

УДК 621.311.001.57: 330.322.053.3

Оцінка критичних сценаріїв щодо надходження інвестицій у розвиток об'єктів електроенергетики України / Т.П. Нечаєва // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 5–14.

Проведено аналіз існуючих планів та програм щодо розвитку генеруючих потужностей ОЕС України, на підставі яких сформовано варіанти перспектив їх реалізації в залежності від обсягів фінансування. Сценарні розрахунки перспективної структури генеруючих потужностей ОЕС України та показників її функціонування показали, що неналежне інвестування у розвиток генеруючих потужностей може призвести до колапсу електроенергетичної системи України вже після 2030 року, коли почнеться широкомасштабне виведення з експлуатації існуючих потужностей ОЕС навіть при продовженні їх ресурсу. Для стійкої екологічно-прийнятної роботи енергосистеми необхідно вже найближчим часом вирішувати проблему пошуку джерел надходжень інвестицій у галузь, особливо для реалізації таких висококапіталоємних та масштабних проектів з тривалим терміном реалізації, як будівництво нових АЕС та ГАЕС.

Ключові слова: інвестиції, структура генеруючих потужностей, Об'єднана енергетична система.

УДК 620.9:004.942

Балансово-оптимізаційна модель визначення обсягів власного видобутку вугілля та його імпортування з урахуванням впливу заходів з модернізації та реконструкції на техніко-економічні показники функціонування вуглевидобувних підприємств / Т.Р. Білан // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 15–22.

Запропоновано розроблену структуру балансово-оптимізаційної моделі визначення обсягів власного видобутку та імпортування вугілля з урахуванням підвищення конкурентоспроможності галузі за рахунок зменшення собівартості видобутку вугілля на підприємствах державної форми власності після проведення заходів з їх реконструкції та модернізації. Розроблена модель враховує одночасне споживання окремих марок вугілля в умо-

вах обмежених можливостей власного видобутку та обмеженої пропускної здатності морських портів країни. Виконання балансу надходження та споживання вугільної продукції виконується за рахунок її імпортування.

Ключові слова: балансово-оптимізаційна модель, вугілля, імпортування, видобуток, реконструкція, модернізація.

УДК 620.9.002.8

Оцінка стану та прогноз структури палива та енергії для систем тепlopостачання України з урахуванням регіональних особливостей / Г.О. Куц, О.Є. Маляренко, В.В. Станиціна, О.Ю. Богославська // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 23–32.

У роботі проведено аналіз стану систем централізованого тепlopостачання, наведено потенціал альтернативного палива для заміщення природного газу в котельних установках систем тепlopостачання. Визначено обсяги можливого заміщення природного газу альтернативними видами палива за регіонами України. З урахуванням новітніх технологій проведено оцінку можливих прогнозних рівнів теплової енергії, виходячи із умов покриття теплових навантажень окремих видів споживачів, їх енергетичного та економічного розвитку на перспективу. Обчислено прогнозні рівні споживання органічного палива та електроенергії, необхідні для генерації теплової енергії на період до 2040 року.

Ключові слова: тепла енергія, централізована та децентралізована система тепlopостачання, енергоресурси, природний газ, електрична енергія, альтернативні види палива.

УДК 536.7

Моделювання взаємодії комплексу споживачів-регуляторів на основі електричних теплогенераторів в системах тепlopостачання в процесах ущільнення графіків навантажень електроенергетичних систем / В.Д. Білодід, Є.А. Ленчевський // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 33–39.

Запропонована математична модель для опису загальних положень щодо взаємодії комплексу керованих споживачів-регуляторів на основі електричних теплогенераторів в системах централізованого теплопостачання із діючими засобами забезпечення режимів навантаження в енергосистемах в процесах ущільнення графіків електричних навантажень. Запропонована модель передбачає врахування особливостей роботи електроенергетичної системи з включення у режими регулювання навантажень електричних теплогенераторів, розміщених у різних містах країни, і враховує основні характеристики цих систем теплопостачання. Сформовані алгоритми обмежень на застосування електричних теплогенераторів виходячи з можливостей роботи окремих систем теплопостачання. Приведені в роботі результати можуть бути використані для подальшого розвитку ідеї використання нового методу регулювання навантажень енергосистем з використанням споживачів-регуляторів на основі електричних теплогенераторів та для розрахунку оптимальних параметрів взаємодії електроенергетичної системи та комплексу систем централізованого теплопостачання, що забезпечуватиме максимальну ефективність їх сумісної роботи (економічну та технічну).

Ключові слова: Об'єднана енергосистема України, споживачі-регулятори (СР), електричні теплогенератори (ЕТГ), математична модель.

УДК 620.9

Аналіз коефіцієнтів проміжного споживання таблиць «Витрати-випуск» за даними статистичних служб України та Євросоюзу / А.І. Спітковський, І.Ч. Лещенко, М.В. Лебідь // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 40–51.

Наведено опис та результати роботи нового програмно-інформаційного блоку «LEON», який використовується для підготовки вихідних даних для розрахунків з використанням моделей міжгалузевого балансу. Цей блок дозволяє агрегувати дані міжгалузевого балансу, який щорічно розробляється Державною службою статистики України у форматі електронних таблиць MS Excel, та проводити обробку даної інформації з метою визна-

чення коефіцієнтів проміжного споживання. Наведено розраховані коефіцієнти з використанням даних Держстату України за 2012–2015 роки та даних Статистичного бюро Європейського Союзу за 2005–2007 роки. Показано, що дані Держстату України не можуть бути використані у моделях міжгалузевого балансу через значні розбіжності за роками, водночас, дані Євросоюзу виявляються повністю придатними для використання у моделі Леонтьєва.

Ключові слова: таблиці міжгалузевого балансу, модель «витрати-випуск» Леонтьєва, агрегування, коефіцієнти проміжного споживання.

УДК 621.31

Дослідження графіків електричних навантажень енергосистеми для визначення можливостей їх ущільнення шляхом використання електричних теплогенераторів / В.О. Дерій, О.В. Згуровець // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4 (51). – С. 52–60.

Проведено детальний аналіз «нічних провалів» ГЕН в різні періоди 2016 р. Запропоновано апроксимувати цю частину графіка поліномом другого ступеня. Для кожного місяця 2016 р. визначені середні коефіцієнти функції апроксимації та їх відносні відхилення. Досліджено вплив температури зовнішнього повітря та тривалості світлового дня на нічний провал ГЕН. Визначено коефіцієнти кореляції та запропоновано аналітичні вирази, які дозволяють в першому наближенні враховувати цей вплив. Визначено максимальні швидкості зміни потужності в ОЕС України під час нічного провалу та фактори впливу на них.

Отримані результати дозволять диспетчерам енергосистеми спрогнозувати необхідні величини потужності електричних теплогенераторів та швидкість їх змін під час нічних провалів ГЕН, а диспетчерам СЦТ – зміну теплопродуктивності котлів.

Ключові слова: ОЕС України, графік електричних навантажень, нічний провал, потужність, температура, електроенергія.

УДК. 622.613.124

Підвищення ефективності спалювання низько-реакційного вугілля у вихрових пальниках котлів при пилоподачі з високою концентрацією під тиском / Л.О. Кєсова, Ю.М. Побіровський, П.П. Меренгер // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4(51). – С. 61–66.

Наведено результати досліджень роботи вихрових пальників котла ТПП-210А енергоблока 300 МВт при традиційній і висококонцентрованої пилоподачі з впливом цих технологій на ефективність спалювання низькорекційного вугілля. Оцінено ефект використання транспортуючого повітря при висококонцентрованої пилоподачі на роботу котла. Результати досліджень підтверджують можливість використання проектних пальників котла ТПП-210А при переводі його на подачу пилу з високою концентрацією під тиском (ПВКт). Технологія ПВКт дозволяє підвищити ефективність роботи вихрових пальників, знизити хімічний і механічний недопал і збільшити ККД бруто котла в діапазоні регулювання на 0,383–1,02%.

Ключові слова: котел, вихровий пальник, пилоподача, висока концентрація.

УДК 621.311

Економічний аналіз використання технологій перетворення енергії на ТЕС України / В.С. Коберник // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 4(51). – С. 67–72.

Проведені техніко-економічні розрахунки і порівняння перспективних проектів нового будівництва і реконструкції енергоблоків ТЕС за різними технологіями, що забезпечують досягнення сучасних норм викидів основних забруднюючих речовин. Проаналізовано вплив курсу гривні до долара і цін на вугілля та газ на середню вартість електричної енергії за життєвий цикл при впровадженні нових технологій перетворення енергії на ТЕС.

Ключові слова: теплова електрична станція, надкритичні параметри пари, циркулюючий киплячий шар, очищення димових газів, вартість електричної енергії.

УДК 621.311.001.57: 330.322.053.3

Оценка критических сценариев по поступлению инвестиций в развитие объектов электроэнергетики Украины / Т.П. Нечаева // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 5–14.

Проведен анализ существующих планов и программ по развитию генерирующих мощностей ОЭС Украины, на основании которых сформировано варианты перспектив их реализации в зависимости от объемов финансирования. Сценарные расчеты перспективной структуры генерирующих мощностей ОЭС Украины и показателей ее функционирования показали, что ненадлежащее инвестирование в развитие генерирующих мощностей может привести к коллапсу электроэнергетической системы Украины уже после 2030 года, когда начнется широкомасштабный вывод из эксплуатации существующих мощностей ОЭС даже при продолжении их ресурса. Для устойчивой экологически приемлемой работы энергосистемы необходимо уже в ближайшее время решать проблему поиска источников поступления инвестиций в отрасль, особенно для реализации таких высококапиталоемких и масштабных проектов с длительным сроком реализации, как строительство новых АЭС и ГАЭС.

Ключевые слова: инвестиции, структура генерирующих мощностей, Объединенная энергетическая система.

УДК 620.9:004.942

Балансово-оптимизационная модель определения объемов собственной добычи угля и его импортирования с учетом влияния мероприятий по реконструкции и модернизации на технико-экономические показатели функционирования угледобывающих предприятий / Т.Р. Белан // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4(51). – С. 15–22.

Предложена разработанная структура балансово-оптимизационной модели определения объемов собственной добычи и импортирования угля с учетом увеличения конкурентности отрасли за счет уменьшения себестоимости добычи угля на предприятиях государственной формы собственности после проведения мероприятий по их реконструк-

ции и модернизации. Разработанная модель учитывает одновременное потребление отдельных марок угля в условиях ограниченных возможностей собственной добычи и ограниченной пропускной способности морских портов страны. Соблюдение баланса поступления и потребления угольной продукции выполняется за счет её импортирования.

Ключевые слова: балансово-оптимизационная модель, уголь, импортирование, добыча, реконструкция, модернизация.

УДК 620.9.002.8

Оценка состояния и прогноз структуры топлива и энергии для систем теплоснабжения Украины с учетом региональных особенностей / Г.А. Куц, Е.Е. Маляренко, В.В. Станицына, О.Ю. Богославская // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 23–32.

В работе проведен анализ состояния систем централизованного теплоснабжения, приведен потенциал альтернативного топлива для замещения природного газа в котельных установках систем теплоснабжения. Определены объемы возможного замещения природного газа альтернативными видами топлива по регионам Украины. С учетом новейших технологий проведена оценка возможных прогнозных уровней тепловой энергии, исходя из условий покрытия тепловых нагрузок отдельных видов потребителей, их энергетического и экономического развития на перспективу. Рассчитаны прогнозные уровни потребления органического топлива и электроэнергии, необходимые для генерации теплоэнергии на период до 2040 года.

Ключевые слова: тепловая энергия, централизованная и децентрализованная система теплоснабжения, энергоресурсы, природный газ, электрическая энергия, альтернативные виды топлива.

УДК 536.7

Моделирование взаимодействия комплекса потребителей-регуляторов на основе электрических теплогенераторов в системах теплоснабжения в процессах уплотнения графиков

нагрузок электроэнергетических систем / В.Д. Белодед, Е.А. Ленчевский // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4(51). – С. 33–39.

Предложена математическая модель для описания общих положений по взаимодействию комплекса управляемых потребителей-регуляторов на основе электрических теплогенераторов в системах централизованного теплоснабжения с действующими средствами обеспечения режимов нагрузки в энергосистемах в процессах уплотнения графиков электрических нагрузок. Предложенная модель предполагает учет особенностей работы электроэнергетической системы по включению в режимы регулирования нагрузок электрических теплогенераторов, расположенных в разных городах страны, и учитывает основные характеристики этих систем теплоснабжения. Сформированы алгоритмы ограничений на применение электрических теплогенераторов исходя из возможностей работы отдельных систем теплоснабжения. Приведённые в работе результаты могут быть использованы для дальнейшего развития идеи использования нового метода регулирования нагрузок энергосистем с использованием потребителей-регуляторов на основе электрических теплогенераторов и для расчёта оптимальных параметров взаимодействия электроэнергетической системы и комплекса систем централизованного теплоснабжения, обеспечивать максимальную эффективность их совместной работы (экономическую и техническую).

Ключевые слова: Объединенная энергосистема Украины, потребители-регуляторы (ПР), электрические теплогенераторы (ЭТГ), математическая модель.

УДК 620.9

Анализ коэффициентов промежуточного потребления таблиц «Затраты-выпуск» по данным статистических служб Украины и Евросоюза / А.И. Спитковский, И.Ч. Лещенко, М.В. Лебедь // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 40–51.

Приведены описание и результаты работы программно-информационного блока «LEON», который используется для подготовки входных данных

для расчетов с использованием моделей межотраслевого баланса. Этот блок позволяет агрегировать данные межотраслевого баланса, которые ежегодно разрабатываются Государственной службой статистики Украины в формате электронных таблиц MS Excel, и проводить обработку данной информации в целях определения коэффициентов промежуточного потребления. Приведены расчетные коэффициенты с использованием данных Госстата Украины за 2012–2015 годы и данных Статистического бюро Европейского Союза за 2005–2007 годы. Показано, что данные Госстата Украины не могут быть использованы в моделях межотраслевого баланса из-за значительных расхождений по годам, одновременно, данные Евросоюза являются полностью пригодными для использования в модели Леонтьева.

Ключевые слова: таблицы межотраслевого баланса, модель «затраты-выпуск» Леонтьева, агрегирование, коэффициенты промежуточного потребления.

УДК 621.31

Исследование графиков электрических нагрузок энергосистем для определения возможности их уплотнения путём использования электрических теплогенераторов / В.А. Дерий, А.В. Згуровец // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 52–60.

Проведен детальный анализ «ночных провалов» ГЭН в разные периоды 2016 г. Предложено аппроксимировать эту часть графика полиномом второй степени. Для каждого месяца 2016 г. определены средние коэффициенты функции аппроксимации и их относительные отклонения. Исследовано влияние температуры внешнего воздуха и продолжительности светового дня на ночной провал ГЭН. Определены коэффициенты корреляции и предложены аналитические выражения, которые позволяют в первом приближении учесть это влияние. Определены максимальные скорости смены мощности в ОЭС Украины во время ночных провалов и факторы влияния на них.

Полученные результаты позволят диспетчерам энергосистем спрогнозировать необходимые величины мощности электрических теплогенераторов и скорость их изменения во время ночных

провалов ГЭН, а диспетчерам СЦТ – изменение теплопроизводительности котлов.

Ключевые слова: ОЭС Украины, график электрических нагрузок, ночной провал, мощность, температура, электроэнергия.

УДК. 622.613.124

Повышение эффективности сжигания низкорекреационного угля в вихревых горелках котлов при пылеподаче с высокой концентрацией под давлением / Л.А. Кесова, Ю.Н. Побировский, П.П. Меренгер // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4(51). – С. 61–66.

Приведены результаты исследований работы вихревых горелок котла ТПП-210А энергоблока 300 МВт при традиционной и высококонцентрированной пылеподаче с влиянием этих технологий на эффективность сжигания низкорекреационного угля. Оценен эффект использования транспортирующего воздуха при высококонцентрированной пылеподаче на работу котла.

Результаты исследований подтверждают возможность использования проектных горелок котла ТПП-210А при переводе его на подачу пыли с высокой концентрацией под давлением (ПВКд). Технология ПВКд позволяет повысить эффективность работы вихревых горелок, снизить химический и механический недожог и увеличить КПД брутто котла в диапазоне регулирования на 0,383–1,02%.

Ключевые слова: котел, вихревая горелка, пылеподача, высокая концентрация.

УДК 621.311

Экономический анализ использования технологий преобразования энергии на ТЭС Украины / В.С. Коберник // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 4(51). – С. 67–72.

Проведены технико-экономические расчеты и сравнение перспективных проектов нового строительства и реконструкции энергоблоков ТЭС по различным технологиям, обеспечивающих достижение современных норм выбросов основных загрязняющих веществ. Проанализировано влияние курса гривны к доллару и цен на уголь и газ на среднюю стоимость электрической энергии за жизненный цикл при внедрении новых технологий преобразования энергии на ТЭС.

Ключевые слова: тепловая электрическая станция, сверхкритические параметры пара, циркулирующий кипящий слой, очистка дымовых газов, стоимость электрической энергии.

UDC 621.311.001.57: 330.322.053.3

Assessment of critical scenarios on the receipt of investments for the development of Ukrainian generating capacities/ T.P. Nechaeva // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 5–14.

We analyze the existing plans and programs for the development of generating capacities of the Ukrainian UPS and, on this basis, form the variants of prospects of their implementation depending on the amount of financing. Scenario calculations of the prospective structure of generating capacities of the Ukrainian UPS and the characteristics of its operation have shown that improper investments in the development of generating capacities can lead to the collapse of the Ukrainian power system already after 2030, when the large-scale decommissioning of existing capacities will begin even despite their life extension. For sustainable, environmentally acceptable operation of the energy system, it is necessary to solve the problem of finding sources of investment in the industry in the near future, especially for the implementation of high-capital intensive and large-scale projects with a long period of implementation, such as the construction of new nuclear and pumped storage power plants.

Keywords: investment, structure of generating capacity, United Power System.

References

1. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245239554> [in Ukrainian].
2. Kulyk, M.M., Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., Stanytsina, V.V., & Spitkovskiy, A.I. (2017). Application of the method of complex forecasting for the determination of long-term demand for energy resources. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(48), 5–15 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005>.
3. Pro Natsionalnyi plan skorochennia vykydiv vid velykykh spaliuvalnykh ustanovok. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 08.11.2017 № 796-r [in Ukrainian].
4. Dodatok 4 do Natsionalnoho planu skorochennia vykydiv vid velykykh spaliuvalnykh ustanovok. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245255570> [in Ukrainian].
5. Volchyn, I. Vykonannia Natsionalnoho planu sko-

rochennia vykydiv yak krok do vysokoefektyvnoi nyzkoemisiinoi enerhetyky. <https://vse.energy/docs/OEW-volchyn.pdf> [in Ukrainian].

6. Verbytska, I. Problemy vykonannia yevropeiskykh ekolohichnykh vymoh pidpriumstvamy TEK Ukrainy. URL: <https://vse.energy/docs/OEW-verbytska.pdf> [in Ukrainian].

7. Pro vnesennia zmin do rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy vid 8 veresnia 2004 r. № 648. Rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy vid 1 bereznia 2017 r. № 133. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/133-2017-r>. [in Ukrainian].

8. Tretii blok Khmel'nitskoi AES planiruiut zapustit v 2025 hodu. 25 iiulia 2017. URL: <https://economics.unian.net/energetics/2047916-tretyi-blok-hmel'nitskoy-aes-planiruyut-zapustit-v-2025-godu.html> [in Russian].

9. Nedashkovskiy, Yu. (2017). Pilotnyi proekt «Enerhetychni mist «Ukraina – YeS» yak pershyi krok na shliakhu povnoi synkhronizatsii enerhosystem Ukrainy ta Yevrosoiuzu. *Enerhoatom Ukrainy*, 1 (44), C. 5—9. URL: http://www.energoatom.kiev.ua/ru/press/lemag/46921-jurnal_energoatom_ukrainy_yanvaryun/ [in Ukrainian].

10. Pro skhvalennia Prohramy rozvytku hidroenerhetyky na period do 2026 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13 lypnia 2016 r. № 552-r. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80> [in Ukrainian].

11. Plan rozvytku Ob'iednanoi enerhetychnoi systemy Ukrainy na 2017–2026 roky. Proekt. NEK «Ukrenerho». URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2016/12/Proekt-Planu-rozvytku-OES-Ukrayiny-na-2017-2026-roky.pdf> [in Ukrainian].

12. Plan rozvytku heneruiuchykh obektiv na alternatyvnykh dzherelakh enerhii (VES, SES, BioES) po rehionakh Ukrainy na period do 2026 roku. NEK «Ukrenerho». URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2016/12/Dodatok-4-Plan-rozvytku-VESSESBioES.pdf> [in Ukrainian].

UDC 620.9:004.942

A balance-optimization model for determining the volume of coal production and import with regard for the influence of reconstruction and modernization on the technical and economic characteristics of functioning of coal mining enterprises / T.R. Bilan // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 15–22.

We have developed the structure of a balance-optimization model for determining the volumes of coal

ABSTRACTS

production and import with regard for the increase in industry's competitiveness by reducing the prime cost of coal mining at state-owned enterprises after carrying out their reconstruction and modernization. The developed model takes into account the simultaneous consumption of separate coal grades under conditions of the limited possibilities of domestic coal mining and limited capacity of Ukrainian seaports. The implementations of balance of the supply and consumption of coal products is carried out through its import.

Key words: balance-optimization model, coal, import, production, reconstruction, modernization.

References

1. Makarov, V. M. (2017). Optimization of development of technological systems of coal mining by indicators of energy and economic efficiency. *Candidate's thesis*. Kyiv: Institute of General Energy of NAS of Ukraine [in Ukrainian].
2. Kulyk, M.M., Horbulin, V.P., & Kyrylenko, O.V. (2017). Kontseptualni pidkhody do rozvytku enerhetyky Ukrainy (analychni materialy). Kyiv: Institute of General Energy of NAS of Ukraine [in Ukrainian].

UDC 620.9.002.8

Estimation of the state and forecast of structure of the consumption of fuel and energy for heat supply systems of Ukraine with regard for regional peculiarities / G.O. Kutz, O.Ye. Malyarenko, V.V. Stanytsina, O.Yu. Bogoslavskaya // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 23–32.

We analyzed the state of district heating systems of Ukraine and presented the potential of alternative fuels for replacing natural gas in the boiler plants of heat supply systems. The volumes of possible replacement of natural gas by alternative types of fuel over the regions of Ukraine were determined. With regard for the latest technologies, we estimated the possible predictive levels of the production of thermal energy, based on the conditions for covering the thermal loads of separate types of consumers, their energy and economic development in prospects. We also estimated the predictive levels of consumption of organic fuel and electricity necessary for the generation of heat for the period up to 2040.

Key words: thermal energy, centralized and decentralized heat supply system, energy resources, natural gas, electric energy, alternative fuels.

References

1. Kuts, G.A. (2015). Mathematical model of development forecast of heating systems in the country. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 3(42), 17–22 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2015.03.017>.
2. DBN V.2.5-20-2001. Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Zovnishni merezhi ta sporudy. Hazopostachannia. URL: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-360/> (Last accessed: 30.10.2017) [in Ukrainian].
3. DSTU-N B V.1.1-27:2010. Budivelna klimatolohiia. URL: http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929/ (Last accessed: 30.10.2017) [in Ukrainian].
4. DBN V.2.6-31:2016. Teplova izoliatsiia budivel. URL: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13/> (Last accessed: 30.10.2017) [in Ukrainian].
5. KTM 204 Ukraina 244-94. Normy i ukazaniia po normirovaniu raskhoda topliva i teplovoi enerhii na otoplenie zhylykh i obshchestvennykh zdaniy, a takzhe na khoziaistvenno-bytovye nuzhdy v Ukraine. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=61012/ (Last accessed: 30.10.2017).
6. Dubovskoy, S.V., Babin, M.E., Levchuk, A.P., & Reysig, V.A. (2011). The boundaries of the economic feasibility of centralization and decentralization of heat supply. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(24), 26–31 [in Russian].
7. Kuts, G.O., Stanytsina, V.V., & Kobernik, V.S. (2016). Comparative estimate of the cost of thermal energy from the operating and projected heat-generating sources for the systems of heat supply of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 3(46), 12–18 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2016.03.012>.
8. Otsinka enerhetychnykh resursiv biomasy. Praktychni posibnyk. Pidhotovka ta vprovadzhennia proektiv zamishchennia pryrodnoho hazu biomassoiu pry vyrobnytstvi teplovoi enerhii v Ukraini. Kyiv, 2015. 72 p. [in Ukrainian].
9. Povodzhennia z pobutovymy ta podibnymy vidkhodamy za rehionamy u 2014 rotsi. Statystychni zbirnyk «Dovkillia Ukrainy za 2014 rik». Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2015. 223 p. [in Ukrainian].
10. Posibnyk pidhotovky ta vprovadzhennia proektiv zamishchennia pryrodnoho hazu biomassoiu pry vyrobnytstvi teplovoi enerhii v Ukraini. K.: Polihraf-Servis, 2015. pp. 61–65 [in Ukrainian].

11. Heletukha, H.H., & Zhelezna, T.A. Zakhody shchodo zamishchennia pryrodnoho hazu biomasoiu. *Komunalna teploenerhetyka Ukrainy: stan, problemy, modernizatsiia*. K.: Polihraf-Servis, 2007. pp. 418—430 [in Ukrainian].
12. Kuts, G.O., Galinovsky, E.I., & Melnik, V.I. (2004). Caloric equivalents for recalculation of different fuels from natural to conditional values. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 2(11), 60—64 [in Ukrainian].

UDC 536.7

Modeling of the interaction of a complex of consumers-regulators based on electric heat- generators in the heat supply systems in the processes of equalizing the load curves of electrical power systems / V.D. Bilodid, Ye.A. Lenchevskiy // *The problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 33–39.

We have proposed a mathematical model for the description of general provisions as to the interaction of a complex of controlled consumers-regulators based on electric heat-generators in the heat supply systems with acting means of providing load regimes in power systems in the processes of equalizing the curves of electrical loads. This model takes into account the features of work of a electrical power system with including, to the conditions of load control, of electric heat-generators located at different towns of the state and allows for the main characteristics of these heat supply systems. We have also formulated algorithms of the restriction of use of electric heat-generators in view of the possibilities of work of separate heat supply systems. The presented results can be used for subsequent development of the idea of using the new method of control of the loading of power systems with applying consumers-regulators based on electric heat-generators and for calculating the optimal parameters of interaction between the electrical power system and complex of district heating, which guarantees the maximal efficiency of their joint operation (economical and technical).

Key words: Ukrainian integrating power system consumers-regulators, electric heat-generators, mathematical model.

References

1. Analiz ta struktura spozhyvannia elektroenerhii v Ukraini za 2016 rik. Derzhavne pidpriemstvo NEK Ukrenerho. URL: <https://den.energy.gov.ua/main-active/rezhimi-spozhyvannya-elektrychnoi-enerhiji/666-analiz-spozhyvannia-elektrychnoi-enerhii-v-ukraini-za-2016-rik-bez-urakhuvannia-ar-krymm-sevastopolia-ta-terytorii-donetskoi-i-luhanskoi-oblastei-nepidkontrolnykh-ukrainskii-vladi> [in Ukrainian].
2. Struktura spozhyvannia elektrychnoi enerhii po rehionakh Ukrainy za 2016 rik v rozrizi hrup spozhyvachiv ta haluzei promyslovosti. Derzhavna inspektsiia enerhetychnoho nahliadu Ukrainy. URL: <https://den.energy.gov.ua/consumers/statistika/684-struktura-spozhyvannia-elektrychnoi-enerhii-po-rehionakh-ukrainy-za-2016-rik-v-rozrizi-hrup-spozhyvachiv-ta-haluzei-promyslovosti> [in Ukrainian].
3. Perekhid enerhoblokov ukrainskykh AES typu VVER-1000 na manevrovyi rezhym roboty potrebuvatyme ne menshe dvokh rokiv retelnoi pidhotovky. URL: http://energoatom.kiev.ua/ua/press/nngc/45216-perehod_energoblokov_ukrainskih_aes_tipa_vver_na_manevrennyyirejimiraboty_potrebuuet_nemeneedvuhlet_tschatelnoyipodgotovki/ [in Ukrainian].
4. Kulyk, M.M., & Bilodid, V.D. (2014). Operative conditions and attainable volumes of using heat pumps at heat and power plants in the Integrated Power System of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(36), 39—45 [in English].
5. Lenchevskiy, Ye.A. (2016). Perspektyvni napriamky shchodo zmenshennia v tsentralnii elektroenerhetychnii systemi Ukrainy potreby v manevrovykh heneruiuchykh potuzhnostiakh. – *Enerhetyka ta elektryfikatsiia*, № 3, 5—8 [in Ukrainian].
6. Bilodid, V.D., & Derii, V.O. (2016). Estimate of the power of electric heat-generators for the district heating systems as regulators of the load of an electrical power system. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4(47), 40—49 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.040>.
7. Bilodid, V.D. (2017). Substantiation of the economic efficiency of load control in power systems with the use of electric heat-generators as consumers-regulators. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(48), 50—59 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.050>.
8. Dobovyj hrafik vyrobnytstva/spozhyvannia elektroenerhii v OES Ukrainy. Derzhavne pidpriemstvo NEK Ukrenerho. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dys-petcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e> [in Ukrainian].

ABSTRACTS

UDC 620.9

Analysis of the intermediate consumptions factors of input-output tables by the data of Ukrainian and EU statistical services / A.I. Spitkovsky, I.Ch. Leshchenko, M.V. Lebid // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 40–51.

We give the description and results of work of the new software suite, which is used for preparing initial data for calculations with applying input-output models. The suite enables one to aggregate data from input-output balance, which is developed annually by the State Statistics Committee of Ukraine in the format of MS Excel spreadsheets, and to process this information for determining the intermediate consumption factors. We present the calculated factors obtained with using data from the State Statistics Committee of Ukraine for 2012–2015 and Statistical Bureau of the European Union for 2005–2007. It is shown that data of the State Statistics Committee of Ukraine cannot be used in input-output models due to significant discrepancies between the years, but, at the same time, EU data are completely suitable for use in the Leontieff model.

Key words: input-output tables, Leontieff input-output models, aggregation, intermediate consumption factors.

References

1. Leontief, W. et al. (1958). *Studies in the structure of the American economy*. Moscow [in Russian].
2. Kulyk, M.M. (2016). Input-output model aggregation method. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(44), 5–9 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2016.01.005>.
3. Tablytsia vytraty–vypusk Ukrainy v osnovnykh tsinakh za 2012 – 2015 roky: statystychnyi zbirnyk. K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL: http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/03/Arch_tv_os.htm[in Ukrainian].
4. Sait Yevrostat. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/data/workbooks>.

UDC 621.31

Investigation of the schedules of electrical loads of power system for determining the possibilities of

their improvement by using electric heat-generators / V.O. Derii, O.V. Zgurovets // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 52–60.

We perform a detailed analysis of "night failures" of the schedules of electrical loads during different periods of 2016 in order to determine the main dependences and factors that will affect the possibility of equalizing consumption with the help of electric heat generators. It is proposed to approximate this part of the schedule by a polynomial of the second degree. For each month of 2016, we determined the average coefficients of approximation function and their relative deviations. We also study the influence of temperature of external air and duration of the light day on night failure of the load of UPS. We determined correlation coefficients and propose analytical expressions, which enable one to take into account this influence in the first approximation. We find the maximal rates of power changes in the UPS of Ukraine during the night failure and the factors of influence on them.

The results obtained will enable the power system dispatchers to predict the required power of electric heat-generators and the rate of its changes during night failures and the controllers of DHS – to change the heat output of boilers.

Key words: UPS of Ukraine, schedule of electrical loads, night failure, power, temperature, electric energy.

References

1. Kulyk, M.M. (2014). Comparative Analysis of Technical and Economic Features of Kaniv PPS and a Suite of Load-Controlled Consumers for Following Electrical Load Curves. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4(39), 5–10 [in Ukrainian].
2. Kulyk, M.M. (2015). Techno-Economic Aspects of Using Consumers-Controllers in Automatic Frequency and Power Control Systems. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(40), 20–28 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2015.01.020>
3. Kulyk, M.M., Dubovskoy, S.V., & Kobrin, P.P. (2004). Forecasting the electric loading diagrams of an electric power pool for long-term prospect. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(10), 7–11 [in Ukrainian].

4. Kobrin, P.P. (2007). Research and analysis of the forecast graphs of the electric loading of the United energy system of Ukraine and its form indexes. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(15), 41—46 [in Ukrainian].
5. Malyarenko, V.A., & Shcherbak, I.E. (2013). Analiz proizvodstva i potrebleniia elektroenerhii v obedinennoi enerhosisteme Ukrainy. URL: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2013_04_2/pdf/125malarenko.pdf.

UDC. 622.613.124

Enhancement of the efficiency of burning low-reaction coal in the swirl burners of boilers at their high-concentration dust supply under pressure / L.A. Kesova, Yu.N. Pobirovsky, P.P. Merenger // *Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 61–66.

We describe the results of investigating the work of swirl burners of TPP-210A boiler of a 300 MW power unit at traditional and high-concentration systems of dust supply and the influence of these technologies on the efficiency of burning low-reaction coal. The effect of using transport air in high-concentration dust supply on boiler operation is estimated. The results of our studies confirm the possibility of using designed burners of TPP-210A boiler in the case of its work with high-concentration dust supply under pressure. This technology enables one to enhance the efficiency of swirl burners, to reduce chemical and mechanical underburning, and to increase the gross boiler efficiency in the control range by 0.383 – 1.02%.

Key words: boiler, swirl burner, dust supply, high concentration.

References

1. Madoian, A.A., Baltian, V.N., & Hrechanyi, A.N. (1991). Effektivnoe szhhanie nizkosortnykh uhlei v enerheticheskikh kotlakh: Proizvodstvennoe izdanie. M.: Enerhoatomyzdat [in Russian].
2. Shagalova, S.L., & Shnitser, I.N. (1976). Szhhanie tverdoho topliva v topkakh paroheneratorov. L.: Enerhiia [in Russian].
3. Shnitser, I.N. (1991). Issledovanie vliianiia temperatury pylevozdushnoi smesi na vosplamnenie i vyhoranie antratsita ukhudshennoho kachestva. *Teploenerhetyka*, № 12, 46—49 [in Russian].
4. Chernyshev, E.V., Zuev, O.H., & Titov, Yu.F. (2000). Opyt vnedreniia sistemy konsentrirovannoi podachi uholnoi pyli i aeropitatelei. *Elektricheskie stantsii*, №

11, 10—13 [in Russian].

5. Kesova, L.A., Cherezov, N.N., Georgiev, A.V. et al. (2001). Razrabotka, issledovanie, vnedrenie i opyt ekspluatatsii sistemy vysokokonsentrirovannoi pylepodachi (pod davleniem) kotlov TPP-210A Tripolskoi TETs. Kiev: Znanie Ukrainy [in Russian].
6. Mitor, V.V., & Bondarev, A.M. (1977). Eksperimentalnaia i analiticheskaia otsenka roli luchistoho tepla v vosplamnenii pylevozdushnoi strui. *Enerhomashinostroenie*. 1977, № 6, 18—20 [in Russian].
7. Dovhoteles, H.A., Kotelnikov, N.Y., Khairulin, F.S., Salimon, M.P., Kesova, L.A., Cherezov, N.N., & Pobirovsky, Yu.N. (1999). Osvoenie tekhnologii podachi uholnoi pyli s vysokoi konsentratsiei dlia kotlov, szhhaiushchikh ASh. *Enerhetika i elektrifikatsiia*, 1999, № 3, 12—15 [in Russian].

UDC 621.311

Economic analysis of the use of energy conversion technologies at the thermal power plants of Ukraine / V.S. Kobernik // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 4 (51). – P. 67–72.

We performed technical and economic calculations and comparison of promising projects of new construction and reconstruction of power units at thermal power plants by different technologies, providing the attainment of modern emission standards for the main pollutants. We analyze the influence of the hryvnia exchange rate against the dollar and prices of coal and gas on the average cost of electricity for the life cycle at introducing new energy conversion technologies at thermal power plants.

Key words: thermal power plant, supercritical steam parameters, fast fluidized bed, flue gas cleaning, cost of electrical energy.

References

1. Directive 2001/80 / EC on limiting emissions from large combustion plants contaminating air. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_913 [in Ukrainian].
2. Volchyn, I.A., Dunayevskaya, N.I., Haponych, L.S. et al. (2013). Prospects for the implementation of clean coal technologies in the energy sector of Ukraine. K.: Gnozis, 308 p. [in Ukrainian].
3. Volchyn, I.A. (2014). Features Introduction high efficiency purification in the thermal energy sector of

ABSTRACTS

Ukraine. *Energy and electrification*, № 2, 16–17 [in Russian].

4. Unit number 1 Zaporizhzhya TES included in the network after reconstruction. URL: <http://www.dtek.com/uk/media-centre/press-releases/details/energoblok-1-dtek-zaporizjkoi-tes-vkljucheno-v-merezhu-pisljarekonstruktsii#.VFefKMbgwg0> [in Ukrainian].

5. Eliseev, J.V., Nozdrenko, G.V., & Shepel, V.S. (2012). Promising eco-friendly energobloki TES solid fuel. *The burning of solid fuels: materials VIII Vserosijjsky conference with international participation*. Institute of Thermophysics them. S.S. Kutateladze Siberian Branch RAS. 13–16 November 2012. P. 42.1—42.7 [in Russian].

6. Timo Jantti, Kimmo Rasanen. Circulating Fluidized Bed Technology Towards 800 MWe Scale – Lagisza 460 MWe Supercritical CFB Operation Experience. Presented at Power Gen Europe Milan. Italy. June 7–9, 2011. 21 p.

7. On approval of the feasibility study Slavic TES of PAT Donbasenergo. Reconstruction Unit number 6 division number per unit 6b and 6a number 330 MW. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/377-2013-p> [in Ukrainian].

8. Dubovsky, S.V., & Kobernik, V.S. (2014). Analysis of the effectiveness of energy conversion in thermal power plants subject to the restrictions on harmful issuers. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The*

Problems of General Energy, № 4, 11—19 [in Ukrainian].

9. Unsubsidized Levelized Cost of Energy Comparison. URL: <https://ru.scribd.com/document/166615163/Lazard-s-Levelized-Cost-of-Energy-Analysis-Version-7-0>.

10. Cabinet of Ministers of Ukraine from 18.10.2006 p. 1423 number. On amendments to Annex 1 to the order setting the standards for the collection of environmental pollution and collection of this tax and the recognition of such a void, paragraph 2 of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 28, 2003 year number 402. *Visnyk Podatkovoї Sluzhby Ukrainy - Journal of Tax Service of Ukraine*, 40. URL: http://www.visnuk.com.ua/article/one/Postanova_2098212.html. [in Ukrainian].

11. Tax Code of Ukraine as amended and supplemented by the Laws of Ukraine of December 23, 2010 № 2856-VI, OVU, 2010., Number 101, p. 3619 on September 17, 2015 № 702-VIII. URL: <http://www.interbuh.com.ua/normative/pku.html#h008> [in Ukrainian].