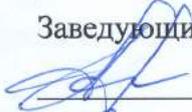


1

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 С.О. Новиков

“ 6 ” июня 2022 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проектирование системы автоматизированной системы  
контроля и учета электроэнергии 10/0.4 кВ района «К»**

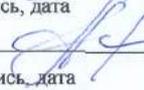
Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети

Специализация 1-43 01 02 01 Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем

Обучающийся  
группы 30602116

 31.05.2022 А.С. Змачинский  
подпись, дата

Руководитель

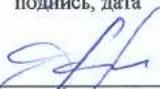
 31.05.2022 С.О.Новиков  
подпись, дата К.Т.Н., доцент

Консультанты:

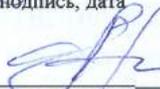
по технологической части

 31.05.2022 С.О.Новиков  
подпись, дата К.Т.Н., доцент

по электроэнергетической части

 31.05.2022 С.О.Новиков  
подпись, дата К.Т.Н., доцент

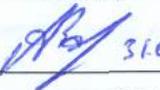
по разделу «Экономическая часть»

 31.05.2022 С.О.Новиков  
подпись, дата К.Т.Н., доцент

по разделу «Охрана труда»

 31.05.2022 С.О.Новиков  
подпись, дата К.Т.Н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

 31.05.2022 А.А. Волков  
подпись, дата ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 111 страниц;

графическая часть – — листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц

Минск 2022

### РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 111 с., 16 рис., 18 табл., 68 источников

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ, КОНТРОЛЛЕР, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Объектом разработки является внешняя распределительная низковольтная электрическая сеть района "К".

Цель проекта заключается в разработке современных технико-экономических решений по одностадийному проекту системы АСКУЭ 10/0,4 кВ района "К".

В процессе проектирования выполнены следующие расчёты и исследования:

- проведен анализ состояния вопроса по проектированию АСКУЭ ПС 10/0,4 кВ, анализ существующих решений, пути и порядок разработки структуры АСКУЭ ПС 10/0,4 кВ;
- определены технические требования, необходимые для построения модели для модернизации системы. Выбрана методика и пути решения поставленной задачи;
- разработана структура АСКУЭ ПС 10/0,4 кВ. Проведен контрольный расчет основных параметров предложенной электрической системы с целью определения ее работоспособности и устойчивости;
- проведен расчет и анализ основных параметров системы на ЭВМ;
- полученные результаты сопоставлены с имеющимися в настоящий момент аналогами АСКУЭ ПС 10/0,4 кВ;
- рассчитаны технико-экономические показатели;
- рассмотрены вопросы охраны труда, обеспечения безопасных условий работы персонала на рабочем месте;
- дано обоснование использованию беспроводной связи в АСКУЭ

Подтверждаю, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Количество плакатов слайдов	1
	1
	1
для	1
	1
	1
	1
	1
ним разделов	
ков С.О.	
в С.О	
в С.О	
ель Волков А.А.	
а:	
Примечания (в т.ч. отметки координатора, консультанта о выполнении)	
со-ка	
ю	
в	
лия)	
нский	
лия)	

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колик, В.Р. Проблемы и перспективы Smart Grid в Белорусской энергосистеме / В.Р. Колик // Энергоэффективность. – 2021. – № 1(279). – С. 12–15.
2. Порядок расчета величины технологического расхода электрической энергии на ее передачу по электрическим сетям, учитываемой при финансовых расчетах за электроэнергию между энергоснабжающей организацией и потребителем (абонентом): ТКП 460–2017 (33240). – Введ. 22.07.2017. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2017. – 111 с.
3. Колик, В.Р. О нормализации уровней напряжения в сети 0,38 кВ с применением вольторегулирующего устройства / В.Р. Колик и др. // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 69. Надежность развивающихся систем энергетики. В двух книгах. / Книга 1 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2018, С. 267–275.
4. Колик, В.Р. Применение низковольтных стабилизаторов напряжения / В.Р. Колик // Энергетическая стратегия. – 2018. – №5(65). – С. 22–24.
5. Фурсанов, М.И. Повышение эффективности анализа и управления режимами распределительных электросетей в условиях Smart Grid / М.И. Фурсанов, А.А. Золотой, В.В. Макаревич // Энергетическая стратегия. – 2020. – №2(74). – С. 13–38.
6. Фурсанов, М. И. Схемно-конструктивные решения и информационное обеспечение городских электрических сетей в условиях SMART GRID / М. И. Фурсанов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2017. – № 5. – С. 393–406.
7. Фурсанов, М.И. Учет потребительских энергоисточников в расчетах распределительных электрических сетей 6–10 кВ / М.И. Фурсанов, А.А. Золотой, В.В. Макаревич // Энергетика. Изв. высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2011. – № 4. – С. 11–15.
8. Фурсанов, М. И. Об управлении режимами городских электрических сетей в условиях SMART GRID / М. И. Фурсанов, А. А. Золотой // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2018. – № 1. – С. 15–27.
9. Калентионок, Е.В. Управление распределительными электрическими сетями на основе информационно-управляющих систем / Е.В. Калентионок, С.И. Богуславский, С.М. Романович // Энергетическая стратегия. – 2020. – №4(78). – С. 45–48.

10. Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ: ТКП 609-2017 (33240). – Введ. 01.09.2017. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2017. – 194 с.

11. Государственная программа “Энергосбережение” на 2021–2025 годы. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.02.2021 г. № 103.

12. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года.

13. Жученко, Е.А. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года: основные тренды / Е.А. Жученко, А.Ф. Молочко // Энергоэффективность. – 2020. – № 5(271). – С. 4–5.

14. Состояние и перспективы развития автоматизации распределительных сетей 10 кВ энергосистемы Республики Беларусь // Энергия и Менеджмент. – 2012. – № 1(64). – С. 34–35.

15. Типовые требования к проектам региональных АСКУЭ и АСКУЭ потребителей: СТП 09110.35.122-08. – Введ. 01.01.2009. – Минск: ГПО “Белэнерго”: РУП “БЕЛТЭИ”, 2009. – 34 с.

16. Технические требования к проектированию региональных АСКУЭ: СТП 09110.35.126-09. – Введ. 01.11.2009. – Минск: ГПО “Белэнерго”: РУП “НИИ средств автоматизации”, 2009. – 64 с.

17. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования: СТП 33243.01.216-16. – Введ. 15.02.2016. – Минск: ГПО “Белэнерго”: РУП “Белэнергосетьпроект”, 2016.

18. Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. Общие технические требования: СТБ 2096-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь: РУП “НИИ средств автоматизации”, 2010.

19. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2016-04-01. – Минск, 2016. – 20 с.

20. ТКП 183.1-2009. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии. – Введ. 2009-08-01. – Минск, 2009. – 28 с.

21. ТКП 183.2-2009. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии. – Введ. 2009-08-01. – Минск, 2009. – 32 с.

22. Правила электроснабжения. Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 № 1394 (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2015 № 895).

23. Страх, И.А. Перспективы внедрения технологий smart grid на примере автоматизации Бобруйских сельских РЭС / И.А. Страх // Энергоэффективность. – 2017. – № 1(241). – С. 16–18.

24. Боровский, А.Н. Опыт диспетчеризации и автоматизации распределительных электросетей / А.Н. Боровский, О.П. Сюдюкова // Энергетическая стратегия. – 2020. – №2(74). – С. 23–26.

25. Бедерак Я. С. / Визуализация отчётов и шаблонов, формируемых в АСКУЭ, системах контроля и планирования электропотребления / Я. С. Бедерак // Энергия и Менеджмент. – 2011. – № 1(58). – С. 30–34.

26. Забелло Е.П. Расчет метрологических характеристик многоуровневых АСКУЭ на основе оперативного контроля нагрузок и электронной базы данных средств измерения / Е.П. Забелло, В.И. Епифанов // Энергетическая стратегия. – 2016. – №1(49). – С. 44–49.

27. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии по межгосударственным, межсистемным перетокам и генерации. Программа и методика метрологической аттестации (ПМА.МН 1783-2010). – Минск: БелГИМ, 2010.

28. Забелло Е.П. Расширение функциональных возможностей АСКУЭ с учетом роста требований к их метрологическому обеспечению / Е.П. Забелло, В.И. Епифанов // Энергетическая стратегия. – 2016. – №4(52). – С. 44–47.

29. Садовская, Т. И. Автоматические системы комплексного учета электроэнергии / Т. И. Садовская, П. В. Сурович ; науч. рук. А. В. Горностай // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост. И. Н. Прокопеня. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 631–638.

30. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций напряжением 35–750 кВ от электромагнитных влияний и грозовых воздействий: СТП 09110.47.104-08. – Введ. 17.09.2010. – Минск: ГПО “Белэнерго”: БелЭСП, 2010. – 64 с.

31. Горовой, В.В. Особенности проектирования аскуэ электроэнергетических объектов / В.В. Горовой // Энергетическая стратегия. – 2017. – №6(60). – С. 20–22.

32. Горовой, В.В. Некоторые аспекты обеспечения информационной безопасности на электроэнергетических объектах / В.В. Горовой // Энергетическая стратегия. – 2018. – №3(63). – С. 13–16.

33. Филиппенко, А. В. Технология Smart: электросчётчик “Гран-Электро СС-301” с функцией управления нагрузкой / В. А. Филиппенко // Энергия и Менеджмент. – 2012. – № 2(65). – С. 22–23.

34. Калпинский, В. А. УСПД для диспетчеризации удалённых объектов на базе контроллера MAX Logic / В. А. Калпинский // Энергия и Менеджмент. – 2011. – № 3(60). – С. 16–17.

35. Калпинский, В. А. ПЛК серии MAX Logic для автоматизации и диспетчеризации управления уличным освещением / В. А. Калпинский // Энергия и Менеджмент. – 2011. – № 5(62). – С. 38–39.

36. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. 3-е изд., перер. – М.: КНОРУС, 2012. – 648 с.

37. Федин, В.Т. Электроэнергетические системы и сети. Терминологический словарь / Под ред. В.Т. Федина. – Минск, 2007. – 244 с.

38. Федин, В.Т., Фадеева Г.А., Волков А.А. Электрические системы и сети. Терминология и задачи для решения: Учеб. пособие / В.Т. Федин, Г.А. Фадеева, А.А. Волков. – Мн.: БНТУ, 2004. – 96 с.

39. Черкасова, Н.И. Эксплуатация систем электроснабжения / Н.И. Черкасова. – Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2009. – 340 с.

40. Черкасова, Н.И. Электропитающие системы и электрические сети: Учебное пособие / Н.И. Черкасова. – Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2010. – 202 с.

41. Гайдукевич, М. А. Электробезопасность в распределительных сетях / М. А. Гайдукевич, А. С. Шелег ; науч. рук. Л. П. Филянович // Новые материалы и технологии их обработки : XII Республиканская студенческая научно-техническая конференция / пред. редкол. Н. И. Иваницкий. – Минск : БНТУ, 2011. – С. 218–219.

42. ТКП 290-2010. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках / М-во энергетики Респ. Беларусь. – Минск : Экономэнерго, 2011 – 109 с.

43. Левин, А. Л. Меры защиты от поражения электрическим током в низковольтных электроустановках, предусматриваемые стандартом МЭК 60364-4-41:2005 “Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током”/ А. Л. Левин // Энергия и Менеджмент. – 2012. – № 2(65). – С. 29–35.

44. Жежеленко, И.В. / Электромагнитная совместимость в электрических сетях: учеб. пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. Минск: Выш. шк., 2012. – 197 с.

45. Вагин, Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для вузов. 2-е изд., испр. / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. М.: Академия, 2011. – 224 с.

46. Акбашев, Б.Б. Защита объектов телекоммуникаций от электромагнитных воздействий / Б.Б. Акбашев, Н.В. Балюк, Л.Н. Кечиев. М.: Грифон, 2014. – 472 с.

47. Кужекин, И.П. Основы электромагнитной совместимости современного энергетического оборудования / И.П. Кужекин. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 144 с.

48. Закарюкин, В.П. Электромагнитная совместимость и средства защиты: учебное пособие / В.П. Закарюкин, М.Л. Дмитриева, А.В. Крюков. М.; Берлин: ДиректМедиа, 2020. – 247 с.

49. Драко, М.А. Методология и опыт выявления и устранения источников помех и гармонических искажений в системе электроснабжения предприятий в условиях цифровизации / М.А. Драко, В.Р. Колик, О.А. Мойсеенко // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 72. Надежность систем энергетики в условиях их цифровой трансформации. В 2-х книгах. / Книга 2 / Отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2021. С. 208–217.

50. Янукович Г.И. Исследование несинусоидальности напряжения в сельских электрических сетях / Г.И. Янукович и др. // Агропанорама. – 2009. – № 6. – С. 22–25.

51. Драко, М.А. Коррозия заземлителей электроустановок / М.А. Драко // Энергетическая стратегия. – 2019. – № 6. С. 44–48.

52. Drako M., Baraishuk S. Tendencies in the design of the grounding devices for the electrical installations of the belarusian energy system // Methodological problems in reliability study of large energy systems: Rudenko International E3S Web of Conferences, 2020, Vol. 216, pp. 1–5.

53. Драко, М.А. О разработке смеси на основе гидролизованного полиакрилонитрила для уменьшения удельного электрического сопротивления грунт / М.А. Драко, С.М. Барайшук, И.А. Павлович // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – №23(1). С. 80–92.

54. ТКП 339-2011. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний. Минск : Минэнерго РБ, 2011. – 594 с.

55. ПУЭ. Правила устройства электроустановок: действие Правил в энергетике Республики Беларусь подтверждено письмом Белэнерго № 31/54 от 02.06.1999 г.- 6-е изд., перераб. и доп.- Гомель, 2005. - 640с. За исключением : Гл. 1.1; 1.5; 1.7; 1.8; 2.2; 2.4; 2.5; 4.1; 4.2; 4.4; 5.2; 5.3; 7.1.

56. КТП типа КТПБ и 2КТПБ без коридора обслуживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metz.by/ktp-v-zhelezobetonoj-monolitnoj-obolochke/>.

57. Инструкция по применению программно-вычислительного комплекса (ПВК) "ARRES". – 56 с.

58. Каталог “ДНАТ-70” [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа : <http://www.pitersvet.ru/index.php?productID=930>.

59. Ожегов, А.Н. Системы АСКУЭ. Часть 1. Учебное пособие. Вятский государственный университет: ПРИП ВятГУ, 2006. – 102 с.

61. Зуев С.М. Модернизация и автоматизация учета электроэнергии как фактор совершенствования сбытовой деятельности / С.М. Зуев // Энергетическая стратегия. – 2021. – № 3(81). – С. 22–24.

62. Романцевич, Е. Ключевые направления модернизации отрасли / Е. Романцевич // Энергетика Беларуси, №2 (478) от 25 января 2022 г. – С. 3.

63. Воронина, А.А. Техника безопасности при работе в электроустановках / А.А. Воронина, Н.Ф. Шибенко. – М. : Высшая школа, 1979. –192с.

64. СТП 09110.35.601-15. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4–35 кВ. – Введ. 2015-11-02.- Минск : ГПО "Белэнерго", 2015.– 52 с.

65. Стратегия информатизации и цифровой трансформации государственного производственного объединения электроэнергетики “Белэнерго” на период 2021–2025 годы. Утверждена Приказом ГПО “Белэнерго” 09.04.2021 №75 (в редакции приказа ГПО “Белэнерго” 28.04.2022 №99).

66. ГОСТ 7746-2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 7746-89; Введ.01.11.2001; Республика Беларусь 01.11.2001. – Минск: БелГИИС: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 30 с.

67. Официальный сайт компании “ЭнергоКомплект»” [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа : <http://vikab.by/catalog/>.

68. Катков, П.А. Справочник по проектированию электросетей в сельской местности / Под ред. П. А. Каткова и В. И. Франгуляна.– М.: Энергия, 1980. –352 с.