


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ОмГУПС (ОмИИТ))

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 С. Г. Шантаренко

« 30 » 09 2020 г.

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена по специальной дисциплине
по направлению подготовки аспирантуры 13.06.01 Электро- и
теплоэнергетика
(направленность – Электротехнические комплексы и системы)**

Знания принципов работы и назначения различных электротехнических комплексов и систем на железнодорожном транспорте, знание основных принципов работы и методов расчета показателей энергоэффективности системы тягового и нетягового электроснабжения электрифицированных железных дорог являются необходимой базой для поступления в аспирантуру по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика (направленность – Электротехнические комплексы и системы).

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ

На вступительном экзамене по специальной дисциплине по направлению 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика (направленность – Электротехнические комплексы и системы), поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знание и понимание следующих основополагающих тем:

Современное состояние и перспективы развития систем тягового (СТЭ) и нетягового электроснабжения (СНЭ)

Современное состояние и перспективы получения, преобразования, передачи на расстояние, распределения и потребления электроэнергии. Современное состояние электроэнергетики России. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2030 года.

Особенности структуры систем внешнего электроснабжения электрических железных дорог

Системы электрической тяги постоянного и переменного тока. Однолинейные схемы питания тяговых подстанций и постов секционирования постоянного и переменного токов. Схема электроснабжения нетяговых потребителей. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания (КЗ). Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора.

Электрическая часть тяговых подстанций

Особенности технологического процесса функционирования тяговых подстанций (ТП) различного типа. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд ТП различного типа.

Проблемы реконструкции и модернизации объектов электроснабжения железных дорог

Применение вакуумных и элегазовых выключателей при модернизации распределительных устройств электрических станций и подстанций. Реконструкция схем выдачи мощности электростанций с применением комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией. Оптимизация развития схем тягового и нетягового электроснабжения.

Режимы работы основного электрооборудования ТП, центральных питающих и распределительных подстанций

Режимы работы трансформаторного оборудования, выпрямительных устройств и инверторных преобразователей. Работа фильтрующих и компенсирующих устройств. Режимы работы ТП, центральных распределительных (ЦРП) и питающих подстанций (ЦПП)

Проектирование тяговых подстанций и электрических сетей

Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок. Выбор оптимального варианта электроустановок.

Электроэнергетика на базе возобновляемых источников энергии

Необходимость поиска новых источников энергии. Проблемы и перспективы использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Использование энергии воды. Солнечные электростанции. Ветровые электростанции. Биоэнергетика.

Электроснабжение

Общая характеристика СТЭ и СНЭ. Теоретические основы формирования расчетной нагрузки элементов СТЭ и СНЭ. Компенсация реактивных нагрузок. Решение проблемы компенсации реактивных нагрузок. Теоретические основы принципа размещения компенсирующих устройств.

Требования к электрическим схемам распределительных сетей. Особенности конструктивного исполнения подстанций.

Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь. Применение различных методов расчета потерь в зависимости от исходных данных. Методы и средства снижения потерь электроэнергии. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Причины искажений токов и напряжений в распределительных сетях и влияние этих искажений на работу электроприемников. Методы расчета нормируемых ГОСТом показателей качества электроэнергии. Методы и средства введения показателей качества электроэнергии в допустимые ГОСТ пределы.

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Причины, вызывающие переходные процессы в СТЭ и СНЭ. Физическая природа переходных процессов в СТЭ и СНЭ. Основные характеристики элементов СТЭ и СНЭ, их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В. Переходные процессы при КЗ в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.

Релейная защита и автоматическое управление в СТЭ и СНЭ

Повреждения и ненормальные режимы работы СТЭ и СНЭ. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления. Иерархические структуры систем управления. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование. Работа при разных видах повреждений. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики. Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации. Первичные и

вторичные измерительные преобразователи электрических величин. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов.

Автоматические переключения в СТЭ и СНЭ (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения). Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы и коэффициент трансформации. Автоматическое распределение активной мощности.

Надежность и диагностика электроэнергетического оборудования

Надежность электроэнергетических систем. Теория диагностики основного оборудования электростанций, электроэнергетических систем и изоляции электрооборудования высокого напряжения.

Экологические проблемы электроэнергетики

Основные понятия и определения. Энергетика и развитие цивилизации. Технический прогресс и биосфера. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике.

Энергоресурсосбережение

Проблемы энергоэффективности в сфере потребления на примере Российской экономики. Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение - новый энергетический ресурс. Управление энергосбережением. Запасы энергетических ресурсов. Тенденции энергопотребления и производства электрической и тепловой энергии.

Электрический подвижной состав

Принципы автоматического управления электроподвижным составом (ЭПС) и моторвагонного подвижного состава (МВПС). Режимы работы ЭПС постоянного и переменного тока. Электрическое и рекуперативное торможение на электровозах постоянного и переменного тока. Расходы электрической энергии на ЭПС и МВПС, его составляющие и методы измерения. Принципы построения электрических схем ЭПС с различными типами тяговых двигателей. Защита от ненормальных и аварийных режимов на ЭПС и МВПС. Энергетические показатели работы электрических железных дороги электроподвижного состава. Энергетическая схема электровоза постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема

электровоза постоянного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электровоза переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электровоза переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электропоезда постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электропоезда постоянного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электропоезда переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Энергетическая схема электропоезда переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями. Энергооптимальные режимы движения поезда, их особенности.

Теория электропривода

Функции, выполняемые общепромышленным электроприводом и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства электродвигателей: постоянного тока, асинхронных, синхронных, гистерезисных, шаговых. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов. Установившиеся режимы работы электропривода. Построение моделей с использованием компьютерных технологий. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные функции и переходные характеристики электропривода. Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.

Автоматическое управление электроприводом

Основные функциональные и структурные схемы автоматического управления электроприводом. Типовые функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и останов электродвигателей. Системы с контактными и

бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ). Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микро ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования

Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи. Управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный. Инверторы и непосредственные преобразователи частоты. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электроприводами и их особенности. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Вступительный экзамен по специальной дисциплине по направлению 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика (направленность – Электротехнические комплексы и системы) проводится в два этапа:

1. Выполнение реферата.
2. Сдача устного экзамена.

Выполнение реферата

Обязательным условием допуска к вступительному экзамену является написание реферата по одной из отраслей электротехники. Тема реферата, а также источники к ней определяются поступающим в аспирантуру при согласовании с будущим научным руководителем. Смысл выполнения реферата заключается в самостоятельном, полном и качественном раскрытии темы. Его содержание должно продемонстрировать умение автора ставить цель и задачи работы, а также достигать их в процессе изучения материала, работать с литературой и другими источниками, обосновывать собственные выводы и положения. После выполнения реферативной работы она представляется научному руководителю для проверки и написания отзыва. В отзыве в краткой форме освещаются достоинства и недостатки реферата и предлагается оценка по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). После этого реферат, вместе с отзывом сдается в отдел аспирантуры и докторантуры ОмГУПС. В случае положительного результата претендент на поступление в аспирантуру допускается к сдаче вступительного экзамена по специальной дисциплине.

Работа должна соответствовать правилам оформления научно-технической документации СТП ОмГУПС-3.1-07.

При наличии у поступающего опубликованных научных работ по избранной направленности, подтвержденных списком учебных изданий и научных трудов, выполнение реферата не требуется. Список должен быть заверен заведующим кафедрой, на которой предполагается обучение, а так же ученым секретарём университета.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ РЕФЕРАТОВ

1. Альтернативные источники энергии.
2. Современные автоматизированные системы мониторинга и учета электрической энергии.
3. Современные подходы к анализу и планированию расхода электроэнергии на тягу поездов.
4. Современные подходы к анализу и планированию расхода электроэнергии на нетяговые нужды.

5. Новые материалы для производства энергосберегающего электрооборудования.
6. Новые подходы к энергосбережению на тягу поездов.
7. Современные методы оценки фактической эффективности энергосберегающих устройств.
8. Потребители-регуляторы. Эффективность применения.
9. Системы мониторинга и диагностики как инструмент контроля за показателями качества электроэнергии.
10. Современные подходы к управлению качеством электроэнергии.
11. Сравнительный анализ известных технических решений в области повышения качества электроэнергии.
12. Перспективные технологии и решения в области повышения качества электроэнергии.
13. Средства компенсации реактивной мощности.
14. Накопители электроэнергии.
15. Статические тиристорные компенсаторы.
16. Нормативные документы в области качества электроэнергии.
17. Эксплуатационный коэффициент полезного действия электровоза.
18. Энергооптимальные режимы движения электропоезда.
19. Энергооптимальные режимы движения электровоза.
20. Анализ расхода электроэнергии на тягу поездов.
21. Современный электроподвижной состав постоянного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
22. Современный электроподвижной состав переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
23. Электротехнические комплексы для контроля качества электрической энергии.
24. Современные устройства компенсации реактивной мощности
25. Современные автоматизированные системы мониторинга и учета электрической энергии.
26. Современные подходы к нормированию расхода электроэнергии в системе тягового и нетягового электроснабжения.
27. Особенности энергетических обследований тяги поездов.
28. Накопители электрической энергии.
29. Электрическая энергия как продукт человеческого труда

Сдача устного экзамена

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из программы дисциплины. На подготовку ответа отводится 1 час астрономического времени. Ответ на вопросы билета в обязательном порядке составляется в письменном виде в форме тезисов. Устный ответ осуществляется в виде самостоятельного изложения материала без помощи письменных тезисов, которые впоследствии сдаются в отдел аспирантуры и докторантуры вместе с протоколом сдачи экзамена. После устного ответа члены экзаменационной комиссии вправе задать отвечающему уточняющие вопросы к билету. При необходимости задаются дополнительные вопросы по различным темам курса.

ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Современное состояние и перспективы получения, преобразования, передачи на расстояние, распределения и потребления электроэнергии.
2. Современное состояние электроэнергетики России.
3. Системы электрической тяги постоянного и переменного тока.
4. Схема электроснабжения нетяговых потребителей.
5. Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора.
6. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд ТП различного типа.
7. Применение вакуумных и элегазовых выключателей при модернизации распределительных устройств электрических станций и подстанций.
8. Режимы работы трансформаторного оборудования, выпрямительных устройств и инверторных преобразователей.
9. Работа фильтрующих и компенсирующих устройств.
10. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок.
11. Проблемы и перспективы использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей.
12. Компенсация реактивных нагрузок.
13. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь.
14. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.

15. Причины искажений токов и напряжений в распределительных сетях и влияние этих искажений на работу электроприемников.
16. Физическая природа переходных процессов в СТЭ и СНЭ.
17. Практические методы расчета токов КЗ.
18. Повреждения и ненормальные режимы работы СТЭ и СНЭ.
19. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин.
20. Надежность электроэнергетических систем.
21. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике.
22. Управление энергосбережением.
23. Режимы работы ЭПС постоянного и переменного тока.
24. Принципы построения электрических схем ЭПС с различными типами тяговых двигателей.
25. Энергетические показатели работы электрических железных дороги электроподвижного состава.
26. Функции, выполняемые общепромышленным электроприводом и его обобщенные функциональные схемы.
27. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.
28. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.
29. Переходные процессы в электроприводах.
30. Характеристика систем электроприводов.
31. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.
32. Типовые функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и останов электродвигателей.
33. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ).
34. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.
35. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.
36. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

37. Управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный.

38. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.

39. Элементная база силовых цепей электрооборудования.

40. Преобразовательные агрегаты, выпрямительно-инверторные преобразователи. Накопители электроэнергии.

41. Генерация электроэнергии. Альтернативные источники энергии

42. Классификация топливно-энергетических ресурсов. Основные принципы энергосбережения.

43. Общая структура расходов электроэнергии в системе электроснабжения.

44. Удельный расход энергии и его составляющие.

45. Факторы, способствующие экономии электроэнергии.

46. Понятие качества электрической энергии.

47. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ).

48. Системы учета расхода электроэнергии.

49. Несимметрия нагрузки.

50. Гармоники тока и напряжения в системе электроснабжения постоянного и переменного тока.

51. Физические основы компенсации реактивной мощности.

52. Поперечная емкостная компенсация.

53. Продольная емкостная компенсация.

54. Рекуперация электрической энергии в системе электроснабжения постоянного тока.

55. Переходные электромагнитные процессы в электрических системах.

56. Расчеты и анализ токов коротких замыканий.

57. Баланс энергозатрат на производство.

58. Схемы электроснабжения при различных системах тяги.

59. Факторы, влияющие на энергоэффективность работы системы тягового электроснабжения.

60. Метод равномерно распределенной нагрузки.

61. Порядок выполнения электрических расчетов работы системы тягового электроснабжения постоянного тока.

62. Расчет токов короткого замыкания в системе тягового электроснабжения.
63. Принципы построения энергетических диаграмм.
64. Современные и перспективные источники электроэнергии.
65. Электрические схемы, электрооборудование электростанций.
66. Методы расчета электрических нагрузок.
67. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения.
68. Режимы нейтрали.
69. Накопители энергии.
70. Ресурсосберегающие технологии.
71. Типы устройств релейной защиты и их функции.
72. Изоляция и перенапряжения.
73. Элегазовая изоляция.
74. Энергетические показатели работы электрических железных дороги электроподвижного состава.
75. Энергетическая схема электровоза постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями.
76. Энергетическая схема электровоза постоянного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
77. Энергетическая схема электровоза переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями.
78. Энергетическая схема электровоза переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
79. Энергетическая схема электропоезда постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями.
80. Энергетическая схема электропоезда постоянного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
81. Энергетическая схема электропоезда переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями.
82. Энергетическая схема электропоезда переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.
83. Энергооптимальные режимы движения поезда, их особенности.
84. Энергетика режима тяги.
85. Энергетика режима выбега.
86. Энергетика режима пневматического торможения.

87. Энергетика режима электрического реостатного торможения.
 88. Энергетика режима электрического рекуперативного торможения.
 89. Измерение расхода электроэнергии на ЭПС постоянного тока.
 90. Измерение расхода электроэнергии на ЭПС переменного тока.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

№ п/п	Наименование, кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год
1	2	3	4
1	Электроэнергетические системы и сети: учебник 65 экз. Электронный ресурс: https://umczdt.ru/books/41/39329/	Ковалев И.Н.	М.: УМЦ ЖДТ, 2015.
2	Электроснабжение железных дорог: учебное пособие Электронный ресурс: http://umczdt.ru/books/41/39327/	Ю. А. Чернов	М.: УМЦ ЖДТ, 2014
3	Повышение эффективности систем тягового электроснабжения переменного и постоянного тока и сокращение потерь электрической энергии в них: научная монография 71 экз. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Повышение-621.331.П42.pdf	Под ред. В.Т. Черемисина	Омск, ОмГУПС, 2014
4	Повышение эффективности контроля электропотребления на тягу поездов и нетяговые нужды по данным АСКУЭ: монография 71 экз. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Каштанов-621.33.К31.pdf	Каштанов А.Л., Никифоров М. М., Норкин И.Ю.	Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2010
5	Физические основы электрической тяги поездов: учеб. пособие. Электронный ресурс: https://umczdt.ru/books/37/18714/	Курбасов А.С.	М.: УМЦ ЖДТ, 2018

1	2	3	4
6	<p>Моделирование процессов электропотребления в системе нетягового электроснабжения железнодорожного транспорта: научная монография 39 экз.</p> <p>Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Черемисин-621.316.Ч-46.pdf</p>	Черемисин В.Т., Комяков А.А.	Омск, ОмГУПС, 2017
7	<p>Совершенствование методов и средств управления транспортом и распределением электроэнергии в системах электроснабжения стационарных потребителей железных дорог: научная монография 41 экз.</p> <p>Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Черемисин-621.316.Ч46.pdf</p>	Черемисин В.Т., Третьяков Е.А.	Омск, ОмГУПС, 2017
8	<p>Электромагнитная совместимость: учебник 194 экз.</p> <p>Электронный ресурс: https://umcздт.ru/books/44/18644/</p>	Бадер М. П.	М.: УМК МПС, 2002
9	<p>Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие. Электронный ресурс (http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=93344)</p>	В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец	М.: Флинта, 2016. 271 с.
10	<p>Энергосбережение на железнодорожном транспорте. Допущено Минобразованием РФ в качестве учебника для вузов 3 экз.</p>	В. А. Гапанович и др.	М.: МИСиС, 2012.
11	<p>Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии: учебное пособие https://e.lanbook.com/reader/book/82837/#86</p>	В. Я. Ушаков, П. С. Чубик	Томский политехн. ун-т, Томск, 2015
12	<p>Энергосбережение и энергетическая эффективность: учебное пособие. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=137024</p>	Г. В. Панкина	М.: АСМС, 2010
13	<p>Энергосбережение и энергоэффективность: учебное электронное издание http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=498908</p>	А. В. Баранов, Ж. А. Зарандия	ТГТУ, Тамбов, 2017

Автор программы, заведующий кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог», д-р. техн. наук, профессор  В. Т. Черемисин