

Министерство образования и науки Украины  
Запорожский национальный технический университет

На правах рукописи

Федоша Денис Владимирович

УДК 621.316.11

**РАЗВИТИЕ МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ  
ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ**

Специальность 05.14.02 – электрические станции, сети и системы

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
кандидат технических наук,  
доцент  
Заболотный Анатолий Петрович

Запорожье – 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....   | 4  |
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 6  |
| РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ<br>ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО<br>ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....   | 15 |
| 1.1 Структура системы электроснабжения.....   | 15 |
| 1.2 Электроприёмники с рекуперацией электроэнергии в структуре<br>системы цехового электроснабжения.....  | 19 |
| 1.3 Оценка энергоэффективности вариантов структуры систем<br>цехового электроснабжения радиальной топологии.....  | 25 |
| 1.4 Выбор рационального напряжения.....   | 29 |
| 1.5 Выбор сечений проводников.....  | 31 |
| 1.6 Определение числа источников питания.....   | 33 |
| 1.7 Распределения потребителей электроэнергии по источникам<br>питания.....   | 36 |
| 1.8 Определение координат установки источников питания.....   | 36 |
| 1.9 Методы формирования структуры систем цехового<br>электроснабжения радиальной топологии.....   | 38 |
| 1.10 Выводы по разделу 1 и постановка задач исследования.....   | 47 |
| РАЗДЕЛ 2 МЕТОД ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ НАГРУЗОК И<br>ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ<br>ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ..... | 50 |
| 2.1 Коэффициент контрастности рельефа потенциальной<br>поверхности.....   | 50 |
| 2.2 Параметр принадлежности потребителей электроэнергии<br>источникам питания.....  | 74 |
| 2.3 Определение мощности трансформатора источника питания.....  | 77 |

|  |            |
|--|------------|
| 2.4 Формализация процесса формирования структуры.....  | 82         |
| 2.5 Выводы по разделу 2.....   | 88         |
| <b>РАЗДЕЛ 3 ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ...</b> |            |
| 3.1 Силовые и распределительные пункты в структуре систем цехового электроснабжения.....   | 90         |
| 3.2 Формирование силовых пунктов в участках сети систем цехового электроснабжения.....   | 91         |
| 3.3 Уточнение координат установки силовых пунктов.....   | 96         |
| 3.4 Учет влияния электроприемников с функцией рекуперацией электрической энергии на координаты места установки силовых пунктов.....                | 100        |
| 3.5 Выводы по разделу 3.....   | 106        |
| <b>РАЗДЕЛ 4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И АПРОБАЦИЯ.....</b>   |            |
| 4.1 Программная реализация усовершенствованного метода формирования структуры системы цехового электроснабжения радиальной топологии.....          | 108        |
| 4.2 Анализ результатов работы усовершенствованного метода.....   | 108        |
| 4.3 Анализ влияния электроприемников с функцией рекуперацией на формирование структуры.....  | 114        |
| 4.4 Аprobация усовершенствованного метода.....   | 121        |
| 4. 5 Внедрение результатов диссертационной работы.....   | 125        |
| 4.6 Выводы по разделу 4.....   | 126        |
| <b>ВЫВОДЫ.....</b>   | <b>128</b> |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>   | <b>131</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исходные данные для проведения численного эксперимента.....</b>   | <b>150</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Листинг кода программной реализации.....</b>  | <b>166</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акты внедрения.....</b>   | <b>171</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Прогнозируемое, в период с 2004 по 2030 год, возрастание потребления электрической энергии (ЭЭ) на 124% и планомерное введение экономически обоснованных тарифов, предполагает снижение потерь на передачу и распределение ЭЭ с 15% до 8%, что обуславливает необходимость повышения энергоэффективности новых и реконструируемых систем электроснабжения (СЭС) [1].

**Актуальность темы.** Тенденции роста тарифов на электрическую энергию обуславливают значительное увеличение составляющей стоимости потерь ЭЭ в сетях при ее передаче, распределении и потреблении. Особую актуальность это приобретает в системах цехового электроснабжения (ЦЭС) радиальной топологии, что обусловлено их разветвленностью и использованием низких классов напряжения.

Потери ЭЭ при передаче и распределении делятся, в зависимости от причин, что их вызывают на коммерческие и технические.

В свою очередь в технических потерях выделяют номинальную и дополнительную составляющие [2, 3].

Дополнительная составляющая потерь ЭЭ обусловлена изменениями параметров режимов работы ЦЭС и потребителей электроэнергии (ПЭ) в процессе эксплуатации.

Номинальная составляющая потерь электрической энергии определяется условиями работы ЦЭС при номинальных режимах и оптимальном выборе ее параметров. Номинальная составляющая потерь формируется основными технико-экономическими параметрами ЦЭС, которые определяются на этапе её проектирования.

Процесс проектирования заключается в решении отдельных задач с целью получения оптимального проекта в целом. Существующие методы позволяют найти оптимальные решения отдельных задач проектирования, но

не гарантируют, что совокупность таких решений создаст оптимальное решение по системе в целом или будет достаточно близкой к нему [4].

Такая ситуация характерна для этапа формирования структуры ЦЭС, где применяются методы, ориентированные на ручной расчет и упрощенные математические модели при решении задач выбора:

- количества источников питания (ИП) и места их расположения,
- мощности ИП,
- распределения ПЭ по ИП.

При этом в исходных данных каждой из этих задач присутствуют результаты решения других, что вносит неопределенность, поэтому для детерминации требуется вмешательство лица принимающего решение (ЛПР). В результате, получение оптимального решения по системе в целом в значительной степени зависит от фактора субъективной оценки ЛПР [5].

Кроме того, тенденция широкого использования регулируемого электропривода с функцией рекуперации электрической энергии в питающую сеть (ЭПР), как эффективного средства энергосбережения [6], создает проблему несогласованного присоединения разрозненных ЭПР к сети, что приводит к возникновению перетекания ЭЭ в ЦЭС и, в свою очередь, к увеличению номинальной составляющей потерь.

Фактор вмешательства ЛПР возможно исключить с помощью применения формальных методов формирования структур систем электроснабжения, используя системный подход к одновременному решению вышеупомянутых задач формирования ЦЭС.

В научных работах, посвященных методам формирования структуры ЦЭС, вопрос фактора вмешательства ЛПР, системного подхода и одновременного решения задач формирования ЦЭС остаются не решенными.

Таким образом научно-прикладная задача разработки и развития методов формирования структуры ЦЭС радиальной топологии является актуальной.

Диссертационное исследование направлено на развитие существующего метода поиска схемных решений ЦЭС радиальной топологии, с минимальной номинальная составляющая потерь электрической энергии и учетом влияния ЭПР, для возможности автоматизации формирования структуры таких систем и как следствие сокращение сроков проектирования.

**Связь работы с научными программами, планами и темами.**

Выполненные в работе исследования соответствуют направлению «Енергетика та енергоефективність» Закона Украины от 09.09.2010 № 2519-VI «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», стратегическим приоритетным направлениям инновационной деятельности в Украине на 2003-2013 годы «Новітні ресурсозберігаючі технології», Закона Украины от 16.01.2003 № 433-IV «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», направленности тематики НИР кафедры «Електропостачання промислових підприємств» Запорожского национального технического университета, и выполнены в рамках государственной НИР № 01716 «Розробка методів оптимізації систем електропостачання з напівпровідниковими перетворювачами і ЕТУ», раздел «Розробка метода автоматизованого формування структури систем електропостачання» (номер гос. регистрации. 0109 U 007668).

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является минимизация потерь электрической энергии в системах промышленного электроснабжения, допускающих рекуперацию электрической энергии потребителями в питающую сеть, на этапе формирования структуры системы цехового электроснабжения при проектировании путем усовершенствования метода формирования структуры системы цехового электроснабжения.

Согласно указанной цели, в работе решаются следующие основные задачи:

- анализ задач проектирования систем электроснабжения, формирующих структуру систем цехового электроснабжения,
- анализ существующих методов формирования структуры систем цехового электроснабжения;
- усовершенствование существующего метода потенциальной функции нагрузок формирования структуры цехового электроснабжения;
- определение параметра принадлежности потребителей электроэнергии к источнику питания, исключая вмешательство лица, принимающего решения, для формализации процесса формирования групп потребителей электроэнергии;
- разработка способа определения мощности силового трансформатора источника питания при недетерминированной группе потребителей электроэнергии;
- определение влияния регулируемого электропривода с функцией рекуперации электрической энергии в питающую сеть на номинальную составляющую потерь электроэнергии в системе цехового электроснабжения;
- усовершенствование метода формирования структуры систем цехового электроснабжения радиальной топологии для формирования структуры участков сети с силовыми пунктами и наличием регулируемого электропривода с функцией рекуперации электрической энергии в питающую сеть;
- разработка программно-алгоритмического обеспечения усовершенствованного метода для экспериментальной проверки.

*Объект исследования* – проектирование систем цехового электроснабжения радиальной топологии.

*Предмет исследования* – процесс формирования структуры систем цехового электроснабжения радиальной топологии.

**Методы исследования.** Научно-методическую основу выполненных исследований составляют:

- методы теоретических основ электротехники для создания математических моделей;
- численные методы и методы матричного исчисления для решения уравнений математических моделей;
- методы аппроксимации и интерполяции для обеспечения устойчивости итерационных процессов;
- рекурсивные методы теории комбинаторной оптимизации для нахождения мощности источников питания.

**Научная новизна полученных результатов** по сравнению с существующими работами по этой проблематике определяется следующим:

1. Впервые на основе метода потенциальных функций нагрузок предложена новая формализация задач формирования структуры системы цехового электроснабжения радиальной топологии, допускающей рекуперацию электрической энергии потребителями в питающую сеть. Это исключает вмешательство лица принимающего решение в процессе проектирования и дает возможность получить структуру цеховой электрической сети с меньшей номинальной составляющей потерь электроэнергии.
2. Предложен новый способ определения мощности силового трансформатора источника питания для недетерминированной группы потребителей электроэнергии, который основывается на оптимизации показателей энергоэффективности источника питания.
3. Получил дальнейшее развитие метод потенциальных функций нагрузок для формирования структуры системы цехового электроснабжения радиальной топологии в части применения новых критериев формирования групп потребителей электроэнергии, чем обеспечивается возможность применения метода для систем цехового электроснабжения, содержащих электроприемники с рекуперацией электроэнергии в питающую сеть.



**Практическое значение результатов работы** заключается в том, что усовершенствованный метод формирования структуры системы цехового электроснабжения позволяет автоматизировать ее построение, снизить влияние субъективной оценки лица принимающего решения и уменьшить сроки проектирования.

Результаты исследований, выполненных в диссертационной работе, имеют практическую ценность для электротехнических отделов проектных учреждений.

Реализация результатов работы выполнена как элемент инженерных методик предварительного расчета в электротехническом отделе на государственном предприятии «Государственный институт по проектированию промышленных предприятий» (ДП «ДПроПром») (справка о внедрении от 20.12.2013 г.).

Результаты работы используются в Запорожском национальном техническом университете на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» (справка о внедрении от 20.12.2013 г.), а также на кафедре «Электроснабжение» Института энергосбережения и энергоменеджмента национального технического университета «Київський політехнічний інститут» для подготовки магистров по специальности 8.05070103 «Электротехнические системы электропотребления» (справка о внедрении от 20.03.2015 г.).

**Личный вклад соискателя.** Основные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно на основе изучения, анализа и обобщения материала. Личный вклад соискателя в работах, опубликованных в соавторстве, такой:

- в [103, 119, 124] – анализ критериев отбора потребителей электроэнергии в группы источников питания;
- в [119, 127] – исследование путей совершенствования методов определения количества источников питания и места их расположения;

– в [125, 129, 139] – для метода потенциальных функций нагрузок формирования структуры системы цехового электроснабжения радиальной топологии предложен другой критерий отбора потребителей электроэнергии в группы источников питания;

– в [123, 125, 126, 139] – предложено использование коэффициента, учитывающего ожидаемые потери в линиях питания;

– в [122, 134, 141] – предложен новый метод определения мощности силового трансформатора источника питания;

– в [148] – предложен способ формирования уровня силовых пунктов;

– в [141, 151, 153, 154] – предложен способ учета влияния потребителей с рекуперацией электрической энергии на структуру системы цехового электроснабжения.

Результаты исследований, изложенные в [103, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 134, 138, 139, 141, 147, 148, 151, 152, 153, 154], были получены в Запорожском национальном техническом университете.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертации докладывались, обсуждались и получили одобрение на:

- Всеукраинской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Електромеханічні системи, методи моделювання та оптимізації» (г. Кременчуг, 2007 г., 2008 г.);
- Международной научно-практической конференции «Проблемы энергообеспечения предприятий АПК и сельских территорий» (г. Санкт-Петербург, 2008 г.);
- 2-й Международной научно-технической конференции «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах» (г. Луцк, 2008 г.);
- 6-й Международной научно-технической конференции «Математичне моделювання в електротехніці й електроенергетиці» (г. Львов, 2009 г.);

- Международной научно-технической конференции «Проблемы энергосбережения в агропромышленной та природоохранной сферах» (г. Киев, 2010 г.);
- 5-й Международной научно-технической конференции «Керування режимами роботи об'єктів електричних та електромеханічних систем» (г. Донецьк, 2011 г.);
- 18-й Международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизованого електропривода» (г. Одесса, 2011 г.);
- Международной научно-практической конференции «Проблемы энергозабезпечення та енергосбереження в АПК України» (г. Харьков, 2011 г.);
- Всеукраинской научно-технической конференции преподавателей, аспирантов и студентов «Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів» (г. Донецьк, 2012 г.);
- 6-й Международной научно-технической конференции «Керування режимами роботи об'єктів електричних та електромеханічних систем» (г. Донецьк, 2013 г.);
- 1-й Международной научно-технической конференции «Современные проблемы электроэнергетики. Алтай – 2013» (г. Барнаул, 2013 г.);
- Международной научно-практической интернет-конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании» (г. Одесса, 2013 г.);
- Научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов ЗНТУ, г. Запорожье, 2008-2014 гг.

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 19 печатных работах. Из них 10 – в специализированных изданиях, 2 зарубежные публикации, 2 патента Украины на полезную модель, 5 тезисов и материалов конференций.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех разделов, общих выводов, списка использованных источников и

приложений. Основная часть диссертации изложена на 130 страницах машинописного текста, содержит 49 рисунков, 12 таблиц, список использованных источников из 158 наименований. Приложения изложены на 25 страницах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року / [Стогній Б. С., Кириленко О. В., Праховник А. В. та ін.]. – К. : Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.

2. Шкрабець Ф. П. Класифікація і структура втрат електроенергії / Ф. П. Шкрабець, Ю. В. Куваєв, Д. В. Ципленков, П. Ю. Красовський // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Випуск 3/2005 (44). С.122-124. – ISSN 1995-0519.

3. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства. В 5 кн. Кн. 5. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях: практ. пособие / под общ. ред. В. А. Веникова. – М. : Высш. шк., 1990. – 143 с.: ил. – ISBN 5-06-000457-0.

4. Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 122 с.

5. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений / Э. А. Трахтенгерц – М.: СИНТЕГ, 1998. – 360 с.

6. Автоматизированный электропривод / под ред. И. Ф. Ильинского, М. Г. Юнькова – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 544 с. – ISBN 5-283-00572-0.

7. ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

8. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Кудрин Б. И. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 414 с.

9. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. И. Кудрин, В. В. Прокопчик. – Минск: Высш. шк., 1988. – 358 с.

10. Мельников М. А. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие / Мельников М. А. – Томск : Изд. ТПУ, 2000. – 144 с.

11. Шидловский А.К. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий / Шидловский А.К., Вагин Г.Я., Куренный Э.Г. – М. : Энергоатомиздат, 1992. – 224 с.

12. Дирацу В. С. Электроснабжение промышленных предприятий / В. С. Дирацу и др. – К.: Вища школа, 1974. – 280 с.

13. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров, В. В. Каменова. – М.: Энергия, 1984. – 472 с.

14. Барыбин Ю. Г. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / [Под ред. Барыбина Ю. Г. и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.

15. Крупович В. И. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / [Под ред. Круповича В. И., Барыбина Ю. Г., Самовера М. Л.]. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 406 с.

16. Федоров А. А. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети. – 2-е изд., перераб. и доп. / [Под общ. ред. Федорова А. А., Сербиновского Г. В.]. – М. : Энергия, 1980. – 567 с.

17. Федоров А. А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2т. / [Под общ. ред. Федорова А. А.]. – М. : Энергоатомиздат, 1987.

Т.2. Электрооборудование. – 1987. – 592 с.

18. Федоров А. А. Электроснабжение промышленных предприятий / А. А. Федоров, Э. М. Ристхейн. – М. : Энергия, 1981. – 360 с.

19. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет / [Овчаренко А. С., Рабинович М. Л., Мозырский В. И., Розинский Д. И.]. – К. : Техника, 1985. – 279 с.

20. ДСТУ 2790-94 Системи електропостачальні номінальною напругою понад 1000 В: джерела, мережі, перетворювачі та споживачі електричної

енергії. Терміни та визначення.- [Чинний від 1996-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 18 с.

21. Федоров А. А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2т. / [Под общ. ред. Федорова А. А.]. – М. : Энергоатомиздат, 1986.

Т.1. Электроснабжение. – 1986. – 568 с.

22. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок / Б.Ю. Липкин. – М. : Высш.шк., 1990. – 366 с.

23. ДСТУ 2791-94. Системи електропостачальні номінальною напругою до 1000 В: джерела, мережі, перетворювачі та споживачі електричної енергії. Терміни та визначення.- [Чинний від 1996-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 18 с.

24. Заболотний А. П. Модель визначення топології мережі електропостачання / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаєва // Електротехніка та електроенергетика – 2012. - № 2. – С. 61-66. – ISSN 1607-6761.

25. Заболотный А. П. Модель определения топологии системы электроснабжения / А. П. Заболотный, Д. В. Федоша, А. И. Кузьменко // Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика» – 2011. - №11(186). – С. 146-149. – ISSN 2074-2630.

26. Денисов В. И. Техничко-экономические расчеты в энергетике. Методы экономического сравнения вариантов / Денисов В. И. – М. Энергоатомиздат, 1985. – 216 с.

27. Копытов Ю. В. Экономия электрической энергии в промышленности / Ю. В. Копытов, Б. А. Чуланов. – М. :Энергоатомиздат, 1982. - 110 с.

28. Железко Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях / Железко Ю. С. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.

29. Пяткин А. М. Экономия энергоресурсов: резервы и факторы эффективности / А. М. Пяткин, И. А. Шадрухин. – М. : Знание, 1982. – 64с.

30. Братковська К. О. Економічні важелі реалізації програм енергозбереження на підприємствах обробного профілю. : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец 08.00.04 – економіка та управління підприємствами / К. О. Братковська; НТУ «Харківський політехнічний інститут» – Харків., 2013.– 20 с.

31. ДСТУ 2155-93. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження. - [Чинний від 1995-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1993. – 42 с.

32. Ключев В. И. Теория электропривода: Учебн. для вузов / В. И. Ключев – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с. – ISBN 5-283-00642-5.

33. Фираго Б.И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – М.: ЗАО Техноперспектива, 2004. -527 с. – ISBN: 985-6591-20-1.

34. Прайс-лист компании „Mitsubishi Electric" [Электронный ресурс]: по данным Mitsubishi Drives Solutions from CDL 2010 р. – Режим доступа к прайс-листу:

[http://www.downloadcentre.net/pdf\\_downloads/DrivesSolutionsBrochureCDL.pdf](http://www.downloadcentre.net/pdf_downloads/DrivesSolutionsBrochureCDL.pdf).

35. Прайс-лист компании „Schneider Electric,, [Электронный ресурс]: по данным каталога компании «Спекір-М» 2010 р. – Режим доступа к прайс-листу: [http://www.spektrm.ru/ category\\_goods 41.htm](http://www.spektrm.ru/category_goods_41.htm).

36. Прайс-лист компании „Siemens” [Электронной ресурс]: по данным каталога продукции Siemens A&D 2010 р. - Режим доступа до прайс-листу: (<http://www.kubtrade.ru/siemens/ 10009374>).

37. Преобразователь частоты Altivar 71 [Электронный ресурс]: по данным каталога продукции компании „Шнейдер Электрик Украина,, – Режим доступа к каталогу <http://www.schneider-electric.ua>.

38. Sinamics G110, Sinamics G120 - стандартные преобразователи. Sinamics G110D, Sinamics G120D - децентрализованные



преобразователи. [Электронный ресурс]: Каталог каталога продукции Siemens D 11.1 2009. – Режим доступа к каталогу: <http://www.siemens.ua>.

39. Герасимьяк Р. П. Енергетичні показники електроприводів підйомних механізмів / Р.П. Герасимьяк, Д.О. Махорюва, // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2009. – Вип.73. – С.31-35. – ISSN 0132-392X.

40. Герасимьяк Р. П. Застосування перетворювачів частоти з функцією рекуперації електричної енергії для порталних кранів / Р. П. Герасимьяк, С. П. Савич // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2010. – № 1. – С. 37-40. – ISSN 2221-3805. – ISSN 2221-3937.

41. Зорин В. В. Системы электроснабжения общего назначения / В. В. Зорин, В. В. Тесленко. – Чернигов : ЧГТУ, 2005. – 341 с. – ISBN 966-7496-15-5.

42. Масліченко С. Енергоефективність в Україні: сучасний стан і перспективи: звіт у рамках проекту «Покращення політики енергозбереження в Україні» / С. Масліченко, О. Данілін. – К. : УЦЕПА, 2005. – 36 с.

43. Киреева Э. А. Рациональное использование электроэнергии в системах промышленного электроснабжения / Киреева Э. А. – М. : НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 76 с. – ISSN 0013-7278.

44. Анчарова Т. В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях / Анчарова Т. В., Гамазин С. И., Шевченко В. В. – М. : Высш.шк., 1990. – 143 с.

45. Овчаренко А. С. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий / Овчаренко А. С. – К. : Техника, 1989. – 287 с.

46. Красовський П. Ю. Експлуатаційна динаміка втрат електричної енергії в елементах систем електропостачання. : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец 05.09.03 - електротехнічні комплекси та системи / П. Ю. Красовський; ДВНЗ "Національний гірничий університет" – Дніпропетровськ., 2014.– 20 с.

47. Krasovskiy P. Operating dynamics of parameters and technical losses in the components of power supply systems / P. Krasovskiy, D. Tsyplenkov,

O. Nesterova // Energy Efficiency Improvements of Geotechnical Systems, Taylor & Francis Group, London, UK. – 2013/ – P. 113-119. – ISBN 978-1-138-00126-8.

48. Красовський П. Ю. Складові втрат електроенергії в елементах систем електропостачання / П. Ю. Красовський // Вісник ДНУЗТ імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 27. – 2009. – С.77-80.

49. Дьяченко В. В. Методи забезпечення енергоефективності систем електропостачання промислових підприємств.: автореф. дис. на здобуття наук. ступення канд.техн.наук: спец 05.09.03 - електротехнічні комплекси та системи / В. В. Дьяченко; Кременчуцький нац. ун-т ім. М. Остроградського – Кременчук, 2012.– 21 с.

50. Ермилов А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Ермилов. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.

51. Князевский Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. – М. : Высш.школа, 1986. – 400 с.

52. Василега П.О. Електропостачання : Навчальний посібник / П.О. Василега. – Суми : ВТД “Університетська книга”, 2008. – 415 с. – ISBN 978-966-680-336-8.

53. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А.А. Федоров, В.В. Каменева – М.: Энергоатомиздат, 1979. – 408 с.

54. Гительсон С.М. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий / С. М. Гительсон. – М. : Энергия, 1971.– 256 с.

55. Постников Н.П. Электроснабжение промышленных предприятий: Учеб. для техникумов / Н.П. Постников, Г.М. Рубашов. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Л : Стройиздат. Ленингр.отд-ние, 1989. – 352 с.

56. ГОСТ 29322-92 Стандартные напряжения. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005. – 6 с.

57. Назаров В.В. Распределительная электрическая сеть / В.В. Назаров // Енергетика та Електрифікація. – 2008. – № 5. – С. 35-38. – ISSN 0424-9879.

58. Барыбин Ю. Г. Справочник по проектированию электроснабжения / [Под ред. Ю. Г. Барыбина и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с. – ISBN 5-283-01032-5.

59. Веников В. А. Экономические интервалы при выборе оптимальных вариантов энергетических объектов и их применение при технико-экономических расчетах электропередач / В. А. Веников, Ю. Н. Астахов // Энергетика и автоматика. – 1962. – №3 – С. 13-15.

60. Винославский В. Н. Определение сечений проводов и кабелей шахтных электрических сетей из условия минимальных расчетных затрат / В. Н. Винославский // Известия вузов СССР. Горный журнал. – 1969. – №9. – С. 14-16.

61. Свидерский В. Ф. Выбор сечений кабелей городской сети по экономическим интервалам с учетом динамики роста нагрузки / В. Ф. Свидерский // Энергетика. – 1972. – № 12. – С. 43-46.

62. Винославский В. Н. Расчет электрических распределительных сетей / В. Н. Винославский – К.: Техніка, 1974. – 88 с.

63. Блок В. М. Выбор оптимальных сечений проводов и кабелей по кривым экономических интервалов / В. М. Блок // Электричество. – 1975. – № 1. – С. 78-80. – ISSN 0013-5380

64. Блок В.М., Гусева С.А. Универсальные номограммы экономических интервалов для выбора сечений проводов и кабелей. Рига: Изд-во РПИ, 1977.

65. Курапин В. Н. Выбор сечения проводников по экономической плотности тока / В. Н. Курапин // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 51-52. – ISSN 1995-5685.

66. Зуев Э. Н. Экономическая плотность тока в кабельных линиях 6 – 10 кВ в современных условиях / Э. Н. Зуев // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2004. – №5. – С. 43-46. – ISSN 1995-5685.

67. Фрайштетер В. П. Выбор экономически обоснованного сечения проводов и жил кабелей линий электропередачи при проектировании / В. П. Фрайштетер, Мартьянов А. С. // Нефтяное хозяйство. – 2011. – №4. – С. 117-121. – ISSN 0028-2448.

68. Правила улаштування електроустановок. Четверте видання, перероблене й доповнене – Х. : Вид-во «Форт», 2011. – 736 с.

69. Камінський А. В. Математичне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи / А. В. Камінський; Вінницький національний технічний університет – Вінниця., 2014. – 19 с.

70. Методика визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику: ГКД 340.000.001-95: Затв. наказом Міненерго України від 23.02.95 № 1 за узгодженням з Мінекономіки України (лист від 06.01.95 №44-67/7) та Держкоммістобудування України (лист від 04.01.95 №10/1) та введені в дію з 01.03.95. – Київ, 1995. – 34 с.

71. Федоров А.А. Определение условных функций затрат в системе электроснабжения / А.А. Федоров, С.В. Садчиков // Труды Московского энергетического института .– 1982.– выпуск 558. – С. 79 – 86. – ISSN 0234-9124.

72. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров – М.: Энергия, 1967. – 387 с.

73. Бутков А. Н. Определение центра нагрузок при выборе источника питания электроэнергии / А. Н. Бутков // Электрические станции – 1957. – №6. – С. 14-15. – ISSN 0201-4564.

74. Федоров А. А. Характеристики и алгоритмы формирования и отбора вариантов систем промышленного электроснабжения. / А. А. Федоров, С. В. Садчиков. // Электричество.– 1982.– №2. – С. 27-31. – ISSN 0013-5380.

75. Каждан А. Э. Центр сети / А. Э. Каждан // Известия высших учебных заведений. Электромеханика – 1968. – №3. – С. 35-37. – ISSN 0136-3360.

76. Чмутов А.П. Сетевая модель для построения распределительной сети электроснабжения оптимальной конфигурации/ А.П. Чмутов. // Труды Ленинградского инженерно-экономического института. – 1971. – Вып. 86. – С.246-254.

77. Каменева В. В. Определение местоположения главных понизительных или распределительных подстанций промышленных предприятий / В. В. Каменева // Электричество. – 1970. – №9. – С. 23-27. – ISSN 0013-5380.

78. Каменева В. В. К вопросу определения местоположения главных понизительных или распределительных подстанций промышленных предприятий / В. В. Каменева, Э. А. Киреев // Электричество. – 1972. – №3. – С. 83-84. – ISSN 0013-5380.

79. Каменева В. В. Область рассеяния центра электрических нагрузок / В. В. Каменева – М.: МЭИ, 1971. – 127 с.

80. Федоров А.А., Каменева В.В., Хмель С.Р. Определение тела рассеяния центра электрических нагрузок для оптимального размещения питающих подстанций промышленных предприятий / А. А. Федоров, В. В. Каменева, С. Р. Хмель // Электричество. – 1974. – №8. – С. 22-25. – ISSN 0013-5380.

81. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 416 с.

82. Гольденблат Б. И. Применение математического оптимального программирования для задач электроснабжения промышленных предприятий / Б. И. Гольденблат // Электричество. – 1971. – №2. – С. 36-38. – ISSN 0013-5380.

83. Гольденблат Б. И. К вопросу выбора места расположения центров питания электроэнергией на промышленных предприятиях / Б. И. Гольденблат // Промышленная энергетика. – 1992. – №6. – С. 30-32. – ISSN 0033-1155.

84. Каждан А. Э. К определению оптимальной конфигурации электрической сети / А. Э. Каждан // Известия высших учебных заведений. Электромеханика – 1964. – №8. – С. 964-970. – ISSN 0136-3360.

85. Каялов Г. М. Построение конфигурации воздушной электрической сети на основе геометрического решения общей проблемы Штейнера / Г. М. Каялов, А. Э. Каждан // Известия высших учебных заведений. Электромеханика – 1967. – №1. – С. 34-41. – ISSN 0136-3360.

86. Каялов Г. М. Геометрические принципы размещения цеховых подстанций / Г. М. Каялов, Г. А. Балабанян // Электричество. – 1972. – №8. – С. 23-29. – ISSN 0013-5380.

87. Основы построения промышленных электрических сетей / Г. М. Каялов, А. Э. Каждан, И. Н. Ковалев, Э. Г. Куренный – М.: Энергия, 1978. – 352 с.

88. Дашков В. М. Разработка и исследование системы автоматизированного проектирования цеховых электрических сетей машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий. : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы / В. М. Дашков; МЭИ – М., 1980. – 20 с.

89. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И. П. Норенков – М.: Высшая школа, 1980. – 311 с.

90. Кирпа А. И. Определение оптимальной конфигурации внутризаводской сети / А. И. Кирпа, А. М. Харченко // Труды Московского энергетического института – 1976. – вып. 304. – С. 58–60. – ISSN 0234-9124.

91. Качан Ю.Г. Распределение электрической нагрузки по узлам внутризаводской сети с учетом фактора энергосбережения / Ю.Г. Качан, В.В. Дьяченко // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.-техн.зб. – 2005. – Вип.74. – С.20-24. – ISSN 0201-7814.

92. Качан Ю.Г. Алгоритм синтеза оптимальной энергоэффективной системы электроснабжения промышленных предприятий / Ю.Г. Качан, В.В. Дьяченко // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.-техн.зб. – 2010. – Вип. 85. – С. 11-14. – ISSN 0201-7814.

93. Довженко С.В. Методика построения рациональных систем Электроснабжения / С.В. Довженко, К.Д. Захаров // Вести высших учебных заведений черноземья – 2008 – №3(13). С. 58–60. – ISSN 1815-9958.

94. Веников В.А. Математические модели формирования оптимальных схем электроснабжения при автоматизированном проектировании / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Ю.М. Тюханов. // Электричество, 1983. – №1 . – С. 17-22. – ISSN 0013-5380.

95. Тюханов Ю.М. Математическая модель задачи группировки электроприемников по силовым пунктам / Тюханов Ю.М. // Промышленная энергетика. –1980. – №8. – С. 21-22. – ISSN 0033-1155.

96. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики. / В.Н. Костин – СПб.: СЗТУ, 2003 – 120 с.

97. Скоробогатова В.И. Методологическая концепция формирования рациональной электрической схемы системы промышленного электроснабжения/ В.И. Скоробогатова, В.В. Дьяченко // Электричний журнал. - 1995. - № 1. – С. 40-47. – ISSN 1607-6761.

98. Скоробогатова В.И. Метод решения топологической задачи применительно к промышленным электрическим сетям // В.И. Скоробогатова, В.В. Дьяченко // Электричний журнал. - 1996. - №1. – С. 34-37. – ISSN 1607-6761.

99. Скоробогатова В. І. Наукові основи оцінювання енергетичних і структурних станів діючих систем електропостачання промислових

підприємств. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктор. техн.наук: спец. 05.09.03.- Електротехнічні комплекси і системи / В. І. Скоробогатова; Національна гірнича академія України. – Днепропетровск, 1999.– 29 с.

100. Дьяченко В. В. Методи забезпечення енергоефективності систем електропостачання промислових підприємств.: автореф. дис. на здобуття наук. ступення канд.техн.наук: спец 05.09.03 - електротехнічні комплекси та системи / В. В. Дьяченко; Кременчуцький нац. ун-т ім. М. Остроградського – Кременчук, 2012.– 21 с.

101. Паин Б. С. Применение открытой модели транспортной задачи для оптимизации электроснабжения промышленного объекта / Б. С. Паин, И. Д. Хомяк. // Промышленная энергетика. –1974. – № 2. – С.36-38. – ISSN 0033-1155.

102. Щукин Б.Д. Применение математических и эвристических методов в САПР цеховых электрических сетей/ Б.Д. Щукин, В.М. Дашков. // Известия вузов. Электромеханика – 1981. – № 2, С. 219-221. – ISSN 0316-3360.

103. Удосконалений метод потенційної функції для формування оптимальної структури розподільчої мережі / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, Н. Л. Криворученко, О. О. Яценко // Електротехніка та електроенергетика – 2008. – № 1. – С. 74-80. – ISSN 1607-6761.

104. Левитин Ананий. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. : Пер. с англ. / Ананий Левитин. – М. : Издательский дом «Вильямс».– 2006. – 576 с. – ISBN: 5-8459-0987-2.

105. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. : Пер. с англ. / Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1296 с. – ISBN 978-5-8459-0857-5. – ISBN 0-07-013151-1.

106. Аракелов В. Е. Комплексная оптимизация энергоустановок промышленных предприятий / В. Е. Аракелов – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 161 с.



107. Поликарпов Е. А. Об оптимизации систем промышленного электроснабжения / Е. А. Поликарпов // Промышленная энергетика. – 2001. – №8. – С. 27-29. – ISSN 0033-1155.

108. Мокін Б. І. Комп'ютерне моделювання процесу пошуку оптимальних перерізів кабельних ліній / Б. І. Мокін, А. В. Камінський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2001. – №5. – С. 49-54. – ISSN 1997-9266.

109. Мокін Б. І. Комп'ютерне моделювання процесів пошуку центру електричної мережі / Б. І. Мокін, А. В. Камінський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003. – №2. – С. 80-85. – ISSN 1997-9266.

110. Мокін Б. І. Потенційно оптимальні розв'язки математичних моделей процесів пошуку оптимальних рішень / Б. І. Мокін, А. В. Камінський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2002. – № 1. – С. 80-84. – ISSN 1997-9266.

111. Мокін Б. І. Потенційно оптимальні розв'язки та граничні значення параметрів математичних моделей процесів пошуку оптимальних рішень / Б. І. Мокін, А. В. Камінський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003. – №6. – С. 376-381. – ISSN 1997-9266.

112. Айзерман М.А. Метод потенциалних функцій в теорії навчання машин. / М. А. Айзерман, Э. М. Браверман, О. И. Розеноэр – М.:Наука, 1970. – 383 с.

113. Скворцов В. А. Примеры метрических пространств / В. А. Скворцов – М.: МЦНМО, 2002. – 24 с. – ISBN 5-94057-002-X.

114. Бураго Д. Ю. Курс метрической геометрии / Д. Ю. Бураго, Ю. Д. Бураго, С. В. Иванов – М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2004. – 511 с. – ISBN 5-93972-300-4.

115. Зыков А. А. Основы теории графов / А. А. Зыков – М.: «Вузовская книга», 2004. – 662 с. – ISBN 5-9502-0057-8.

116. Богомоллов А. М. Алгебраические основы теории дискретных систем / А. М. Богомоллов, В. Н. Салий – М.: Наука. Физматлит., 1997. – 368 с. – ISBN 5-02-015033-9.

117. Алексеев В. Е. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов – Нижний Новгород: Издательство Нижегородского гос. университета, 2005. – 307 с. – ISBN 5-85747-810-8.

118. Галкина В. А. Дискретная математика. Комбинаторная оптимизация на графах. / В. А. Галкина – М.: Издательство «Гелиос АРВ», 2003. – 232 с. – ISBN 5-85438-069-2.

119. Заболотний А. П. Способ формирования структуры систем цехового электроснабжения / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 2. Том 8. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. – С.86-96. – ISSN 2224-0187.

120. Заболотний А. П. Цільові функції мінімізації втрат при проектуванні розподільчої мережі / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, Н. Л. Криворученко // П'ята всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених і спеціалістів. Тези наукових доповідей. – Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 153-155.

121. Авдєєв І. В. Використання та розвиток методу потенційних поверхонь для побудови розподільчої мережі / І. В. Авдєєв, А. П. Заболотний, Д. В. Федоша // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Випуск 3/2007 (44) ч.2. С.100-102. – ISSN 1995-0519.

122. Оптимізація структури мереж електропостачання підприємств АПК / А. П. Заболотний, О. І. Байша, В. С. Мамбаєва, Д. В. Федоша // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми енергозбереження в агропромисловій та природоохоронній сферах» – Київ: НУБІП, 2010. – С. 43-50.

123. Заболотний А. П. Зниження втрат електроенергії при її передачі та розподіленні. / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаєва // Інтегровані технології та енергозбереження – 2010. – №3. – С. 18-22. – ISSN 2078-5364.

124. Авдєєв І. В. Развитие метода потенциальных поверхностей для построения распределительной сети с минимальными коммуникационными потерями / І. В. Авдєєв, А. П. Заболотний, Д. В. Федоша // Матеріали 2-ї міжнародної науково-технічної конференції «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах» .– Луцьк: ЛНТУ, 2008. – С. 7 – 10.

125. Пат. 61405. Україна. МПК Н02J 3/00. Спосіб формування структури радіальної дворівневої мережі / І.В. Авдєєв, А.П. Заболотний, Д.В. Федоша, В.С. Мамбаєва (Україна). – Заявлено 25.10.2010. № u201012561; Опубл. 25.07.2011. Бюл. № 14.

126. Заболотний А.П. Формалізація процедури вибору коефіцієнта контрастності рельєфу потенційної поверхні при синтезі структури системи цехового електропостачання. / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаєва // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» науково-виробничого журналу. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Випуск 3/2012 (19). С.484-485. – ISSN 2072-2052. – ISSN 2074–9937.

127. Заболотный А. П. Построение оптимальной структуры сетей электроснабжения предприятий АПК. / А. П. Заболотный, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаева // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Проблемы энергообеспечения предприятий АПК и сельских территорий». – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2008. – С. 42-46. – ISSN 0136-5169.

128. Заболотний А.П. Використання та розвиток методу потенційних поверхонь для побудови розподільчої мережі. / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаєва // Вісник Кременчуцького державного

політехнічного університету. Випуск 4/2008 (51) ч.1. С.91-94. – ISSN 1995-0519.

129. Розвиток методу еквіпотенційних контурів для проектування розподільчої мережі. / І. В. Авдєєв, А. П. Заболотний, Д. В. Федоша [та ін.] // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Тематичний випуск «Електроенергетичні та електромеханічні системи». – 2009. – № 637. – С. 3-7. – ISSN 0321-0499.

130. ГОСТ 30830-2002 Трансформаторы силовые. Часть 1. Общие положения – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 28 с.

131. Щербаков Е. Ф. Распределение электрической энергии на предприятиях / Е. Ф. Щербаков, А. Л. Дубов. – Ульяновск: УЛГТУ, 2006. – 106 с. – ISBN 5-89146-850-6.

132. Андерсон Джеймс. Дискретная математика и комбинаторика. : Пер. с англ. / Джеймс Андерсон. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 960 с. – ISBN: 5-8459-0498-6.

133. ГОСТ 9680-77 Трансформаторы силовые мощностью 0,01 кВ·А и более. Ряд номинальных мощностей – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 4 с.

134. Пат. 71713. Україна. МПК Н02J 3/00. Спосіб формування структури радіальної дворівневої мережі / А.П. Заболотний, Д.В. Федоша, В.С. Мамбаєва (Україна). – Заявлено 30.12.2011. № u201115704; Опубл. 25.07.2012. Бюл. № 14.

135. Pisinger David. Knapsack problems. Ph.D. thesis. / David Pisinger – Copenhagen: University of Copenhagen. 1995. – 200 p.

136. Martello Silvano Knapsack problems: algorithms and computer implementations / Silvano Martello, Paolo Toth. – Chichester: JHON WILEY & SONS, 1990. – 287 p. – ISBN:0-471-92420-2.

137. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики / В.Н. Сачков. – М. : Наука, 2004. – 385 с. – ISSN 5-256-00302-X.

138. Ерош И.Л. Дискретная математика. Комбинаторика / И.Л. Ерош. – СПб. : СПбГУАП, 2001. – 37 с.

138. Заболотний А. П. Побудова оптимальної структури мережі електропостачання споживачів АПК. / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, В. С. Мамбаєва // Вісник Харківського національного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Тематичний випуск "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України " – 2009. – № 86. – С. 41-43. – ISSN 2078-5364.

139. Алгоритм визначення оптимальної топології розподільчої мережі / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, Н. А. Кучерук, А. В. Присяжний // Електротехніка та електроенергетика – 2010. – № 1. – С. 62-65. – ISSN 1607-6761.

140. Куренный Э. Г. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий / Э. Г. Куренный, А. К. Шидловский, Г. Я. Вагин – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 224 с.

141. Заболотний А. П. Синтез структури систем цехового електропостачання. / А. П. Заболотний, Д. В. Федоша // Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів. Збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів: 18-19 жовтня 2012 р., м. Донецьк. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – С. 22-23.

142. Киреева Э. А. Электроснабжение цехов промышленных предприятий / Э. А. Киреева, В. В. Орлов, Л. Е. Старикова – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003. – 120 с.

143. Лекции по дискретной математике / Ю. В. Капитонова, С. Л. Кривой, А. А. Летичевский, Г. М. Луцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 624 с. – ISBN 5-94157-546-7.

144. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов. – СПб.: Лань, 2005. – 400 с.

145. Эндрюс Г. Теория разбиений / Г. Эндрюс. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

146. Stanley R.P. Enumerative Combinatorics, Vol. 1. / Stanley P.R. – Cambridge, England: Cambridge University Press, 1997. – 340 p. – ISBN 0-534-06546-5.

147. Федоша Д.В. Оптимальное проектирование систем электроснабжения / Д.В. Федоша // Электротехника та електроенергетика – 2012. - № 1. – С. 60-64. – ISSN 1607-6761.

148. Формирование узлов нагрузки при синтезе структуры ЦЭС радиальной топологии / А.П. Заболотный, Д.В. Федоша, А.М. Меньков, В.С. Мамбаева // Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика» – 2013. – №1(14). – С. 96-99. – ISSN 2074-2630.

149. П. Ф. Вербовой Асинхронные двигатели для тиристорного электропривода. / Заболотный А. П., Вербовой П. Ф., , А. М. Съянов – К.: «Наукова думка», 1994 – 245 с.

150. Савич С. П. Сравнение экономической эффективности альтернативных электроприводов в нестационарных режимах / С. П. Савич // Электротехнічні та комп'ютерні системи – 2012. – № 07 (83). – С. 13-17. – ISSN 2221-3805.

151. Метельский В. П. Синтез структуры систем цехового электроснабжения радиальной топологии, содержащих электроприёмники с рекуперацией./, А. П. Заболотный, Д. В. Федоша, Ю. В. Даус // Ползуновский вестник. – № 4-2. – 2013. – С. 143-147. – ISSN 2672-8821.

152. Федоша Д.В. Формирование узлов загрузки при синтезе структуры ЦЭС содержащей электроприемники с функцией рекуперации / Д.В. Федоша // Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів. Збірник наукових праць I Міжнародної науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів: 17-18 жовтня 2013 р., м. Донецьк . – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – С. 98-99.

153. Заболотный А. П. Побудова структури мереж електропостачання споживачів АПК, що містять джерела «малої генерації» / А. П. Заболотный,

Д. В. Федоша, Ю. В. Даус // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 116 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2011. – С. 20-21.

154. Заболотний А. П. Влияние электроприводов с рекуперацией энергии на структуру системы электроснабжения / А. П. Заболотний, А. С. Купревич, Д.В. Федоша // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2011. – № 03 (79). – С.402-403. – ISSN 2221-3937.

155. McKinney Wes. Python for Data Analysis / McKinney Wes. – Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2012. – 370 p. – ISBN 978-1-4493-1979-3.

156. Idris Ivan. NumPy Cookbook / Idris Ivan. – Packt Publishing, 2012. – 226 p. – ISBN 978-1849518925.

157. Blanco-Silva Francisco J. Learning SciPy for Numerical and Scientific Computing / Francisco J. Blanco-Silva. – Packt Publishing, 2013. – 150 p. – ISBN 978-1782169932.

158. Milovanovic Igor. Python Data Visualization Cookbook / Igor Milovanovic. –Packt Publishing, 2013. – 280p. – ISBN 978-1782163367.