

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**  
**по научной специальности 2.4.3 Электроэнергетика**

Ставрополь, 2022

## Введение

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 2.4.3 «Электроэнергетика» разработана для аспирантов и соискателей.

Изучение дисциплины «Электроэнергетика» и последующая сдача экзамена являются обязательными для каждого соискателя ученой степени кандидата наук, позволяя соблюсти единый минимум требований к уровню знаний в области электроэнергетики.

### Порядок сдачи кандидатского экзамена по электроэнергетике

Цель экзамена – установить глубину профессиональных и научных знаний аспиранта или соискателя ученой степени.

В экзаменационный билет включаются 3 вопроса.

Для подготовки по билету отводится 45 минут. При подготовке к ответу аспиранту или соискателю предоставляется право пользования программой кандидатского экзамена.

Кроме ответа на вопросы, предусмотрено обсуждение диссертационной темы исследования, уточнение области научных интересов.

### Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

№ п/п	Наименование раздела	Содержание
1	Электрическая часть электростанций	Источники электрической энергии в электроэнергетических системах; Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа: тепловых, атомных, гидравлических и других; КЭС: особенности электрической части; ТЭС: особенности электрической части; АЭС: особенности электрической части;

		<p>Вопросы экологии при эксплуатации электростанций;</p> <p>Структура и основные параметры электроэнергетической системы России;</p> <p>Генераторы, трансформаторы, электрические аппараты, коммутационные аппараты, электродвигатели, токоведущие элементы, изоляторы;</p> <p>Состав оборудования ВЭС; Работа ВЭС в составе энергосистемы;</p> <p>Состав оборудования СЭС; Работа СЭС в составе энергосистемы;</p> <p>Состав СНЭ; Работа СНЭ в составе энергосистемы.</p>
2	Режимы работы основного электрооборудования электростанций	<p>Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения;</p> <p>Методика анализа режимов работы синхронных машин;</p> <p>Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях;</p> <p>Пуск электродвигателей;</p> <p>Работа электродвигателей при отклонении параметров нагрузки и питания от номинальных значений;</p> <p>Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях;</p> <p>Пуск электродвигателей;</p> <p>Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях;</p> <p>Регулирование напряжения трансформаторами на подстанциях;</p> <p>Охлаждение трансформаторов.</p>
3	Проектирование электростанций	<p>Основы проектирования электростанций;</p> <p>Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок;</p> <p>Проектирование главной электрической схемы;</p> <p>Проектирование электроснабжения установок собственных нужд;</p> <p>Проектирование систем управления, релейной защиты и автоматики;</p> <p>Конструкции электрической части электростанций;</p> <p>Компоновка электрических станций и подстанций;</p> <p>Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.</p>

4	Электроэнергетические системы и сети	<p>Структура электрических сетей и систем;          Номинальные напряжения, области применения номинальных напряжений;          Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи. Опоры, изоляторы, провода;          Виды кабелей, способы прокладки кабелей;          Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов;          Основные задачи и способы диспетчерского управления;          Методы оптимизации режимов работы ЭЭС;          Связь проблемы регулирования частоты с проблемой оптимального распределения нагрузок между электростанциями.</p>
5	Электроснабжение городов и промышленных предприятий	<p>Технические, социально-экономические и экологические требования, предъявляемые к системам электроснабжения; Характеристика основных задач электроснабжения: расчет электрических нагрузок; выбор числа, мощности трансформаторов и местоположения подстанций;          Выбор устройств компенсации реактивной мощности, схем подстанций и сетей, их конструктивного исполнения, сечений жил проводников;          Расчет токов коротких замыканий и выбор способов их снижения;</p>
6	Переходные процессы в электроэнергетических системах	<p>Условия существования режимов;          Переходные электромагнитные и электромеханические процессы в электрических системах;          Устойчивость работы электроэнергетических систем; Параметры, характеризующие устойчивость;          Нарушение устойчивости работы электроэнергетической системы;          Схемы замещения электроэнергетических систем;          Параметры схем замещения;          Приведение параметров к одной ступени напряжения;          Расчет токов короткого замыкания (КЗ);          Особенности расчета токов КЗ для выбора и проверки оборудования, и для релейной защиты;          Временные и частотные характеристики;          Типовые динамические звенья;          Типовые схемы соединения динамических звеньев.          Преобразования схем автоматики;          Системы автоматического регулирования и управления;          Виды систем регулирования;          Оценка качества регулирования;          Устойчивость;</p>

		<p>Управление режимами электроэнергетических систем;  Диспетчерское управление.</p>
7	Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем	<p>Релейная защита, основные понятия и определения;  Токовые защиты;  Выбор параметров срабатывания токовых защит.  Дифференциальные защиты;  Выбор параметров срабатывания дифференциальных защит;  Ток небаланса;  Способы повышения чувствительности;  Торможение в дифференциальной защите;  Дистанционные защиты. Принцип действия;  Выбор параметров срабатывания дистанционных защит;  Элементная база релейной защиты;  Особенности построения систем релейной защиты на различной элементной базе;  Особенности реализации защит разных видов на микропроцессорной элементной базе;  Способы измерения, регистрации и обработки сигналов в микропроцессорных устройствах релейной защиты;  Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях и нестационарных режимах;  Противоаварийная автоматика, виды противоаварийной автоматики;  Предотвращение нарушения устойчивости;  Ликвидация качаний и асинхронных режимов;  Автоматическое регулирование режимов электростанций в экстремальных условиях.</p>
8	Техника высоких напряжений	<p>Электрический разряд в газах;  Коронный разряд при различных видах действующего напряжения. Начальные напряженность и напряжение. Распределение поля при униполярном коронном разряде. Потери на корону при переменном напряжении;  Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях электропередачи;  Преломление и отражение волн. Обобщенное правило эквивалентной волны для многопроводных линий. Искажение волн из-за поверхностного эффекта в проводах ВЛ и земле, в металлических элементах кабеля. Влияние коронирования проводов ВЛ на волновые процессы;  Внутренние перенапряжения в электрических сетях и их ограничения. Основные виды коммутационных перенапряжений и средства защиты от них.  Режимы заземления нейтрали. Сети с изолированной нейтралью;</p>

		<p>Перенапряжения атмосферного происхождения и защита от них. Основные принципы молниезащиты воздушных линий электропередачи;</p> <p>Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. Влияние электрических и магнитных полей электрооборудования высокого напряжения на вторичные цепи (релейной защиты и автоматики, измерительные и сигнальные тракты).</p>
9	<p>Применение теории вероятностей и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем</p>	<p>Случайные события и случайные величины в электроэнергетике, их применение в расчетах надежности схем электрических соединений;</p> <p>Применение математической статистики и методов обработки статистических данных по показателям надежности элементов, параметрам режимов, электрическим нагрузкам;</p> <p>Понятия интегральных характеристик режимов и методы их расчета в сложных электроэнергетических системах; Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации электроэнергетических систем;</p> <p>Случайные процессы при моделировании режимов и состояний в электроэнергетике;</p> <p>Понятие о простейшем стационарном процессе, моделировании процессов отказов и восстановлении элементов и схем в электроэнергетике.</p>
10	<p>АСУ и методы статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике.</p>	<p>Основные задачи АСУ энергосистем.;</p> <p>Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов;</p> <p>Оптимизация в электроэнергетических системах;</p> <p>Исходная информация для решения задач оптимизации режимов;</p> <p>Постановка задачи распределения активной нагрузки между электростанциями, система допущений;</p> <p>Метод Лагранжа;</p> <p>Возможность раздельного решения задачи оптимизации режима по активной и реактивной мощности;</p> <p>Оптимизация режима сети по напряжению и реактивной мощности;</p> <p>Оптимизация режима системы при наличии ГЭС, формулировка задачи оптимального распределения нагрузок между ТЭС и ГЭС;</p> <p>Оптимизация структуры системы и размещения электростанций;</p> <p>Оптимизация конфигурации электрической сети.</p>
11	<p>Методы расчета, прогнозирования, оптимизации и координации уровней токов</p>	<p>Методы расчета показателей структурной надежности;</p> <p>Показатели структурной надежности;</p> <p>Метод пространства состояний для оценки надежности;</p>

	краткого замыкания на электростанциях	Показатели надежности генерирующего оборудования; Показатели надежности электросетевого оборудования.
12	Методы оценки надежности электрооборудования, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций.	Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики; Анализ надежности схем распределительных устройств электростанций; Развитие методов оценки надежности электрооборудования, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций; Развитие методов расчета, прогнозирования, оптимизации и координации уровней токов короткого замыкания на электростанциях и в электрических сетях энергосистем.
13	Методы диагностики электрооборудования электроустановок.	Методы и средства диагностики; Нормативная база диагностики; Понятие дефекта электрооборудования; Влияние дефектов оборудования на его работоспособность; Средства и методы контроля состояния оборудования; Диагностические характеристики; Изменение состояния электрооборудования; Диагностические характеристики, основанные на измерении электромагнитных параметров; Цифровая диагностика электрооборудования.
14	Методы математического и физического моделирования	Общие положения теории моделирования; Классификация математических моделей; Этапы построения и применения математических моделей; Принципы системного подхода; Проектирование технических систем; Структура и параметры объектов проектирования; Экспериментальные факторные модели; Особенности экспериментальных факторных моделей; Принципы планирования эксперимента; Регрессионный анализ.
15	Методы расчета установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем.	Практические методы расчета установившихся режимов энергосистем; Расчет установившегося режима методом узловых напряжений; Методы решения системы узловых уравнений; Расчет установившегося режима методом эквивалентных преобразований; Топологический анализ электрической схемы; Свойства метода эквивалентных преобразований.
16	Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования,	Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики;

	<p>противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике.</p>	<p>Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения);  Назначение и виды систем противоаварийной автоматики;  Требования, предъявляемые к системам противоаварийной автоматики и релейной защиты;  Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты.</p>
17	<p>Теоретический анализ и расчетные исследования по транспортировке переменного и постоянного тока, включая проблему повышения пропускной способности транспортных каналов.</p>	<p>Оценка надежности схем систем электроснабжения (общие положения и допущения);  Функциональная надежность электроэнергетических систем и систем электроснабжения как важнейшая цель электроэнергетики;  Метод анализа вероятностей состояния системы;  Расчет ущерба от перерывов в электроснабжении.</p>
18	<p>Методы анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения.</p>	<p>Общая характеристика проблемы надежности в электроэнергетике;  Современное состояние электроэнергетики России и факторы снижения надежности  Цели и задачи обеспечения надежности в электроэнергетике России;  Принципы и средства обеспечения надежности при управлении развитием и функционированием электроэнергетики;  Обеспечение надежности при управлении развитием электроэнергетики;</p>
19	<p>Методы контроля и анализа качества электроэнергии и меры по его обеспечению.</p>	<p>Качество электроэнергии в системах электроснабжения;  Причины, вызывающие ухудшение качества электроэнергии: электроприемники с резкопеременной, несимметричной, нелинейной нагрузкой, однофазные электроприемники;  Влияние отклонений, колебаний, несинусоидальности и несимметрии напряжения на работу электроприемников, конденсаторных батарей; вызываемый ущерб;  Показатели качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144–2013;  Допустимые пределы изменения показателей в нормальных и послеаварийных режимах;  Регулирование напряжения на промышленных предприятиях;  Способы регулирования напряжения: путем изменения коэффициентов трансформации трансформаторов, путем изменения падения напряжения в сети;  Регулирование напряжения под нагрузкой;  Поперечная и продольная емкостная компенсация.</p>



20	Методы использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике.	Алгоритмы оптимизации режимов системы; Расчёты статической устойчивости на ЭВМ; Блочно-матричная запись уравнения малых колебаний сложных систем; Поисковые и прямые алгоритмы расчета статической устойчивости; Применение ЭВМ для расчёта электромагнитных переходных процессов; Промышленные информационно-программные комплексы. RastrWin, TKZ, КОСМОС, MATLAB. Системы компьютерного моделирования электроэнергетике
21	Оценивание состояния, наблюдаемость и вероятностные модели режимов электроэнергетических систем	SCADA-системы: назначение, задачи, структура, особенности; Применение данных PMU при оценивании состояния ЭЭС Современные каналы связи, применяющиеся для передачи данных в ЭЭС; Устройства синхронизированных векторных измерений.
22	Концепция Smart Grid для управления режимами электроэнергетических систем	Основные положения концепции Smart Grid; Технологические аспекты построения Smart Grid; Временная синхронизация измерений в устройствах PMU; Точность синхронизации по времени устройств PMU; Основные и дополнительные критерии и методы расстановки PMU в ЭЭС; Принципы, на которых строится противоаварийное управление в ЭЭС, использующих WAMS.

### **Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену**

1. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа;
2. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа;
3. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях;
4. Графики нагрузки электрических станций и их регулирование;
5. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций и требования к электрическим аппаратам и проводникам;
6. Состав оборудования ВЭС; Работа ВЭС в составе энергосистемы;
7. Состав оборудования СЭС; Работа СЭС в составе энергосистемы;
8. Состав СНЭ; Работа СНЭ в составе энергосистемы;

9. Проблемы интеграции генерирующего оборудования на основе НВИЭ в энергосистему;
10. Влияние работы ВИЭ на режим работы энергосистемы;
11. ТЭЦ: особенности электрической части;
12. КЭС: особенности электрической части;
13. АЭС: особенности электрической части;
14. Особенности перспективное планирование в электроэнергетики Российской Федерации;
15. Требования к схемам выдачи мощности СЭС;
16. Требования к схемам выдачи мощности ВЭС;
17. Этапы проектирования СЭС для включения в состав энергосистемы;
18. Этапы проектирования ВЭС для включения в состав энергосистемы;
19. Основные сведения об истории развития энергетики;
20. Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход;
21. Выбор проводов и кабелей. Виды кабелей; Способы прокладки кабелей;
22. Регулирование частоты и перетоков активной мощности; Нормы и требования;
23. Регулирование напряжения в энергосистеме;
24. Конструкция распределительных устройств;
25. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин;
26. Качество электроэнергии в системах электроснабжения;
27. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь;
28. Особенности конструктивного исполнения подстанций;
29. Влияние регулирования возбуждения генератора на устойчивость;
30. Влияние режима короткого замыкания в электрической системе на ее устойчивость;
31. Устойчивость нагрузки;
32. Аперриодическая составляющая тока короткого замыкания; Насыщение трансформаторов тока; Влияние на устройства РЗА;
33. Переходные процессы при включении синхронных генераторов;
34. Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости; Назначение, принцип действия;
35. Микропроцессорные терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики;
36. Релейная защита с абсолютной селективностью и относительной;
37. Ближнее и дальнее резервирование;
38. Принципы действия систем противоаварийной автоматики;
39. Электрический разряд в газах;

40. Коронный разряд при различных видах воздействующего напряжения. Распределение поля при униполярном коронном разряде. Потери на корону при переменном напряжении;
41. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях электропередачи. Преломление и отражение волн;
42. Влияние коронирования проводов ВЛ на волновые процессы;
43. Режимы заземления нейтрали. Сети с изолированной нейтралью;
44. Основные принципы молниезащиты воздушных линий электропередачи;
45. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. Влияние электрических и магнитных полей электрооборудования высокого напряжения на вторичные цепи (релейной защиты и автоматики, измерительные и сигнальные тракты).
46. Факторы, определяющие необходимость вероятностных расчетов режимов ЭЭС;
47. Вероятностная постановка задачи расчета режима ЭЭС;
48. Идентификация параметров моделей ЭЭС;
49. Вероятностные модели при оценивании состояния ЭЭС;
50. Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем;
51. Оптимизация режимов работы СЭС в составе энергосистемы;
52. Оптимизация режимов работы ВЭС в составе энергосистемы;
53. Оценивание состояния энергосистемы;
54. Величины, подлежащие определению при расчете токов короткого замыкания;
55. Задачи оптимизации и координации уровней токов короткого замыкания на электростанциях и в электрических сетях;
56. Расчетные схемы для определения токов КЗ;
57. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания;
58. Задачи оптимизации в электроэнергетике; Основные понятия и постановка задачи оптимизации;
59. Многокритериальная оптимизация;
60. Методы расчета показателей структурной надежности;
61. Показатели структурной надежности;
62. Метод пространства состояний для оценки надежности;
63. Показатели надежности генерирующего оборудования;
64. Показатели надежности электросетевого оборудования;
65. Нормативная база диагностики;
66. Принципы создания автоматизированных диагностических систем;
67. Задачи диагностики электрооборудования электроустановок;

68. Перспективы развития методов диагностики: предиктивная аналитика, цифровые двойники, датчики;
69. Определение мест повреждений в воздушных линиях электрических сетей;
70. Математические модели надежности электрооборудования;
71. Реализация физического подобия и моделирования электроэнергетических установок и систем;
72. Требования к точности и достоверности результатов моделирования;
73. Тенденции развития методов математического и физического моделирования в электроэнергетике;
74. Особенности задач моделирования в электроэнергетике;
75. Задачи расчета установившихся режимов электроэнергетических систем;
76. Применение методов по параметру и других методов для решений нелинейных уравнений установившегося режима;
77. Математическое описание переходных процессов в электроэнергетических системах (основные положения);
78. Задачи расчета переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем;
79. Особенности расчетов установившихся режимов разомкнутых распределительных сетей;
80. Средства для анализа и настройки устройств релейной защиты и автоматики;
81. Синтез систем измерения и регистрации параметров режима энергосистем нового поколения;
82. Синтез систем автоматического управления с использованием гибких силовых устройств;
83. Моделирование объектов и процессов в задачах анализа и синтеза элементов энергосистем;
84. Современные средства противоаварийного управления в энергосистемах и направления их совершенствования;
85. Оценка надежности схем систем электроснабжения (общие положения и допущения);
86. Функциональная надежность электроэнергетических систем и систем электроснабжения как важнейшая цель электроэнергетики;
87. Метод анализа вероятностей состояния системы;
88. Расчет ущерба от перерывов в электроснабжении;
89. Общая характеристика проблемы надежности в электроэнергетике;
90. Современное состояние электроэнергетики России и факторы снижения надежности;
91. Цели и задачи обеспечения надежности в электроэнергетике России;

92. Принципы и средства обеспечения надежности при управлении развитием и функционированием электроэнергетики;
93. Обеспечение надежности при управлении развитием электроэнергетики;
94. Показатели качества электрической энергии, методы их оценки и нормы;
95. Приборы для контроля качества электрической энергии;
96. Меры по обеспечению качества электроэнергии;
97. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях;
98. Мероприятия по снижению несимметрии в электрических сетях;
99. Классификация задач использования ЭВМ в электроэнергетике;
100. Математические модели и алгоритмы анализа электроэнергетических объектов;
101. Современные программные комплексы, применяемые в автоматизированном проектировании и управление режимами электроэнергетических систем и сетей;
102. Идентификация и оценка параметров режима;
103. Источники помех и искажений при измерении и передаче параметров;
104. Современные каналы связи, применяющиеся для передачи данных в ЭЭС;
105. Устройства синхронизированных векторных измерений;
106. SCADA-системы: назначение, задачи, структура, особенности;
107. Применение данных PMU при оценивании состояния ЭЭС;
108. Основные положения концепции Smart Grid. Технологические аспекты построения Smart Grid;
109. Временная синхронизация измерений в устройствах PMU; Точность синхронизации по времени устройств PMU;
110. Основные и дополнительные критерии и методы расстановки PMU в ЭЭС;
111. Система "SMART-WAMS";
112. Возможные пути интеграции ВИЭ в состав энергосистемы;
113. Особенности работы энергосистемы с высокой долей ВИЭ в структуре установленной мощности;
114. Влияние ВИЭ на надежность работы энергосистемы;
115. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования;
116. Основные типы синхронизации. Характеристики и проблемы;
117. Современные методы обеспечения синхронизации измерений;
118. Современные средства обеспечения синхронизации;
119. Синхронизация времени на подстанциях: требования к точности, оценка влияния и методы контроля;

120. Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ);
121. Определение времени до насыщения трансформаторов тока;
122. Влияние насыщения трансформаторов тока на работу токовых защит;
123. Влияние быстрого насыщения трансформаторов тока на работу РЗ;
124. Коррекция вторичного тока при насыщении измерительных трансформаторов;
125. Методы расчета времени до насыщения измерительных индуктивных трансформаторов тока для защиты с замкнутым магнитопроводом при коротких замыканиях.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов/И.П.Крючков, В. А. Старшинов, Ю.П.Гусев, М. В. Пираторов; под ред. И. П. Крючкова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009.- 416 с.
2. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: Учеб. пособие. – Новосибирск: НГТУ, М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 283 с.
3. Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 168 с.
4. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие/ А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. – 720 с.
5. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.
6. Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети. – Учеб. пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. – СПб: Изд-во Сизова М.П., 2001. – 304 с., ил.
7. Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 488 с.
8. Александров Г.Н. Передача электрической энергии / Г.Н. Александров. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2009. – 412 с.
9. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А. Васильева. М.: Энергоатомиздат, 1990.
10. Околович Н.М. Проектирование электрических станций. М.: Энергоатомиздат, 1982.
11. Электрические системы. Электрические сети /Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. М: Высш. шк., 1998.

- 12 Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 13 Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: Энергия, 1970.
- 14 Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высш. шк., 1978.
- 15 Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 16 Овчаренко Н.И. Элементы автоматических устройств энергосистем. М.: Энергоатомиздат, 1995.
- 17 Алексеев О.П., Казанский В.Е., Козис В. Л. Автоматика электроэнергетических систем. - М.: Энергоиздат, 1981.
- 18 Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем /Под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
- 19 Веников А.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высш. шк., 1976.
- 20 Электрические сети и системы. Математические задачи электроэнергетики. /Под ред. В.А. Веникова. М.: Высш. шк., 1981.
- 21 Фокин Ю.А. Вероятностно-статистические методы в расчетах надежности систем электроснабжения. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 22 Методы оптимизации режимов энергосистем / Под ред. В.М. Горнштейна. М.: Энергоиздат, 1981.
- 23 Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М. АСУ и оптимизация режимов энергосистем. М.: Высш. шк., 1983.
- 24 Тарасов В.И. Теоретические основы анализа установившихся режимов электроэнергетических систем. Новосибирск: Наука, 2002.
- 25 Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 26 Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л.Г.Мамиконянца. М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 27 Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. Под ред. Л.С.Линдорфа, Л.Г.Мамиконянца. М.: Энергия, 1972.
- 28 Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. /Под ред. В.А.Веникова. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 29 Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 30 Дальние электропередачи в примерах / Г.К. Зарудский, Е.В. Путятин и др. М.:Изд-во

МЭИ, 1994.

- 31 Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 32 Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
- 33 Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М.: Энергия, 1979.
- 34 Экспериментальные исследования режимов энергосистем / Под ред. С.А. Совалова. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 35 Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. М.: Энергия, 1975.
- 36 Дьяков А.Ф., Платонов В.В. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
- 37 Алексеев О.П., Козис В.Л., Кривенков В.В. Автоматизация электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- 38 Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1998.
- 39 Щербачев О.В., Зейлигер А.Н., Кадомская К.П. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике / Под ред. О.В. Щербачева. Л.: Энергия, 1980.
- 40 Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 41 Кобец, Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid [Текст] / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
- 42 Бушуев, В.В. Инновационная электроэнергетика – 21. Технологические тенденции развития энергетики Grid [Текст] / В.В. Бушуев // Электро. – 2011. – № 3. – С. 2-8.
- 43 Пармухина, Е.Л. Рынок интеллектуальных энергосистем (SMART Grid) [Текст] / Е.Л. Пармухина // Экологический вестник России. – 2011. – № 1. – С. 50-53.
- 44 Дорофеев, В.В. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России [Текст] / В.В. Дорофеев, А.А. Макаров // Энергоэксперт. – 2009. – №4. – С. 28-34.
- 45 Гамм А.З., Герасимов Л.Н., Голуб И.И. и др. Оценивание состояния в электроэнергетике. - М.: Наука, 1983. - 302 с.
- 46 Гамм А.З., Голуб И.И. Наблюдаемость электроэнергетических систем. – М.: Наука, 1990. – 200 с.
- 47 Гамм А.З., Колосок И.Н. Обнаружение грубых ошибок телеизмерений в



- электроэнергетических системах. – Новосибирск: Наука, 2000. – 152 с.
- 48 Гамм А.З. Вероятностные модели режимов электроэнергетических систем. – Новосибирск: ВО «Наука», 1993. – 133 с.
- 49 Гамм А.З. Статистические методы оценивания состояния электроэнергетических систем. – М.: «Наука», 1976. – 220 с.
- 50 Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М.: Энергоатомиздат, 1985.

#### **Интернет-ресурсы:**

- |   |                                                                                |                                                                                                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <a href="http://catalog.ncstu.ru">http://catalog.ncstu.ru</a>                  | Электронный каталог Библиотечно-информационного центра СевКавГТУ;                                            |
| 2 | <a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>                         | Полнотекстовая база данных Университетская информационная система «Россия»;                                  |
| 3 | <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a>                  | Полнотекстовая научная библиотека e-Library;                                                                 |
| 4 | <a href="http://www.tandfonline.com">www.tandfonline.com</a>                   | Taylor & Francis Group, Великобритания;                                                                      |
| 5 | <a href="http://www.arbicon.ru">www.arbicon.ru</a>                             | Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН);                                                 |
| 6 | <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>              | Мультидисциплинарный журнал Science издательства American Association for the Advancement of Science – AAAS; |
| 7 | <a href="http://arjournals.annualreviews.org">arjournals.annualreviews.org</a> | Электронная библиотека журналов Annual Reviews;                                                              |
| 8 | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                      | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам";                                     |
| 9 | <a href="http://www.iqlib.ru">www.iqlib.ru</a>                                 | Электронная Интеллект-библиотека IQlib                                                                       |