренажеры диспетчера по предотвращению развития и ликвидации крупных системных аварий в ЭЭС. Восстановление ЭЭС после крупных системных аварий.

Тема 3. Структурный анализ ЭЭС. При освоении этой темы нужно изучить основные понятия структурного анализа, методику и порядок его проведения применительно к ЭЭС. Необходимо ознакомиться с иерархической структурой ЭЭС. Следует знать уровни описания связей между элементами системы. Нужно понимать особенности структурного анализа подсистем ЭЭС. Необхо-

димо освоить кластеризацию электроэнергетики, понимать разницу между энергетическими кластерами и сегментами, научиться выделять энергетические кластеры.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: структурная связность, уровни описания связей между элементами системы, структурный анализ источников питания, электрических сетей, подстанций, линий электропередач, описание энергетических кластеров и сегментов.

Тема 4. Расчетные условия и особенности методов анализа режимов ЭЭС. При освоении этой темы нужно изучить исходные условия для анализа режимов и возмущений сложных ЭЭС. Необходимо ознакомиться с нормативными требованиями к расчетным условиям в ЭЭС. Следует знать как проводить выбор расчетных условий для исследований ЭЭС в установившихся и переходных режимах. Нужно понимать особенности структурного анализа режимной ситуации.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: нормативные требования к расчетным условиям в ЭЭС, особенности и примеры применения структурного анализа режимов ЭЭС и электрических сетей, возможности и направления применения структурного анализа режимов сложных ЭЭС для повышения их эффективности и надежности.

Тема 5. Проблемы и перспективы развития генерирующих мощностей. При освоении этой темы нужно понимать современное состояние генерации в России, знать особенности функционирования в настоящее время электростанций разного типа. Необходимо ознакомиться с проблемами обеспечения резерва мощности, изменением структуры генерирующих мощностей. Следует знать направления и основные положения стратегии развития генерирующих мощностей в России и в мире. Нужно понимать энергетические и технологические возможности и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Необходимо освоить пути оптимизации развития генерирующих мощностей.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: гидравлические электростанции и гидроаккумулирующие электрические станции, тепловые электрические станции и особенности их функционирования в настоящее время, возможные направления и основные положения стратегии развития генерирующих мощностей, реконструкция и модернизация технического устройства электрических станций, проблемы и перспективы развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Тема 6. Транспорт и распределение электроэнергии в современных условиях. При освоении этой темы нужно знать структуру электрических сетей и

схемно-режимные особенности электрических сетей разных классов номинального напряжения. Необходимо ознакомиться с изменениями технологии режимного управления электроэнергетическими системами в условиях конкурентного рынка электроэнергии, особенностями передачи электроэнергии в магистральных сетях. Нужно понимать проблемы транспорта электроэнергии в распределительных сетях. Следует знать конструктивное исполнение воздушных линий и анализ их механических нагрузок. Нужно понимать как обеспечить пропускную способность электрических сетей разных классов номинального напряжения. Необходимо ознакомиться с основными тенденциями развития электрических сетей.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: изменение технологии режимного управления электроэнергетическими системами в условиях конкурентного рынка электроэнергии, конструктивное исполнение воздушных линий и анализ их механических нагрузок, новые задачи и объекты управления в электрических сетях, качество электроэнергии при ее передаче и распределении, основные тенденции развития электрических сетей.

Тема 7. Обеспечение надежности объектов электроэнергетических систем и надежности электроснабжения потребителей в современных условиях. При освоении этой темы нужно понимать современное состояние надежности ЕЭС России, электрических станций, электрических сетей и систем электроснабжения. Необходимо ознакомиться с основными причинами снижения надежности объектов электроэнергетики и ЭЭС и проблемой старения оборудования. Следует знать основные технологические нарушения из-за ошибок персонала. Нужно понимать, как проводить структурный анализ надежности ЭЭС. Необходимо освоить методы и способы обеспечения надежности ЭЭС.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: Современное состояние надежности ЕЭС России, электрических станций, электрических сетей и систем электроснабжения, основные причины снижения надежности объектов электроэнергетики и ЭЭС, концепция обеспечения надежности в электроэнергетике в России, определение требований к резервам мощности при управлении развитием ЭЭС и энергообъединений, виды резервирования.

Тема 8. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы. Необходимо четко понимать исходные положения для разработки и развития интеллектуальных ЭЭС. Следует уяснить стратегическое видение целей и задач развития электроэнергетики, структуру и основные положения концепции интеллектуальных ЭЭС. Необходимо знать ключевые ценности новой ЭЭС, понимать принципы реализации активно-адаптивных электрических сетей. Нужно знать сходство и различие концепций интеллектуальной ЭЭС и Smart Grid.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: современные проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности. Факторы, определяющие необходимость кардинальных изменений в электроэнергетике.

Тема 9. Пути развития функциональных свойств ЭЭС. При изучении этой темы необходимо усвоить, как обеспечить оптимальную интеграцию электростанций и систем аккумулирования электроэнергии разных типов и мощностей при подключении их к ЭЭС. Нужно понимать каким образом возможно самовосстановление системы при аварийных ситуациях и как перейти к превентивному управлению. Необходимо знать, что собой представляют микросети, и какова их роль в интеллектуальной электроэнергетической системе. Нужно представлять, как обеспечить расширение рынков электроэнергии и мощности до конечного потребителя.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: обеспечение возможности самостоятельного изменения объема и функциональных свойств получаемой энергии конечным потребителем. Переход к удаленному мониторингу производственных активов в режиме реального времени, интегрированному в корпоративные системы управления.

Тема 10. Инновационные технологии и компоненты ЭЭС. Необходимо изучить управление режимами сетей на базе FACTS-технологий, новые алгоритмы управления синхронными генераторами электростанций. Необходимо знать структуру и технологические компоненты цифровой подстанции, ее отличия от существующих подстанций. Необходимо понимать, зачем нужно и как реализуется гибкое секционирование электростанций и подстанций. Следует изучить интеллектуальные системы контроля и измерений, организацию удаленного мониторинга состояния системы. Необходимо понимать какой потребитель может быть активным, и какова его роль в интеллектуальной электроэнергетической системе.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: применение накопителей, их функции. Интегрированные коммуникации. Система GPS/ГЛОНАСС-мониторинга. Сложные проводники. Smart приборы.

Тема 11. Технология управлением уровнем потерь электроэнергии. Необходимо изучить основные закономерности изменения потерь электроэнергии в электросетевых комплексах, структуру потерь электроэнергии. Следует знать влияние качества исходной информации на достоверность определения уровня потерь электроэнергии. Необходимо понимать, как проводить комплексный анализ потерь электроэнергии, выявлять очаги повышенных потерь. Следует изучить факторы целесообразности управления уровнем потерь электроэнергии

и новые свойства активно-адаптивных сетей, используемые при управлении уровнем потерь электроэнергии. Необходимо освоить комплексный подход при реализации мероприятий, направленных на оптимальное снижение потерь электроэнергии.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: Влияние качества исходной информации на достоверность определения уровня потерь электроэнергии, методы определения потерь электроэнергии, причины высоких потерь электроэнергии, сверхнормативные потери электроэнергии и их анализ, Программа снижения потерь электроэнергии и ее характеристика, системные эффекты от управления уровнем потерь электроэнергии для электросетевых комплексов и потребителей.

Тема 12. Мероприятия, направленные на снижение уровня потерь электроэнергии. Необходимо изучить основные мероприятия, направленные на снижение уровня потерь электроэнергии. Следует знать, как повысить точность учета электроэнергии и снизить метрологическую составляющую потерь электроэнергии. Необходимо освоить и научиться применять организационные и технические мероприятия, направленные на снижение технических потерь электроэнергии, мероприятия, обеспечивающие снижение коммерческих потерь электроэнергии. Следует изучить методику и алгоритм выбора оптимального набора мероприятий по минимизации потерь электроэнергии.

Материал, выносимый на самостоятельную проработку: Повышение точности учета электроэнергии и снижение метрологической составляющей потерь электроэнергии, снижение коммерческих потерь электроэнергии. Оценка экономической эффективности мероприятий и их ранжирование по влиянию на уровень потерь и по затратам.

Следует помнить, что при изучении отдельных теоретических вопросов курса используются знания, полученные в ранее изученных дисциплинах.

2.2. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий

В процессе самостоятельной работы магистранты должны усовершенствовать полученные знания из курса лекций и закреплённые на практических занятиях.

В результате выполнения индивидуальных заданий магистранты должны научиться решать проблемно-ориентированные вопросы, проводить системный анализ выявленной проблемы, подбирать литературу для их раскрытия, дополнительно к рекомендуемой в таблице 2.1, готовить научный материал по исследуемой проблеме. Работа с поиском дополнительной литературы – обязательное условие выполнения индивидуального задания.

Перечень тем индивидуальных заданий:

- анализ свойств электроэнергетической системы;
 - структурный анализ заданного участка ЭЭС;
 - исследование режимной ситуации электрической сети;
 - оптимизация развития генерирующих мощностей;
 - обеспечение пропускной способности электрической сети;
 - влияние конструктивных особенностей ВЛ на механические нагрузки;
 - исследование надежности заданного участка ЭЭС и обеспечение требуемого уровня надежности;
 - разработка структуры активно-адаптивной сети энергорайона;
 - выбор типов распределенной генерации и оптимальное размещение электростанций и возобновляемых источников энергии при проектировании развития ЭЭС;
 - выбор интеллектуальных систем контроля и организация мониторинга в ЭЭС;
 - применений FACTS технологий в ЭЭС;
 - построение цифровой подстанции;
 - управление уровнем потерь электроэнергии в электрической сети.
- ЭЭС и их объекты, энергорайон задаются преподавателем индивидуально каждому магистранту.

Таблица 2.1. – Рекомендуемая литература для выполнения индивидуального задания

Наименование темы индивидуального задания	Номер источника из списка основной литературы	Номер источника из списка дополнительной литературы
Анализ свойств электроэнергетической системы структурный анализ заданного участка ЭЭС	1	3,4,11
Исследование режимной ситуации электрической сети	2	12
Оптимизация развития генерирующих мощностей	1,3,4	2,3,4
Обеспечение пропускной способности электрической сети	2	5,10,11
Влияние конструктивных особенностей ВЛ на механические нагрузки	1	1,2
Исследование надежности заданного участка ЭЭС и обеспечение требуемого уровня надежности	1	13
Разработка структуры активно-адаптивной сети энергорайона	3,4	6-10
Выбор типов распределенной генерации и оптимальное размещение электростанций и возобнов-	4	4,6,7

Наименование темы индивидуального задания	Номер источника из списка основной литературы	Номер источника из списка дополнительной литературы
ляемых источников энергии при проектировании развития ЭЭС		
Выбор интеллектуальных систем контроля и организация мониторинга в ЭЭС	3	6,7,8,10,14
Применений FACTS технологий в ЭЭС	2,3	6,7,8,10
Построение цифровой подстанции	3	6,7,8,10
Управление уровнем потерь электроэнергии в электрической сети.	5	15,16

2.3. Методические указания к написанию рефератов

В процессе изучения дисциплины магистрант готовит реферат. Примерные темы рефератов приведены ниже.

Примерные темы рефератов

- Современное состояние электроэнергетических систем, проблемы и тенденции развития;
- История развития ЭЭС в России;
- Научно-техническая политика в области электроэнергетики;
- Современные достижения науки и технологий в области больших электроэнергетических систем;
- Сравнительный анализ инновационных технологий, применяемых в электроэнергетике в России и за рубежом;
- Характеристика и сравнительный анализ свойств традиционной электроэнергетической системы и интеллектуальной электроэнергетической системы;
- Опыт либерализации электроэнергетики в различных странах мира;
- Рынки энергии и мощности в России и за рубежом;
- Нетрадиционные источники энергии;
- Схемно-режимные особенности магистральных сетей разных классов номинального напряжения;
- Схемно-режимные особенности распределительных сетей разных классов номинального напряжения;
- Технология управления режимами при функционировании рынков энергии и мощности;
- Выявление и анализ проблем передачи электроэнергии в электрических сетях;
- Методика исследования режимов работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов;

- Повышение пропускной способности магистральных сетей;
- Повышение пропускной способности распределительных сетей;
- Оптимизация режимов работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов;
- Перевод сетей на линии электропередачи нового поколения;
- Сравнительный анализ проводов нового поколения и определение области применения;
- Сравнительный анализ опор нового поколения и определение области применения;
- Сравнительный анализ кабелей нового поколения;
- Перевод подстанций на оборудование нового поколения;
- Инновационное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи: организация работ;
- Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС): общая характеристика и основные понятия и определения;
- Структура интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью;
- Технологический базис ИЭС ААС и его характеристика;
- Возобновляемые источники энергии как составная часть распределенной генерации;
- Включение распределенной генерации в электрическую сеть;
- Накопители электрической энергии;
- Распределенная генерация в микросетях;
- Силовые управляемые устройства активно-адаптивных электрических сетей;
- FACTS-технологии и их применение в электрических сетях;
- Статические источники реактивной мощности: основные характеристики, конструктивное исполнение, область применения;
- Фазоповоротные устройства: основные характеристики, конструктивное исполнение, область применения;
- Управляемые шунтирующие реакторы: основные характеристики, конструктивное исполнение, область применения;
- Электромашинные источники реактивной мощности: основные характеристики, конструктивное исполнение, область применения;
- Асинхронизированные генераторы: основные характеристики, конструктивное исполнение, область применения;
- Мониторинг режимных параметров в активно-адаптивных электрических сетях;

- Интеллектуальный учет электроэнергии;
- Конструктивное исполнение и основные компоненты цифровой подстанции;
- Применение оптических трансформаторов тока и напряжения для организации точного учета электроэнергии в сетях различного исполнения;
- Активный потребитель: характеристика, технологические возможности, взаимодействие с активно-адаптивными электрическими сетями;
- Микросети, исполнение, возможности, отличие от традиционных сетей.

В качестве методической помощи магистрантам предлагается следующая структура реферата:

- План;
- Актуальность темы;
- Цели и задачи;
- Краткая историческая справка по теме реферата;
- Причины возникновения выявленной проблемы;
- Пути, методы, средства, технологии ее решения;
- Порядок решения проблемы;
- Ожидаемые выгоды от ее решения.

При оформлении реферата следует придерживаться требований изложенных в стандарте Амурского государственного университета СТО СМК 4.2.3.05-2011 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». В тексте обязательны ссылки на источники используемой информации, перечень которых обязательно приводится в конце реферата с указанием авторов, названия статьи или книги, названия периодического издания и его номера (для статьи) или места и наименования издательства (для книги), года издания, страниц, либо ссылки на Интернет-ресурсы. Для раскрытия темы реферата в тексте рекомендуется использовать рисунки, диаграммы, таблицы и т.д., при этом обязательно указывать источники информации, если они заимствованы из других источников.

Магистрант готовит публичный доклад с презентациями по теме реферата, с которым он будет выступать на одном из практических занятий.

3. БАНК ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

3.1. Проблемно-ориентированные вопросы для самостоятельной работы магистрантов

В подготовке магистрантов одной из важных задач является развитие креативного мышления, инженерного подхода к решению проблемной ситуации, возникающей в условиях эксплуатации. Ниже приведены примеры проблемно-ориентированных вопросов и ситуаций по тематике дисциплины.

Примеры проблемно-ориентированных вопросов и ситуаций

1. Сравнить структуру ЭЭС до реформирования электроэнергетики и после.
2. Выявить проявление системных свойств на примере одной из электроэнергетических систем Дальнего Востока.
3. Показать, как определить неоднородность структуры на примере ЭЭС Приморского края.
4. Провести анализ неопределенности функционирования ЭЭС Амурской области.
5. Провести структурный анализ ЭЭС Хабаровского края.
6. Какие возмущения характерны для региональной ЭЭС? Сравнить с характерными возмущениями объединенной ЭЭС.
7. Назовите возможные системные аварии на примере ЭЭС Дальнего Востока. Можно ли утверждать, что любая системная авария является каскадной?
8. Какие низкочастотные колебания можно выделить при эксплуатации ЭЭС Амурской области? Чем они отличаются от резонансных явлений в системе?
9. Какие рыночные структуры действуют на Дальнем Востоке? Какие еще можно предложить?
10. Определить факторы, определяющие необходимость перехода на активно-адаптивную сеть, для ОАО «ДРСК».
11. Определить факторы, определяющие необходимость перехода на интеллектуальную систему для ОАО «ФСК ЕЭС».
12. Определить цели и задачи развития электроэнергетических систем Дальнего Востока.
13. Предложить структуру интеллектуальной ЭЭС в Амурской области
14. Перечислить принципиальные отличия концепций интеллектуальной ЭЭС и Smart Grid.
15. Предложить структуру генерации в Амурской области при переходе ее ЭЭС на платформу интеллектуальной.

16. Как обеспечить самовосстановление системы при аварийном отключении двух генераторов на Зейской ГЭС?
17. Вы решили стать активным потребителем. Каким образом Вы сможете изменять объем и функциональные свойства получаемой энергии?
18. Предложите пути расширения рынков электроэнергии и мощности до конечного потребителя.
19. Как организовать доступ на рынок энергии и мощности распределенной генерации? Какой рынок можно предложить для нее?
20. Как перейти к удаленному мониторингу производственных активов в режиме реального времени?
21. Как влияет структура активно-адаптивной сети на надежность и качество электроснабжения? Проанализируйте ситуацию на примере одного из РЭС Амурского филиала ОАО «ДРСК».
22. Как влияет структура активно-адаптивной сети на надежность электрической сети и качество электроэнергии? Проанализируйте ситуацию на примере Амурского предприятия МЭС Востока, филиала ОАО «ФСК ЕЭС».
23. Предложите для Амурского энергосбыта схему перехода на клиентоориентированный подход.
24. Какие виды распределенной генерации будут эффективны в Амурской области и почему?
25. Как включить распределенную генерацию в активно-адаптивную сеть Благовещенского энергорайона?
26. Предложите FACTS технологии для Амурского предприятия МЭС Востока, филиала ОАО «ФСК ЕЭС».
27. Предложите новые алгоритмы управления синхронными генераторами Бурейской ГЭС.
28. Какие накопители энергии можно предложить космодрому «Восточный» и какова их роль?
29. Предложите варианты гибкого секционирования для ПС Амурская, Благовещенская. Каковы отличия в подходах к организации гибкого секционирования?
30. Предложите структуру цифровой подстанции для энергокластера «Эльгауголь».
31. Проведите сравнительный анализ технического оснащения и технологических возможностей при переводе ПС Центральная на платформу цифровой ПС.

32. Какие интеллектуальные системы контроля и измерений нужно внедрить в ОАО «ДРСК» при переводе ее сетей на платформу активно-адаптивных сетей?
33. Как можно использовать систему ГЛОНАСС в задачах мониторинга состояния энергосистемы Амурской области?
34. Предложите типы сложных проводников для энергосистем Дальнего Востока с учетом климатических характеристик.
35. Вы активный потребитель электроэнергии. Выберите Smart приборы для учета электроэнергии.

3.2. Вопросы для самопроверки

Контрольные вопросы к экзамену

Второй семестр

1. Структура современной электроэнергетической системы.
2. Поставщики электрической энергии.
3. Единая национальная электрическая сеть.
4. Распределительные сети.
5. Системный оператор.
6. Рынки электроэнергии и мощности и управление ими.
7. Энергосбытовые организации в электроэнергетике.
8. Оперативное управление технологическими процессами в электроэнергетике.
9. Современные достижения науки и передовых технологий в исследованиях ЭЭС.
10. Особенности функционирования современных ЭЭС.
11. Проблемы Единой электроэнергетической системы России. Проблемы и вызовы электросетевого комплекса.
12. Особенности электроэнергетики Дальнего Востока.
13. Факторы, влияющие на экономичность и надежность функционирования ЭЭС.
14. Функциональные свойства современной ЭЭС.
15. Сложность и неоднородность структуры ЭЭС.
16. Фундаментальные свойства ЭЭС: многомерность, множественность возмущений, неопределенность.
17. Специфические явления и процессы в сложных ЭЭС, их реальные примеры.
18. Основные требования, предъявляемые к надежности и экономичности функционирования современных ЭЭС.
19. Иерархическая структура современной ЭЭС и структурная связность.
20. Порядок структурного анализа ЭЭС.
21. Структурный анализ электрических сетей.
22. Энергетические кластеры и сегменты.
23. Выбор расчетных условий для исследований ЭЭС в установившихся и переходных режимах.

24. Структурный анализ режимной ситуации, особенности и примеры его применения в ЭЭС.
25. Особенности функционирования электрических станций в настоящее время.
26. Проблемы обеспечения резерва мощности.
27. Изменение структуры генерирующих мощностей.
28. Оптимизация развития генерирующих мощностей.
29. Реконструкция и модернизация технического устройства электрических станций.
30. Энергетические и технологические возможности и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в ЭЭС.
31. Схемно-режимные особенности электрических сетей разных классов номинального напряжения.
32. Изменение технологии режимного управления электроэнергетическими системами в условиях конкурентного рынка электроэнергии.
33. Особенности передачи электроэнергии в магистральных сетях.
34. Проблемы транспорта электроэнергии в распределительных сетях.
35. Обеспечение пропускной способности электрических сетей разных классов номинального напряжения.
36. Управление потоками реактивной мощности в электрических сетях.
37. Выбор и проектирование устройств, обеспечивающих управление потоками активной и реактивной мощности.
38. Перевод сетей на линии электропередачи и оборудование нового поколения.
39. Основные тенденции развития электрических сетей.
40. Современное состояние надежности в электроэнергетике.
41. Основные причины снижения надежности объектов электроэнергетики и ЭЭС.
42. Проблема старения оборудования и его влияние на надежность ЭЭС.
43. Технологические нарушения из-за ошибок персонала.
44. Структурный анализ надежности ЭЭС.
45. Показатели надежности и их область применения.
46. Причины отказов элементов сети и их характеристика.
47. Отказы общей причины.
48. Мероприятия по повышению живучести ЭЭС.
49. Структурный анализ надежности.
50. Модель внезапного отказа.
51. Модель постепенного отказа.
52. Законы распределения сроков службы изоляции элементов ЭЭС.
53. Влияние качества электроэнергии на надежность силовых трансформаторов.
54. Проверка температурного режима силового трансформатора.
55. Выбор оптимального числа и мощности силовых трансформаторов.
56. Система с последовательным соединением элементов.
57. Система с резервированием элементов.

58. Модель отказа выключателей.
59. Марковские процессы надежности ЭЭС.
60. Описание нерезервированной схемы Марковским процессом.
61. Описание резервируемой схемы Марковским процессом.
62. Расчет показателей надежности с учетом ремонтных состояний и преднамеренных отключений элементов.
63. Аналитический метод определения надежности схем ЭЭС.
64. Учет АВР и АПВ в расчетах надежности ЭЭС.
65. Ущерб от перерывов электроснабжения.
66. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике в России.
67. Задачи повышения надежности в условиях эксплуатации.
68. Поддержание уровня надежности электроустановок.
69. Организация ППР и профилактика оборудования.
70. Средства обеспечения надежности.
71. Определение требований к резервам мощности при управлении ЭЭС.
72. Виды резервирования и их характеристика.
73. Конструктивное исполнение ВЛ.
74. Механический расчет ВЛ.

Третий семестр

1. Современные проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности.
2. Факторы, определяющие необходимость кардинальных изменений в электроэнергетике.
3. Стратегическое видение целей и задач развития электроэнергетики.
4. Технология выбора достижений отечественной и зарубежной науки и техники для внедрения в объекты ЭЭС.
5. Риски и меры по обеспечению безопасности разработки и внедрения новых технологий и объектов в системы электроэнергетики.
6. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС).
7. Ключевые ценности ИЭС ААС.
8. Принципы реализации активно-адаптивных ЭЭС.
9. Сходство и различие концепций интеллектуальной ЭЭС и Smart Grid.
10. Новые функциональные свойства ИЭС ААС.
11. Самовосстановление при аварийных ситуациях
12. Обеспечение надежности и качества электроэнергии при переходе на клиентоориентированный подход.
13. Размещение электростанций в ЭЭС.
14. Интеграция электростанций и распределенной генерации в интеллектуальной ЭЭС.
15. Рынки электроэнергии и мощности в ИЭС ААС.
16. Единая технологическая платформа для построения ИЭС ААС.
17. Технологический базис ИЭС ААС.
18. Распределенная генерация и ее функциональные свойства.

19. Выбор объектов распределенной генерации.
20. Технологии распределенной генерации.
21. Силовые управляемые устройства активно-адаптивных электрических сетей.
22. Управление на базе FACTS технологий.
23. Применение накопителей, их функции.
24. Цифровая подстанция и ее технологии.
25. Интеллектуальные системы контроля, учета и удаленный мониторинг.
26. Интегрированные коммуникации.
27. Активно-адаптивная сеть.
28. Проектирование активно-адаптивной электрической сети.
29. Активный потребитель. Микросети.
30. Сложные проводники. Smart приборы.
31. Инновационные пилотные проекты по построению ИЭС ААС в России.
32. Ожидаемые эффекты от перехода на ИЭС ААС для электросетевых комплексов.
33. Причины высоких потерь электроэнергии.
34. Основные закономерности изменения потерь электроэнергии в электросетевых комплексах.
35. Структура потерь электроэнергии.
36. Влияние качества исходной информации на достоверность определения уровня потерь электроэнергии.
37. Комплексный анализ потерь электроэнергии.
38. Сверхнормативные потери электроэнергии и их анализ, выявление очагов повышенных потерь электроэнергии.
39. Новые свойства активно-адаптивных сетей, используемые при управлении уровнем потерь электроэнергии.
40. Комплексный подход при реализации мероприятий, направленных на оптимальное снижение потерь электроэнергии.
41. Программа снижения потерь электроэнергии и ее характеристика.
42. Системные эффекты от управления уровнем потерь электроэнергии для электросетевых комплексов и потребителей.
43. Повышение точности учета электроэнергии и снижение метрологической составляющей потерь электроэнергии.
44. Организационные мероприятия, направленные на снижение технических потерь электроэнергии.
45. Технические мероприятия, направленные на снижение технических потерь электроэнергии.
46. Снижение коммерческих потерь электроэнергии.
47. Оценка экономической эффективности мероприятий и их ранжирование по влиянию на уровень потерь и по затратам.
48. Выбор оптимального набора мероприятий по минимизации потерь электроэнергии.
49. Определение эффективных режимов работы объектов электроэнергетики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Рассмотрены следующие виды выполнения самостоятельной работы:

- постановка задания по работе с теоретическим разделом;
- обсуждение результатов работы по теоретическому курсу, выносимому на самостоятельную проработку;
- постановка задания по выполнению индивидуального задания;
- обсуждение и анализ результатов выполнения индивидуального задания;
- написание реферата и подготовка к его защите, подготовка к зачету.

Методические указания направлены на организацию самостоятельной работы магистрантов, таким образом, чтобы обеспечить качественное усвоение материала дисциплины, научить магистрантов понимать структуру и организацию современных ЭЭС, их функциональные свойства, более глубоко изучить концепцию и пути построения интеллектуальной ЭЭС.

В методических указаниях представлены структура, задания и методика реализации всех видов самостоятельной работы в соответствии с рабочей программой дисциплины, что поможет магистрантам лучше освоить материал дисциплины и получить профессиональные навыки по его применению к реальным объектам электроэнергетической системы.

Приведенные индивидуальные задания направлены на развитие практических навыков по анализу свойств и особенностей функционирования современных ЭЭС, исследованию и обеспечению надежности ЭЭС и их объектов, понимание и усвоение концепции перехода на интеллектуальную ЭЭС и путей ее реализации, управление уровнем потерь электроэнергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

а) 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. — М. : Издательский дом МЭИ, 2010. — 632 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72256>
2. 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. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72311>
3. Зеленохат, Н.И. Интеллектуализация ЕЭС России: инновационные предложения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2013. — 192 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72228>
4. Баранов, Н.Н., Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72246>
5. Савина Н.В. Управление уровнем потерь электроэнергии в активно-адаптивных электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Савина ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 114 с. — Режим доступа : https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7118.pdf

б) дополнительная литература:

1. Электрические системы. Электрические сети : Учеб. для электроэнерг. спец. вузов/ ред. В. А. Веников. -2-е изд., перераб. и доп.. -М.: Высш. шк., 1998. - 512 с.
2. Электротехнический справочник. Том 3: Производство, передача и распределение электрической энергии. [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2009. — 964 с. — Режим доступа : <http://e.lanbook.com/book/72341>
3. Системные исследования проблем энергетики / Л.С. Беляев, Б.Г. Санеев, С.П. Филиппов и др.; Под ред. Н.И. Воропая. – Новосибирска: Наука. Сиб. издат. фирма РАН, 2000. – 558 с.
4. 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

5. Савина Н.В. Управление потоками реактивной мощности в активно-адаптивных электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. В. Савина. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2013. - 61 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7107.pdf
6. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid : моногр. / Б.Б. Кобец – М.: ИАЦ Энергия, 2010. - 208 с. – Режим доступа : http://www.hse.ru/pubs/lib/data/access/ticket/1388972358696917245d6d47816caae1de1c1ed74d/SmartGrid_monografia.pdf
7. Савина Н.В. Инновационное развитие электроэнергетики на основе технологий Smart Grid [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Савина. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 136 с. - Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7030.pdf
8. Вертешев А.С. Развитие интеллектуальной энергетики в России и за рубежом //Академия энергетики, 2011, № 1(39). С. 70-75
9. Волкова И.О., Шувалова Д.Г., Сальникова Е.А. Активный потребитель в интеллектуальной энергетике //Академия энергетики, 2011, № 2(40). С. 50-57
10. Анализ мирового и российского опыта использования технологий Smart Grid. Разработка рекомендаций по применению технологий Smart Grid в российской электроэнергетике // Кобец Б. Б., Волкова И. О., Огороков В. Р., Березин А. В. Научно-технический отчет, НП «ИНВЭЛ». Москва, 2010. 110
11. Аюев Б.И., Жуков А.В. Новые подходы к мониторингу запаса устойчивости электроэнергетических систем. Сборник докладов 3-й международной научно-технической конференции. Энергосистема: управление, конкуренция образование, Екатеринбург, 2008г.
12. Шелухина, Т.И. Расчеты нормальных и предельных по мощности установленных режимов сложных энергосистем [Текст] : учеб. пособие/ Т. И. Шелухина. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2005. - 52 с.
13. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике. / Воропай Н.И., Ковалев Г.Ф., Кучеров Ю.Н. и др. – М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. – 304 с.
14. Осика Л.К. Расчетные методы интеллектуальных измерений (Smart Metering) в задачах учета и сбережения электроэнергии / Л.К. Осика. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 422 с.
15. Савина Н.В. Методы расчета и анализа потерь электроэнергии в электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Савина ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 150 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7122.pdf

16. Савина Н.В. Современные электроэнергетические системы. Информационные потоки в распределительных электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Савина ; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2015. - 164 с. – Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7365.pdf

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Современные электроэнергетические системы. Методические указания для самостоятельной работы.