

ПРОГРАММА
вступительного испытания
по специальной дисциплине
для поступающих в аспирантуру АО «НТЦ ЕЭС» в 2024/2025 учебном году
по специальности 2.4.3. Электроэнергетика

1. Общие положения

1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих в аспирантуру АО «НТЦ ЕЭС» в 2024/2025 учебном году по специальности 2.4.3. Электроэнергетика (далее – Программа вступительного испытания) определяет содержание и критерии оценивания экзамена по специальной дисциплине при приеме на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

2. Программа вступительного испытания предназначена для экзаменационной комиссии по специальности и поступающих на обучение по программе аспирантуры.

3. Программа вступительного испытания по специальности разработана в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки специалистов и магистров «Электроэнергетика и электротехника».

4. Программа вступительного испытания пересматривается и обновляется с учетом изменений нормативно-правовой базы Российской Федерации в области высшего образования и локальных документов, регламентирующих процедуру приема в аспирантуру АО «НТЦ ЕЭС».

5. Целью вступительного испытания по специальной дисциплине является определение уровня компетенций, знаний и навыков по специальности у поступающих в аспирантуру АО «НТЦ ЕЭС» и создание условий для обеспечения конкурсного отбора кандидатов.

6. Организация и проведение вступительного экзамена осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными генеральным директором, действующими на текущий год поступления.

7. По результатам вступительного экзамена, поступающий имеет право на апелляцию в порядке, установленном Правилами приема.

2. Содержание вступительного экзамена

8. Вступительный экзамен проводится в устной форме по индивидуальным экзаменационным билетам.

9. Количество подготовленных экзаменационных билетов превышает количество поступающих.

10. Между поступающими экзаменационные билеты распределяются в случайном порядке. Выдача экзаменационных билетов осуществляется одновременно всем поступающим независимо от формы проведения вступительного экзамена с использованием или без использования дистанционных технологий не менее чем за 24 часа до начала экзамена.

11. Вступительный экзамен может проводиться с использованием и без использования дистанционных технологий.

12. При проведении вступительного экзамена без использования дистанционных технологий поступающий получает билет для подготовки устного ответа в экзаменационной комиссии.

13. При дистанционной форме приема вступительного экзамена билет отправляется поступающему на электронную почту в формате .pdf.

14. Поступающий по билету готовит ответ с краткой презентацией (при необходимости). Время ответа не должно превышать 10 минут.

15. Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса.

Вопросы экзаменационных билетов составляются на основе следующих дисциплин: теоретические основы электротехники, электрические машины, электрические станции и подстанции, электрические сети и системы, переходные процессы в электроэнергетических системах, эксплуатация электрооборудования, в том числе высокого напряжения, проблемы электромагнитной совместимости, релейная защита и автоматизация в электроэнергетических системах.

2.1. Вопросы экзамена

Вопросы по электрической части электростанций

1. Графики нагрузки электрических станций и их регулирование.
2. 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.
3. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.
4. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания.
5. Эксплуатационные характеристики коммутационных аппаратов, методика их выбора.
6. Заземляющие устройства электроустановок.
7. Принципы выполнения и основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ). Принципы создания автоматизированных диагностических систем.

Вопросы по режимам работы основного электрооборудования электростанций

8. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин.
9. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях.
10. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.

Вопросы по проектированию электрической части станций

11. Основы проектирования электростанций. Проектирование главной электрической схемы.
12. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления.
13. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ).
14. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.

Вопросы по электроэнергетическим системам и электрическим сетям

15. Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система.
16. Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход. Критерии оптимального развития. Иерархическое построение энергосистем. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития.
17. Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей).

18. Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, метод штрафных функций, основные технико-экономические задачи энергетики.
19. Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.
20. Сведения об условиях работы и конструктивном исполнении линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий.
21. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.
22. Характеристики и параметры элементов электрической сети.
23. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей.
24. Основы технико-экономических расчетов электрических сетей. Качество электрической энергии.
25. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.
26. Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи. Расчет режимов дальней электропередачи.
27. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач.

Вопросы по переходным процессам в электроэнергетических системах

28. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС). Физическая природа переходных процессов в ЭЭС.
29. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
30. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе короткие замыкания (КЗ), сложные виды повреждений. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения.
31. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного тока напряжением до 1000 В.
32. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат и системы относительных единиц.
33. Переходные процессы при КЗ в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.
34. Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова.
35. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС.
36. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.
37. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.
38. Динамическая устойчивость ЭЭС. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.
39. Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС.
40. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС. Устройства FACTS.

Вопросы по эксплуатации электрооборудования ЭЭС

41. Исследование физических закономерностей и разработка методов расчета электрических разрядов в условиях, характерных для электроустановок высокого напряжения (молнии и другие возмущающие воздействия).
42. Разработка принципов выбора, формирования заданных свойств и испытаний изоляции электроустановок высокого напряжения.
43. Разработка научных основ использования высоких напряжений для технологических процессов, конструирования оборудования для технологий, использующих высокое напряжение.
44. Исследование атмосферных и внутренних перенапряжений, разработка методов и устройств для ограничения перенапряжений, изучение проблем электромагнитной совместимости.
45. Разработка физических и цифровых методов и средств измерения, диагностики и мониторинга состояния изоляции электроустановок высокого напряжения.
46. Координация и методы испытания изоляции, электрофизические и испытательные установки высокого напряжения.
47. Трансформаторное масло. Контроль технических характеристик трансформаторного масла, в эксплуатации, хроматографические показатели трансформаторного масла, хранение и испытание.
48. Эксплуатация генераторов на тепловых и гидравлических станциях. Эксплуатация синхронных компенсаторов на подстанциях. Системы охлаждения гидро- и турбогенераторов, синхронных компенсаторов.
49. Коммутационные аппараты и оборудование РУ электростанций и подстанций.

Вопросы по релейной защите и автоматизации ЭЭС

50. Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем.
51. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами.
52. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики.
53. Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации.
54. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах.
55. Системы оперативного тока.
56. Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты.
57. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.
58. Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности.
59. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения первичных двигателей различного типа.
60. Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи.

3. Критерии оценивания

16. Каждый вопрос вступительного экзамена по специальности оценивается по пятибалльной шкале.

17. Критерии оценки устного ответа:

Отлично – знания поступающего отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные:

- поступающий свободно владеет научными понятиями;

- поступающий способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;

- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;

- сообщение-ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью поступающего;

- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики; поступающий демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию.

Хорошо – знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; должно быть раскрыто основное содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы:

- в ответе имеют место несущественные фактические ошибки, которые поступающий способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;

- недостаточно раскрыта проблема по вопросу билета;

- недостаточно логично построено изложение вопроса;

- ответ прозвучал недостаточно уверенно;

- поступающий не смог показать способность к интеграции и адаптации знаний или теории и практики.

Удовлетворительно – знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета:

- программные материалы в основном излагаются, но допущены фактические ошибки;

- ответ носит репродуктивный характер;

- поступающий не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты;

- нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала;

Неудовлетворительно – обнаружено незнание или непонимание поступающим сущностной части вопроса:

- допускаются существенные фактические ошибки, которые поступающий не может исправить самостоятельно;

- на большую часть вопроса поступающий затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

4. Рекомендуемая основная литература для подготовки к вступительным испытаниям по специальности

1. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А. Васильева. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.

2. Околович Н.М. Проектирование электрических станций. М.: Энергоатомиздат, 1982. 400 с.

3. Электрические системы. Электрические сети / Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. М.: Высш. шк., 1998. 256 с.

4. Идельчик В. И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем / В. И. Идельчик. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 288 с.

5. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. // -Л.: Энергия, - 1980. - С.170.

6. Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М.: Энергоатомиздат, 1985. 273 с.

7. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: Энергия, 1970. 520 с.

8. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высш. шк., 1978. 501 с.

9. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1992. 528 с.
10. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / Под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во МЭИ, 2000. 199 с.
11. Методы оптимизации режимов энергосистем / Под ред. В.М. Горнштейна. М.: Энергоиздат, 1981. 336 с.
12. Кочкин В.И., Шакарян Ю.Г. Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах. – М.; ТОРУС ПРЕСС, 2011. – 312 с
13. Юрганов А.А., Кожевников В.А. Регулирование возбуждения синхронных генераторов. - СПб: Наука, 1996. - 138 с.

5. Рекомендуемая дополнительная литература для подготовки к вступительным испытаниям по специальности

1. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986. 640 с.
2. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л.Г. Мамиконянца. М.: Энергоатомиздат, 1984. 240 с.
3. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. Под ред. Л.С. Линдорфа, Л.Г. Мамиконянца. М.: Энергия, 1972. 351 с.
4. Лосев С.Б., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. М.: Энергоатомиздат, 1983. 528 с.
5. Веников В.А., Идельчик В.П., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. М.: Энергоатомиздат, 1985. 216 с.
6. Дальние электропередачи в примерах / Г.К. Зарудский, Е.В. Путятин и др. М.: Изд-во МЭИ, 1994. 88 с.
7. Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. М.: Энергоатомиздат, 1990. 440 с.
8. Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. М.: Изд-во МЭИ, 2000. 376 с.
9. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М.: Энергия. 1979. 456 с.
10. Экспериментальные исследования режимов энергосистем / Под ред. С.А. Совалова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 263 с.
11. Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. М.: Энергия, 1975. 252 с.
12. Дьяков А.Ф., Платонов В.В. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем. М.: Изд-во МЭИ, 2000. 248 с.
13. Алексеев О.П., Козис В.Л., Кривенков В.В. Автоматизация электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1994. 448 с.
14. Казанский В.Е. Измерительные преобразователи тока в релейной защите. М.: Энергоатомиздат, 1988. 239 с.
15. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1998. 496 с.
16. Щербачев О.В., Зейлигер А.Н., Кадомская К.П. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике / Под ред. О.В. Щербачева. Л.: Энергия, 1980. 240 с.
17. Hingorani N.G., Gyugyi L., Understanding FACTS. Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems. IEEE Press, N.Y., 2000, 427 pp.
–Eremia M., Advanced Solutions in Power Systems, HVDC, FACTS, and Artificial Intelligence, IEEE Press, Wiley, 2016, 1063 pp.