

ЭнР

Қазақстан Республикасының ғылым және жоғары білім министрлігі
Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті
Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева

Инженерлік және сандық технологиялар факультеті/
Факультет инженерии и цифровых технологий
«Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы/
Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

БЕКІТЕМІН/УТВЕРЖДАЮ
Академиялық мәселелер жөніндегі Басқарма
мүшесі
Член Правления по академическим вопросам



Нурпеисова А.Х.

«30» 04 2025 г.

ТАЛАПҚЕРЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ҚАБЫЛДАУ ЕМТИХАНЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАСЫ

8D07103 (8D07108) «Электр энергетика» білім беру бағдарлама бойынша
мемлекеттік және орыс тілінде оқыту
(жоғары оқу орнынан кейінгі білім негізіндегі жеделдетілген)

ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

(на базе послевузовского образования)
по образовательной программе 8D07103 (8D07108) «Электроэнергетика»
с государственным и русским языком обучения

Петропавл 2025 ж./ Петропавловск 2025 г.

Программа разработана:

1. Кашевкин А.А., PhD, доцент кафедры «Энергетика и радиоэлектроника» Кашевкин
2. Латыпов С.И., PhD, доцент кафедры «Энергетика и радиоэлектроника» Латыпов
3. Демьяненко А.В., к.т.н., доцент кафедры «Энергетика и радиоэлектроника» Демьяненко

Программа организации и проведения вступительных экзаменов для абитуриентов

Рассмотрена и рекомендовано к утверждению на заседаниях:

Академического совета университета

протокол № 9 « 30 » апрель 2025 г.

Председатель АС университета Нурпеисова А.Х.



Совет Факультета инженерии и цифровых технологий по академическому качеству

протокол № 4 « 28 » 02 2025 г.

Председатель совета по качеству института / факультета

Айтулина А.М.

Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

протокол № 7 « 27 » 02 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кашевкин А.А.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа определяет содержание вступительного экзамена – собеседование и эссе по ОП 8D07103 (8D07108) «Электроэнергетика».

Программа вступительного экзамена разработана в соответствии с ГОСО послевузовского образования.

Программа разработана на кафедре «Энергетика и радиоэлектроника» и предназначена для подготовки и проведения вступительного экзамена (собеседования) и написания эссе по ОП 8D07103 (8D07108) «Электроэнергетика». В программе содержатся общие сведения об организации и проведении экзамена, перечень тем и вопросов, знание которых определяет теоретический уровень подготовленности поступающих, список литературы, критерии оценивания.

Во время собеседования абитуриент должен показать знания и уметь кратко, и понятно отвечать на заданные вопросы. Собеседование направлено на оценку профессиональных и личных качеств поступающего, потенциала для проведения научно-исследовательской или экспериментально-исследовательской работы

Структура и критерии оценивания собеседования

Вступительное собеседование проводится в онлайн формате.

1. Структура. Собеседование включает 4 группы вопросов.

1. *Планируемое диссертационное исследование.*

Примерные вопросы:

- Расскажите подробно о том исследовании, которое Вы планируете выполнить в докторантуре (какую проблему планируете решать, на какой теоретической базе, какие методы сбора и анализа данных планируете использовать, какие результаты планируете получить)?

- Какие наработки по планируемому исследованию у Вас есть? Чего вам не хватает для реализации планируемого исследования?

2. *Перспективные направления отрасли науки.*

Примерные вопросы:

- Какие направления исследований, на Ваш взгляд, актуальны в сфере выбранной Вами отрасли науки в настоящее время в Казахстане и за рубежом? Почему?

- Расскажите об одном из актуальных исследований более подробно (какие проблемы решались, какие методы использовались, какие результаты получены)?

3. *Исследовательский опыт и профессиональная траектория абитуриента.*

Примерные вопросы:

- В каких исследовательских проектах Вы участвовали? Каковы были основные результаты этих проектов?

- С какими методами исследований Вы знакомы? Какими методами исследований уверенно владеете?

- Какая дополнительная подготовка в процессе обучения Вам понадобится?

- Почему Вы решили поступать в докторантуру?

- Каковы Ваши ожидания от обучения в докторантуре?

- Какие профессиональные задачи Вы ставите перед собой?

- Чем, помимо исследований, хотели бы заниматься в период обучения в докторантуре?

- Как Вы видите свою профессиональную карьеру после окончания докторантуры?

Время, отводимое на подготовку абитуриента к устному ответу по данному вопросу не превышает 20 минут. После завершения подготовки абитуриент отвечает на вопрос и на дополнительные и/или уточняющие вопросы членов комиссии (не более 15 минут), с соблюдением установленной очередности.

2. Критерии оценивания собеседования

№	Группа вопросов	Баллы
1	Планируемое диссертационное исследование	До 5 баллов
2	Перспективные направления отрасли науки	До 5 баллов
3	Исследовательский опыт и профессиональная траектория абитуриента	До 10 баллов
4	Ответ на вопрос из программы вступительного испытания	До 10 баллов
	Итого	30 баллов

Структура и критерии оценивания Эссе

Во время написания Эссе абитуриент должен раскрыть содержание вопроса, обосновать его теоретико-методологическую основу, привести соответствующие примеры, логично и последовательно изложить материал. Эссе направлено на оценку навыков и умений абитуриента излагать мысли на основе использования научно-публицистического стиля, что в дальнейшем позволит проводить научно-исследовательскую экспериментальную работу на должном уровне.

Эссе проводится в офлайн формате.

Темы ЭССЕ

1. Энергетика и общество

Структура и функционирование электроэнергетики. Движущие силы энергетики – потребители электроэнергии. Преобразование первичных энергетических ресурсов в электричество.

2. Глобализация энергетики и парниковый эффект

Система «общество – экономика- энергетика-экология», развитие противоречий. Международные соглашения по сохранению климата Земли. Парниковый эффект, влияние на климат Земли.

3. Первичные энергетические ресурсы

Дислокация энергетических ресурсов по земному шару и Казахстану. Запасы, интенсивность добычи. Прогнозы на истощение первичных энергетических ресурсов.

4. Программа реформирования энергетики Казахстана

Энергосбережение и энергоэффективность промышленности, проблемы, пути их преодоления. Современные энергосберегающие источники света. Использование возобновляемых энергетических ресурсов. Энергия Солнца, способы ее использования. Ветроэнергетика и гидроэнергетика.

5. Энергия – как товар

Особенности электроэнергии как товара и проблемы, связанные с ее производством. Основные способы получения электроэнергии. Прогнозы на потребление и перспективы развития генерирующих мощностей РК. Прямые способы получения электроэнергии.

6. Проблемы электромагнитной совместимости

Вопросы повышения надежности релейной защиты в электроэнергетических системах. Новые возможности при использовании цифровых устройств релейной защиты.. Противоаварийная автоматика, современные технические решения.

7. Вопросы использования и экологической безопасности ЭТУ

Вопросы использования и экологической безопасности ЭТУ. Влияние ЭТУ на окружающую среду и мероприятия по обеспечению безопасности обслуживания ЭТУ.

8. Рыночные отношения в энергетике Казахстана

Особенности функционирования и развития рыночных отношений в энергетике стран мира и РК. Особенности функционирования и перспективы развития электроэнергетической системы РК.

9. Применение малоэнергоемких технологических процессов в энергетике

Основные вопросы применения малоэнергоемких технологических процессов и потребителей, снижения потерь энергии, использования возобновляемых источников энергии, применения АСКУ и других. Взаимосвязь этих процессов и основные пути решений на электрических станциях, в электрических сетях и системах.

10. Структура электроэнергетической отрасли

Структура электроэнергетической отрасли: ТЭК, энергетическая система, электроэнергетическая система. Способы производства электроэнергии, их особенности и перспективы развития. Традиционная топливная теплоэнергетика. Традиционная гидроэнергетика. Нетрадиционная возобновляемая энергетика. Термоядерная энергетика.

11. Повышение технико-экономических показателей основного оборудования

Основные проблемы повышения эффективности и предельной мощности основного оборудования (генераторы и трансформаторы). Пути повышения единичной мощности турбогенераторов и трансформаторов. Пути повышения технико-экономических показателей основного оборудования.

12. Современное коммутационное оборудование

Современное коммутационное оборудование и особенности его использования. Основные принципы построения высоковольтных выключателей, история создания и пути дальнейшего развития. Сравнительные характеристики элегазовых и вакуумных выключателей, их особенности и возможности. Адаптация для местных условий. Особенности эксплуатации оборудования в современных условиях.

13. Вопросы передачи электроэнергии

Основные проблемы передачи электроэнергии на дальние расстояния. Повышение пропускной способности и пределов устойчивости. Перспективы и состояние использования линий электропередач повышенной пропускной способности. Управляемые и настроенные линии электропередачи. Линии повышенной пропускной способности. Задачи обеспечения нормальных режимов энергосистем. Особенности аварийных режимов и их устранения.

14. Проблемы обеспечения основных показателей качества электроэнергии

Стандарт на качество энергии и соответствие ему современного состояния производства и распределения электроэнергии. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость. Качество электроэнергии и потери. Современные проблемы обеспечения основных показателей качества электроэнергии и пути их реализации.

15. Основная цель учета электроэнергии.

Общие положения учета электроэнергии. Основные определения. Учет активной электроэнергии на электростанциях.

16. Основные принципы и правила учета электроэнергии

Основные принципы и правила учета электроэнергии. Расчеты за потребляемую электроэнергию. Требования к расчетным приборам учета электроэнергии. Производство, передача, распределение и потребление электроэнергии. Учет активной энергии, реактивной энергии и мощности.

17. Требования к организации учета энергоносителей

Технический учет электроэнергии. Приборы учета электроэнергии.

18. Приборы контроля и учета электрической энергии

Индукционные и электронные счетчики. Индукционные счетчики в трехпроводных и четырехпроводных сетях. Трансформаторные счетчики.

19. Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ)

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии. Функции АСКУЭ. Примеры АСКУЭ. СИУКЭ.

20. Формирование тарифов на электроэнергию

Цена электрической и тепловой энергии. Методологические принципы определения экономически обоснованного уровня тарифов на электрическую и тепловую энергию. Регулируемые тарифы

21. Основные параметры качества электроэнергии.

Отклонения напряжения, колебания напряжения, коэффициент пульсации напряжения. В электрических сетях однофазного переменного тока: отклонения частоты, отклонения напряжения, колебания частоты, колебания напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения. В электрических сетях трехфазного переменного тока: отклонения частоты, отклонения напряжения, колебания напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения, смещение нейтрали и несимметрия напряжения основной частоты

22. Основные понятия и определения. Теории надежности

Основные понятия и определения. Надежность ЭЭС. Надежность электроснабжения. Практические задачи анализа надежности ЭЭС.

23. Надежность ЭЭС - комплексное свойство

Безотказность. Долговечность. Ремонтопригодность. Сохраняемость. Устойчивоспособность. Режимная управляемость. Живучесть. Безопасность.

24. Понятие отказа. Классификация отказов

Определение понятию отказа. Классификации отказов. Типы отказов.

25. Потоки отказов элементов и их свойства

Потоки отказов элементов. Свойства потоков отказов элементов.

26. Количественные оценки показателей надежности основного оборудования ЭЭС

Причины отказов основных элементов электроэнергетических систем. Причины отказов энергетических блоков.

27. Причины отказов синхронных генераторов

Повреждения обмотки статора. Повреждения активной стали. Повреждения обмотки ротора. Повреждения системы возбуждения

28. Причины отказов силовых трансформаторов

Нарушения изоляции обмоток. Повреждения вводов трансформаторов вследствие перекрытия изоляции. Повреждения контактных соединений.

29. Методы расчета надежности сложных схем

Задачи анализа надежности. Математическое, вероятностное моделирование процессов функционирования на основе ретроспективной информации о показателях надежности оборудования и режимах электропотребления.

30. Последствия отказов ЭЭС.

Перерывы и ограничения в электропотреблении. Анализ надёжности схем электрической сети. Показатели надёжности и плановых ремонтов. Характеристики источников питания.

31. Средства обеспечения надежности ЭЭС

Основной метод повышения надёжности электрических станций и ЭЭС. Повышение надёжности электроэнергетических систем и распределительных сетей. Повышение надежности в воздушных и кабельных сетях.

1. Энергетика және қоғам

Электр энергетиканың құрылымы. Энергетиканың қозғаушы күштері –электр энергиясын тұтынушылар. Бірінші ретті энергетикалық ресурстарды электр энергиясына түрлендіру.

2. Энергияның жаһандануы мен парниктік әсер

«Қоғам - экономика - энергетика-экология» жүйесі, қарама-қайшылықтарды дамыту. Жер климатын сақтау туралы халықаралық келісімдер. Парниктік әсер, Жер климатына әсер ету

3. Алғашқы энергетикалық ресурстар

Жер шарындағы және Қазақстандағы энергия ресурстарын шығару. Акциялар, өндірістің қарқындылығы. Алғашқы энергетикалық ресурстардың сарқылуын болжау.

4. Қазақстанның энергетикалық реформасы бағдарламасы

Энергияны үнемдеу және өнеркәсіптің энергиялық тиімділігі, проблемалары, оларды жөну жолдары. Заманауи энергияны үнемдейтін жарық көздері. Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану. Күннің энергиясы, оны пайдалану жолдары. Жел мен гидроэнергетика.

5. Энергия тауар ретінде

Тауар ретінде электр энергиясының ерекшеліктері және оны өндіруге байланысты проблемалар. Электр энергиясын алудың негізгі әдістері. Тұтыну болжамдарын және Қазақстан Республикасының генерациялайтын қуатын дамыту перспективаларын. Электр энергиясын өндірудің тікелей тәсілдері.

6. Электрромагниттік үйлесімділік мәселелері

Электр энергетикалық жүйелерде релелік қорғаныстың сенімділігін арттыру мәселелері. Сандық релелік қорғаныс құрылғыларын қолданумен жаңа мүмкіндіктер. Шұғыл автоматика, заманауи техникалық шешімдер.

7. ЭТУ пайдалану және экологиялық қауіпсіздік мәселелері

ЭТУ пайдалану және экологиялық қауіпсіздік мәселелері. ЭТА-нің қоршаған ортаға әсері және ЭТА-ны қамтамасыз етудің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары.

8. Қазақстанның энергетикалық секторындағы нарықтық қатынастар

Әлемдік және ҚР энергетикалық секторындағы нарықтық қатынастардың жұмыс істеуі мен дамуы ерекшеліктері. Қазақстан Республикасының энергетикалық жүйесінің жұмыс істеу ерекшеліктері мен даму келешегі.

9. Энергетика саласында төмен энергиялы технологияларды пайдалану

Негізгі мәселелер - энергияны аз тұтынатын технологиялық процестер мен тұтынушыларды пайдалану, энергияны жоғалтуды азайту, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану, АСКҚ және басқаларын пайдалану. Бұл процестердің өзара байланысын және электр станцияларындағы, электр желілері мен жүйелеріндегі шешімдердің негізгі жолдары.

10. Электр энергетикасы саласының құрылымы

Электр энергетикасының құрылымы: отын-энергетикалық кешен, энергетикалық жүйе, электр энергетикасы жүйесі. Электр энергиясын өндіру жолдары, олардың ерекшеліктері мен даму перспективалары. Дәстүрлі отындық жылу энергетикасы. Дәстүрлі гидроэнергетика. Дәстүрлі емес жаңартылатын энергия. Термоядролық энергетика.

11. Негізгі құрал-жабдықтардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру

Негізгі құралдардың (генераторлар мен трансформаторлардың) тиімділігі мен максималды қуатын арттырудың негізгі мәселелері. Турбогенераторлар мен трансформаторлардың қуаттылығын арттыру жолдары. Негізгі құрал-жабдықтардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту жолдары.

12. Заманауи коммутациялық жабдықтар

Заманауи коммутациялық жабдықтар және оларды пайдалану ерекшеліктері. Жоғары вольтты ажыратқыштарды құрудың негізгі принциптері, құрылу тарихы және одан әрі даму жолдары. SF6 және вакуумдық ажыратқыштардың салыстырмалы сипаттамалары, олардың ерекшеліктері мен мүмкіндіктері. Жергілікті жағдайларға бейімделу. Заманауи жағдайда жабдықтарды пайдалану ерекшеліктері.

13. Электр энергиясын беру мәселелері

Ұзақ қашықтықтағы электр энергиясын берудің негізгі мәселелері. Тұрақтылық пен лимиттердің артуы. Ықтимал қуаттың электр желілерін пайдалану перспективалары және жағдайы. Басқарылатын және реттелген электр желілері. Өткізілген өнімділік сызығы. Энергетикалық жүйелердің қалыпты режимдерін қамтамасыз ету мәселелері. Төтенше жағдайлардың ерекшеліктері және оларды жою.

14. Электр қуатының негізгі көрсеткіштерін қамтамасыз ету мәселелері

Энергияның сапасы және оны электр энергиясын өндіру мен бөлудің ағымдағы жай-күйіне сәйкестігі. Электр және электромагниттік үйлесімділіктің сапасы. Электр сапасы және шығындар. Электр энергиясының сапасының негізгі көрсеткіштерін ұстап тұрудың қазіргі мәселелері және оларды іске асыру тәсілі.

15. Электр энергиясын есепке алудың негізгі мақсаты.

Электр энергиясын есепке алудың жалпы ережелері. Негізгі ұғымдар. Электр станцияларында белсенді электр энергиясын есепке алу.

16. Электр энергиясын есепке алудың негізгі қағидалары мен ережелері

Электр энергиясын есепке алудың негізгі принциптері мен ережелері. Тұтынылатын электр энергиясын есептеу. Электр есептегіштеріне қойылатын талаптар. Электр энергиясын өндіру, беру, бөлу және тұтыну. Белсенді энергетиканы, реактивті энергияны және қуатты есепке алу.

17. Энергияны есепке алуды ұйымдастыруға қойылатын талаптар

Электр энергиясының техникалық есебі. Электр энергиясын есепке алу аспаптары.

18. Электр энергиясын бақылау және есепке алу аспаптары

Индукциялық және электронды есептегіштер.

Үш сымды және төрт сымды желілерде индукциялық есептегіштер.

Трансформаторлық есептегіштер.

19. Электр энергиясын бақылау және есепке алудың автоматтандырылған жүйелері

Коммерциялық электр энергиясын есепке алудың автоматтандырылған жүйесі. ЭБЕААЖ функциялары. ЭБЕААЖ мысалдары.

20. Электр тарифтерін қалыптастыру

Электр және жылу бағасы. Электр және жылу энергиясына арналған тарифтердің экономикалық негізделген деңгейін анықтаудың әдіснамалық негіздері. Реттелетін тарифтер.

21. Энергия сапасының негізгі параметрлері.

Кернеу ауытқуы, кернеудің ауытқуы, кернеудің соғуы. Бір фазалы айнымалы тоқтың электр желілерінде: жиіліктік ауытқулар, кернеу ауытқуы, жиіліктік тербелістер, кернеулердің ауытқуы, кернеу қисық сызығының синусоидалы емес нысаны. Үш фазалы ауыспалы ток электр желілерінде: жиіліктік ауытқулар, кернеу ауытқуы, кернеу ауытқуы, кернеу қисық сызығының синусоидалы емес нысаны, бейтарап ауыстыру және негізгі жиілік кернеуінің тепе-теңдігі

22. Негізгі ұғымдар мен анықтамалар. Сенімділік теориялары

Негізгі ұғымдар мен анықтамалар. ЭЭЖ сенімділігі. Электрмен жабдықтаудың сенімділігі. ЭЭЖ сенімділігін талдаудың практикалық тапсырмалары.

23. ЭЭЖ сенімділігі - кешенді меншік

Сенімділік. Төзімділік. Жөндеу мүмкіндігі. Қабылдау. Тұрақтылық. Режимді басқару мүмкіндігі. Өмірлік. Қауіпсіздік.

24. Қателік тұжырымдамасы. Ақаулардың жіктелуі

Қате тұжырымдамасын анықтау. Ақаулардың жіктелуі. Ақаулар түрлері.

25. Элементтің сәтсіздігі және олардың қасиеттері

Тарақтардың сәтсіз элементтері. Элементтердің ағындық қасиеттері.

26. ЭЭЖ негізгі жабдықтардың сенімділік көрсеткіштерін сандық бағалау

Электр энергетикалық жүйелердің негізгі элементтерінің сәтсіздіктерінің себептері. Қуат блоктарының сәтсіздіктерінің себептері.

27. Синхронды генератордың істен шығу себептері

Статор орамасының зақымдануы. Белсенді болаттан зиян. Ротордың орамасының зақымдануы. Қозғалыс жүйесіндегі залал

28. Трансформатордың бұзылу себептері

Орамалардың оқшаулау ақаулары. Оқшауланудың арқасында трансформаторлардың кірістеріне зақым келтіру. Байланыс контактілерінің зақымдануы.

29. Кешенді тізбектердің сенімділігін есептеу әдістемесі

Сенімділікті талдау міндеттері. Аппараттық сенімділік индикаторлары мен энергияны тұтыну режимдері туралы ретроспективті ақпарат негізінде жұмыс істеу процестерін математикалық, ықтималдық модельдеу.

30. ЭЭЖ істен шығу салдары.

Энергия тұтынудағы үзілістер мен шектеулер. Электр тізбектерінің сенімділігін талдау. Сенімділік және жоспарлы жөндеу көрсеткіштері. Электрмен жабдықтау сипаттамалары.

31. ЭЭЖ сенімділігін қамтамасыз ету құралдары

Электр станцияларының және ЭЭЖ сенімділігін арттырудың негізгі әдісі. Электр энергетикалық жүйелер мен таратушы желілердің сенімділігін арттыру. Ауа және кабельдік желілердегі сенімділікті арттыру.

3. Критерии оценивания Эссе

№	Группа вопросов	Баллы
1	Содержательная и четкая постановка проблемы	До 4 баллов
2	Обоснование и теоретико-методологической основы проблемы	До 4 баллов
3	Наличие утверждений и сопровождение их практическими примерами	До 4 баллов
4	Логичность и последовательность изложения материала	До 4 баллов
5	Научно-публицистический стиль изложения	До 4 баллов
	Итого	20 баллов

Әдбиет / Литература:

1. Кириллин В.А. Энергетика. Главные проблемы: В вопросах и ответах. – М.: Знание, 2006.
2. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г./ Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Старшикова. – М.: Энергия, 2000.
3. Дукенбаев К. Энергетика Казахстана. Движение к рынку. Алматы: Ғылым, 1998.
4. Источники энергии. Факты, проблемы, решения. – М.: Наука и техника, 1997.
5. Седов А.В. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства / А.В. Седов, И.И. Надтока. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост, ун-та, 2002. - 320 с.
6. М.М. Тихомиров. Приборы учета электрической энергии. Издательство: ИнФолио, 2011. -160 с.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов – 2-е изд. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 672 с.
8. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учебное пособие - 4-е изд. Издательство: Мастерство, 2002.
9. В.Н. Сажин «Электрические системы и сети», конспект лекций АИЭС, 2004г., Алматы
10. К.К. Тохтибакиев «Электрические системы и сети». Методы расчета потерь электроэнергии и их нормирование. Учебное пособие, Алматы, 2005 г.
11. А.А. Герасименко, В.Т. Федин «Передача и распределение электрической энергии» 2006 г., Ростов – на Дону
12. В.И. Идельчик «Электрические системы и сети» М.: Энергоатомиздат, 2009 г.
13. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях/ Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. - М.: Издательство МЭИ, 2003 г.
14. Л.И.Петренко «Электрические сети». Сборник задач. - К.: Вища шк., 2005 г.
15. «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей»/ Под ред. А.А. Окина. - М.: Энергоатомиздат, 2001 г.