

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени П.О. СУХОГО

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
ГГТУ имени П.О. Сухого

  
А.В. Сычёв  
« 24 » 03 2022



ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В МАГИСТРАТУРУ

по специальности 1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника»

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Вступительный экзамен является по своему содержанию междисциплинарным, в связи с чем, программа определяет круг тем и вопросов, а также объём и уровень содержания курсов, входящих в учебный план подготовки специалистов первой ступени высшего образования по специальностям: 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций».

**Цель вступительного испытания** заключается в комплексной проверке знаний, умений и навыков абитуриентов программы магистратуры в области дисциплин электроэнергетического профиля, с целью обоснованной квалификационной оценки, позволяющей определить их рейтинг в конкурсе на бюджетные места обучения в магистратуре.

**Основной задачей вступительного испытания** является дополнительная стимуляция абитуриентов к углубленному изучению специальных дисциплин энергетического профиля.

**Форма проведения вступительного испытания.** К сдаче вступительного экзамена допускаются лица, имеющие диплом об окончании 1-й ступени высшего образования по специальностям 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» и имеющих склонность к научным исследованиям, что подтверждается научными публикациями, участием в разработке научно-исследовательских тем и инновационных проектов, в научно-практических конференциях, семинарах или другими материалами. Вступительный экзамен проводится в устно-письменной форме.

В программу включены вопросы курсов «Электроснабжение промышленных предприятий», «Электрические сети», «Основы энергосбережения».

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Наименование темы
1	Общие вопросы электроснабжения
2	Электрические нагрузки промышленных предприятий
3	Электрические нагрузки
4	Распределение электрической энергии при напряжении до 1 кВ
5	Расчет и защита электрических сетей переменного тока напряжением до 1 кВ
6	Подстанции цеховых потребителей электрической энергии
7	Электрическое освещение
8	Компенсация реактивной мощности
9	Короткое замыкание в системах электроснабжения
10	Энергетика, энергосбережение и энергетические ресурсы
11	Традиционные способы получения электрической энергии
12	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
13	Транспортирование и потребление электрической энергии
14	Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР)
15	Энергосбережение при автоматическом регулировании, контроле и учете в системах потребления энергоресурсов
16	Бытовое энергосбережение
17	Экономика энергосбережения
18	Основы энергетического аудита и менеджмента
19	Нормативно-правовое обеспечение энергосбережения
20	Энергосберегающие технологии и организация энергосберегающих мероприятий
21	Общая характеристика электрических систем и сетей
22	Характеристики и параметры элементов электрических сетей
23	Потери мощности и электроэнергии
24	Расчеты режимов разомкнутых электрических сетей
25	Расчеты и анализ режимов электропередач
26	Физические основы методов расчета режимов замкнутых электрических сетей
27	Основы проектирования электрических сетей
28	Схемы электрических сетей

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**1. Общие вопросы электроснабжения.** Понятие системы электроснабжения и электрической установки. Особенности электроснабжения промышленных предприятий. Краткая характеристика промышленных потребителей электрической энергии. Классификация приемников и потребителей электроэнергии. Характерные приемники электроэнергии.

**2. Электрические нагрузки промышленных предприятий.** Понятие и методы определения электрической нагрузки. Графики электрических нагрузок. Основные определения и обозначения: номинальная мощность, средняя нагрузка, среднеквадратичная нагрузка, максимальная и расчетная нагрузка. Коэффициенты, описывающие графики электрической нагрузки и режимы работы электроприемников.

**3. Электрические нагрузки.** Основные понятия и определения электрических нагрузок. Графики электрических нагрузок: классификация и показатели. Методы определения нагрузок электроприемников. Определение пиковых нагрузок.

**4. Распределение электрической энергии при напряжении до 1 кВ.** Род тока и напряжения систем электроснабжения. Требования к электрическим сетям напряжением до 1 кВ. Схемы электрических сетей напряжением до 1 кВ: радиальные, магистральные, смешанные схемы и их сравнительный анализ. Конструктивные элементы электрических сетей и распределительных устройств напряжением до 1 кВ. Выбор проводов и кабелей, распределительных устройств в системах цехового электроснабжения

Классификация помещений и наружных установок по условиям окружающей среды. Классификация помещений по влажности и температуре воздуха. Пожароопасные и взрывоопасные помещения. Защита электрических сетей от влияния окружающей среды

Цеховые трансформаторные подстанции. Конструктивное исполнение цеховых подстанций. Выбор места расположения и типа трансформаторной подстанции. Понятие центра электрических нагрузок. Картограмма нагрузок

Распределение электроэнергии на напряжении выше 1 кВ. Распределительные пункты, глубокие вводы, главные понизительные подстанции

**5. Расчет и защита электрических сетей переменного тока напряжением до 1 кВ.** Нагрев проводников. Выбор сечения проводников и кабелей по допустимому нагреву. Расчет электрических сетей по потере напряжения. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ. Защита электрических сетей и электроприемников от аномальных режимов. Предохранители и автоматические выключатели – назначение, принципы действия, выбор основных характеристик.

**6. Подстанции цеховых потребителей электрической энергии** Схемы цеховых трансформаторных подстанций (ЦТП) и их конструкции. Размещение и компоновки цеховых подстанций. Выбор трансформаторов для

цеховых подстанций. Послеаварийная и длительная систематическая перегрузка силовых трансформаторов.

**7. Электрическое освещение.** Системы освещения. Светотехнический расчет электрического освещения: метод коэффициента спроса и коэффициента использования. Защита осветительных сетей. Электрооборудование осветительных установок

**8. Компенсация реактивной мощности.** Необходимость компенсации реактивной мощности. Источники реактивной мощности и их сравнительный анализ. Виды компенсации реактивной мощности: индивидуальная, групповая и централизованная и их сравнительный анализ. Определение мощности батарей конденсаторов в сетях напряжением до 1 кВ. Размещение конденсаторных установок

**9. Короткое замыкание в системах электроснабжения.** Причины и последствия. Расчет токов короткого замыкания. Релейная защита и автоматика

**10. Энергетика, энергосбережение и энергетические ресурсы.** Эффективность использования электроэнергии в различных странах и Республике Беларусь. Потенциалы энергосбережения по отраслям народного хозяйства Республики Беларусь. Мировые и государственные (Республики Беларусь) энергетические программы и программы в области энергосбережения. Государственная программа РБ “Энергосбережение”. Приоритетные направления в области энергосбережения в РБ.

**11. Традиционные способы получения тепловой электрической энергии.** Тепловые, гидро- и атомные станции. Котельные. Паротурбинные конденсационные электростанции (КЭС, ГРЭС) и электростанции с комбинированной выработкой тепла и электрической энергии (ТЭЦ). Электростанции с газотурбинными (ГТУ) и парогазовыми (ПГУ) установками. Сравнительная характеристика различных типов электростанций и перспективы их применения в РБ.

**12. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.** Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую (солнечные водоподогреватели, солнечные коллекторы, гелионагревательные станции и солнечные электростанции). Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую (фотоэлектрические преобразователи). Ветроэнергетика и малая гидроэнергетика (потенциал, установки и возможности использования в Беларуси). Энергия биомассы (потенциал биоэнергоресурсов в Беларуси, выращивание быстрорастущей древесины, ТЭЦ и котельные агрегаты на древесных отходах, газогенераторы, анаэробная переработка биомассы, использование бытовых отходов). Энергия других природных явлений (приливов и отливов, волн, геотермальных процессов). Аккумуляция тепловой и электрической энергии.

**13. Транспортирование и потребление тепловой электрической энергии.** Тепловые сети. Электрические сети. Тепловая и электрическая изоляция. Потери энергии при транспортировке. Структура энергопотребления в

Республике Беларусь. Государственная энергетическая программа РБ. Энергетическое хозяйство промышленных предприятий. Источники энергопотерь при их потреблении.

**14. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).** Классификация ВЭР. Определение объема выхода и использования ВЭР. Определение экономии топлива за счет использования ВЭР. Энергосберегающие технологии на основе использования вторичных энергоресурсов. Схемы использования тепла отходящих газов, вторичного пара, вентиляционных выбросов. Трансформаторы тепла: тепловые насосы и др. Теплоиспользующие устройства на тепловых трубах.

**15. Энергосбережение при автоматическом регулировании, контроле и учете в системах потребления энергоресурсов.** Основные методы и приборы регулирования, контроля и учета тепловой и электрической энергии и автоматизация этих процессов.

**16. Бытовое энергосбережение.** Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Экономичные источники света. Тепловые потери в зданиях и сооружениях. Тепловая изоляция зданий и сооружений. Изоляционные характеристики остекления, стеклопакеты. Повышение эффективности систем отопления. Автономные энергоустановки. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля тепла. Суточное и сезонное регулирование теплового режима зданий и сооружений. Пофасадное регулирование теплового режима зданий. Тепловые завесы.

**17. Экономика энергосбережения.** Эффективность инвестиционных вложений. Тарифы и нормы потребления в энергетике. Расчет экономической эффективности инвестиционных вложений в энергосберегающие мероприятия.

**18. Основы энергетического аудита и менеджмента.** Энергобаланс пром предприятий. Стратегия обследования объектов для энергосберегающих мероприятий. Принципы управления энергетикой. Государственные и производственные структуры управления энергосбережением. Планирование энергосберегающих мероприятий. Создание и реализация инновационных проектов в области энергосбережения. Государственная поддержка инновационной деятельности.

**19. Нормативно-правовое обеспечение энергосбережения.** Законы и нормативные акты, регулирующие производство, распределение и потребление топливно-энергетических ресурсов и энергосбережение в Республике Беларусь. Сравнение с законодательством других стран. Применение законодательной базы на практике

**20. Энергосберегающие технологии и организация энергосберегающих мероприятий** (в машиностроении, черной металлургии, химии и нефтехимии). Энергоемкие технологические процессы и аппараты отрасли. Энергосберегающие мероприятия в отрасли. Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий в отрасли.

#### **21. Общая характеристика электрических систем и сетей**

Основные понятия и определения. Краткий исторический обзор и перспективы развития электрических сетей и систем. Структура и основные

элементы энергосистем. Электрические сети и их классификация. Номинальные напряжения электрических сетей. Нормативные материалы по электрическим системам: Правила устройства электроустановок, Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, Нормы технологического проектирования, Руководящие указания по эксплуатации.

## **22. Характеристики и параметры элементов электрических сетей**

Сопротивления и проводимости воздушных и кабельных линий электропередачи. Соотношения между параметрами разных линий. Схемы замещения линий. Параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Активная и реактивная мощность. Характеристики узлов нагрузки электрической сети. Виды компенсирующих устройств и их назначение. Представление элементов электрических систем и сетей в электрических расчетах.

## **23. Потери мощности и электроэнергии**

Потери мощности в линиях. Потери мощности в трансформаторах. Потери мощности в компенсирующих устройствах. Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.

## **24. Расчеты режимов разомкнутых электрических сетей**

Задачи расчетов режимов. Векторная диаграмма линии электропередачи. Зависимости между напряжениями и мощностями начала и конца звена электрической сети. Расчет режима линии электропередачи. Учет трансформаторов при расчете режима электрической сети. Расчет режима неразветвленных и разветвленных разомкнутых сетей одного номинального напряжения. Учет статических характеристик при расчете режима. Расчет режима разомкнутых сетей нескольких номинальных напряжений. Расчет режима местных электрических сетей. Допустимые потери напряжения в местных электрических сетях. Расчет режима сетей с равномерно распределенной нагрузкой.

## **25. Расчеты и анализ режимов электропередач**

Общая характеристика электропередач и порядок их электрического расчета. Основные уравнения, определяющие режим линии электропередачи. Линия без потерь. Режим натуральной мощности. Методы электрического расчета электропередач. Круговые диаграммы электропередачи. Угловые характеристики мощности. Предельная передаваемая мощность. Режим реактивной мощности при расчете линии без перепада и с перепадом напряжений. Режимы напряжения вдоль линии. Схемы электропередач переменного тока. Общая характеристика электропередач и вставок постоянного тока.

## **26. Физические основы методов расчета режимов замкнутых электрических сетей**

Общие сведения о замкнутых сетях и особенностях их режимов. Определение потокораспределения в линиях с двусторонним питанием. Приведение параметров схем замещения сети к одной ступени напряжения. Метод контурных уравнений. Обобщенный метод контурных уравнений. Метод

уравнений узловых напряжений. Метод разрезания контуров. Метод коэффициентов распределения. Основы практических расчетов режимов сложных электрических сетей на ЭВМ.

### **27. Основы проектирования электрических сетей**

Основные экономические показатели электрических сетей. Критерии технико-экономического анализа электрических сетей. Учет надежности электроснабжения потребителей при проектировании электрических сетей. Учет фактора экологии электрической сети. Задачи и этапы проектирования электрической сети. Построение конфигурации сети и выбор ее номинального напряжения. Подход к выбору сечений проводов и жил кабелей. Выбор сечений проводов по нормативной экономической плотности тока. Метод экономических интервалов нагрузки. Метод перебора стандартных сечений проводов. Энергоэкономический подход при выборе сечений проводов. Совместный выбор напряжения линии и ее сечения. Выбор сечений проводов линий и жил кабелей по условиям нагревания, механической прочности и термической стойкости. Выбор сечений проводов воздушных линий по условию короны. Выбор сечений проводов по допустимым потерям напряжения. Особенности выбора сечений проводов воздушных линий с изолированными проводами. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций. Расчет характерных режимов электрических сетей. Техничко-экономические показатели электрической сети

### **28. Схемы электрических сетей**

Общие принципы построения схем электрических сетей. Схемы районных электрических сетей. Схемы городских и сельских электрических сетей. Схемы электрических сетей промышленных предприятий. Схемы электрических сетей до 1000 В.



#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие системы электроснабжения и электрической установки
2. Особенности электроснабжения промышленных предприятий.
3. Краткая характеристика промышленных потребителей электрической энергии.
4. Классификация приемников и потребителей электроэнергии, характерные приемники электроэнергии, режимы работы электроприемников.
5. Понятие и методы определения электрической нагрузки. Определение пиковых нагрузок.
6. Графики электрических нагрузок и их основные показатели (средняя и среднеквадратичная нагрузка, максимальная и расчетная нагрузка).
7. Коэффициенты, характеризующие графики электрической нагрузки и режимы работы электроприемников.
8. Род тока и напряжения систем электроснабжения.
9. Схемы электрических сетей напряжением до 1 кВ: радиальные, магистральные, смешанные схемы и их сравнительный анализ.
10. Конструктивные элементы электрических сетей и распределительных устройств напряжением до 1 кВ.
11. Выбор проводов и кабелей, распределительных устройств в системах цехового электроснабжения.
12. Конструктивное исполнение цеховых подстанций, выбор места расположения и типа трансформаторной подстанции.
13. Распределительные пункты, глубокие вводы, главные понизительные подстанции промышленных предприятий.
14. Выбор сечений проводов и жил кабелей напряжением выше 1 кВ.
15. Защита электрических сетей и электроприемников от аномальных режимов.
16. Предохранители и автоматические выключатели – назначение, принципы действия, выбор основных характеристик.
17. Схемы цеховых трансформаторных подстанций (ЦТП) и их конструкции.
18. Размещение и компоновки цеховых подстанций. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.
19. Системы электрического освещения. Светотехнический расчет электрического освещения: метод коэффициента спроса и коэффициента использования.
20. Электрооборудование осветительных установок. Защита осветительных сетей.
21. Необходимость компенсации реактивной мощности, источники реактивной мощности и их сравнительный анализ.
22. Виды компенсации реактивной мощности: индивидуальная, групповая и централизованная и их сравнительный анализ.
23. Определение мощности батарей конденсаторов в сетях напряжением до 1 кВ.

24. Эффективность использования электроэнергии в различных странах и Республике Беларусь. Потенциалы энергосбережения по отраслям народного хозяйства Республики Беларусь.
25. Мировые и государственные (Республики Беларусь) энергетические программы и программы в области энергосбережения. Приоритетные направления в области энергосбережения в РБ.
26. Тепловые, гидро- и атомные станции.
27. Паротурбинные конденсационные электростанции (КЭС, ГРЭС) и электростанции с комбинированной выработкой тепла и электрической энергии (ТЭЦ).
28. Электростанции с газотурбинными (ГТУ) и парогазовыми (ПГУ) установками.
29. Сравнительная характеристика различных типов электростанций и перспективы их применения в РБ.
30. Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую (солнечные водоподогреватели, солнечные коллекторы, гелионагревательные станции и солнечные электростанции).
31. Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую (фотоэлектрические преобразователи).
32. Ветроэнергетика и малая гидроэнергетика (потенциал, установки и возможности использования в Беларуси).
33. Энергия биомассы (потенциал биоэнергоресурсов в Беларуси, выращивание быстрорастущей древесины, ТЭЦ и котельные агрегаты на древесных отходах, газогенераторы, анаэробная переработка биомассы, использование бытовых отходов).
34. Энергия природных явлений (приливов и отливов, волн, геотермальных процессов).
35. Аккумуляция тепловой и электрической энергии.
36. Основные методы и приборы контроля и учета электрической энергии.
37. Эффективность инвестиционных вложений. Тарифы и нормы потребления в энергетике. Расчет экономической эффективности инвестиционных вложений в энергосберегающие мероприятия.
38. Энергобаланс промышленных предприятий.
39. Классификация электрических сетей.
40. Номинальные напряжения электрических сетей и области их применения.
41. Графики узлов нагрузок и их показатели (суточные и годовые).
42. Устройства продольной компенсации и их назначение.
43. Устройства поперечной компенсации и их назначение.
44. Схемы замещения линий разного напряжения и конструктивного исполнения.
45. Активное сопротивление линий.
46. Реактивное сопротивление линий.
47. Активная проводимость линий, явление короны.
48. Емкостная проводимость линий, зарядная мощность.

49. Схемы замещения и параметры двухобмоточных трансформаторов с расщепленной обмоткой.
50. Схемы замещения и параметры трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
51. Потери мощности в линиях.
52. Потери мощности в двухобмоточных трансформаторах.
53. Расчет режима линии при заданных мощности и напряжении в конце линии.
54. Расчет режима линии при заданных мощности в конце и напряжении в начале ее.
55. Расчет режима понижающего двухобмоточного трансформатора при заданных мощности и напряжении во вторичной обмотке.
56. Расчет режима повышающего двухобмоточного трансформатора при заданных мощности и напряжении во вторичной обмотке.
57. Определение потерь электроэнергии в линии методом времени максимальных потерь.
58. Определение потерь электроэнергии в двухобмоточном трансформаторе методом времени максимальных потерь.
59. Расчет режимов разомкнутых электрических сетей напряжением 110-220 кВ при заданной мощности узлов нагрузки и напряжении источника.
60. Расчет режима линии с двусторонним питанием при равных напряжениях источников.
61. Расчет режима линии с двусторонним питанием при разных напряжениях источников.
62. Особенности расчета режима однородной линии с двусторонним питанием.
63. Особенности расчета режима распределительных сетей напряжением 35 кВ и ниже.
64. Категории электроприемников по надежности электроснабжения и их обеспечение при проектировании электрических сетей.
65. Выбор трансформаторов на понижающих подстанциях.
66. Выбор площади сечений проводников по нормированной плотности тока.
67. Выбор или проверка площади сечений проводников воздушных линий по условию нагрева длительно допустимым током.
68. Проверка площади сечений проводников по допустимой потере напряжения.

## **5. ИНФОРМАЦИОННАЯ (учебно-методическая) ЧАСТЬ**

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1995 – 416 с.
2. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения. – Мн.: НПООО «Пион», 2001 -292 с.
3. Ус А.Г., Евминов Л.И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий. Мн.: "Пион", 2002.

4. Сычев А.В. Управление электропотреблением. Курс лекций. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени ПО Сухого», 2006 г.
5. Основы энергосбережения: Учеб. пособие для вузов / Б.И. Врублевский, С.Н. Лебедева, А.Б. Невзорова и др.; Под ред БИ Врублевского - Гомель: ЦНТУ Развитие, 2002 – 190 с.
6. Самойлов М.В. Основы энергосбережения: Учебпособие для вузов. / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев – Мн.: БГЭУ, 2002 – 198 с.
7. Пospelова Т.Г. Основы энергосбережения. / Т.Г. Пospelова; Госкомэнерго РБ – Мн.: Технопринт, 2000 - 351с.
8. Хрусталеv Б.М. Техническая термодинамика: учебник для вузов: в 2 ч. Ч.1 / Б.М. Хрусталеv, А.П. Несенчук, В.Н. Романюк. - Минск: Технопринт, 2004. – 485 с.
9. Блок В.М. Электрические сети и системы. - М.: Высшая школа, 1986.
10. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, ВТ. Федин. - Ростов-Н/Д, 2006.
11. Лычев П.В., Федин ВТ. Электрические системы и сети. Решение практических задач. - Минск: Дизайн ПРО, 1997.
12. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
13. Пospelов Г.Е., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Проектирование. Минск: Вышэйшая школа, 1988.
14. Пospelов Г.Е. Электрические системы и сети: Учебник / Г.Е. Пospelов, ВТ. Федин, П.В, Лычев. - Ми.: УП «Технопринт», 2004. - 720с.
15. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.А. Файбисовича. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во НЦЭИАС, 2006.