

УДК 620.9.002.8

Застосування методу комплексного прогнозування для визначення перспективного попиту на енергетичні ресурси / М.М. Кулик, О.Є. Маляренко, Н.Ю. Майстренко, В.В. Станиціна, А.І. Спітковський // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1 (48). – С. 5–15.

У роботі визначено особливості прогнозування попиту на види палива та енергії із застосуванням нормативно-цільового та комплексного методів прогнозування для основних груп споживачів на різних ієрархічних рівнях побудови економіки. Розглянуто методичний підхід до визначення поняття «кінцевого споживання палива та енергії», що вносить значні корективи у методику оцінки потенціалу енергозбереження від структурних зрушень в економіці, потребує врахування прогновної структури електро- та теплогенеруючих потужностей, внутрішньої структури секції «Транспорт, складське господарство та ін», та виділення населення як окремої групи споживачів з іншою методикою прогнозування енергоспоживання.

З використанням уточненої методики обчислення прогнозних рівнів споживання палива й енергії та розробленої програми розрахунку виконано прогнози споживання електричної енергії, природного газу та вугілля з урахуванням потенціалу енергозбереження від структурних і технологічних зрушень в економіці.

Ключові слова: попит, енергоресурси, вугілля, природний газ, електрична енергія, прогнозування, метод.

УДК 622.232

Математична модель оптимізації технологічного розвитку вуглевидобування в Україні / В.М. Макаров // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1 (48). – С. 16–23.

Розроблено математичну модель оптимізації технологічного розвитку вуглевидобування, яка орієнтована на підвищення виробничої ефективності шахт за критерієм їх загальної продуктивності. Модель, побудована як задача змішано цілочисельного програмування, дозволила визначити варіанти техніч-

ного переобладнання лав шахт, що забезпечують конкурентоздатність галузі на світовому ринку вугілля.

Розраховано прогнозні продуктивності шахт і відповідні собівартості вугільної продукції після модернізації, а також необхідні обсяги інвестицій за умови досягнення максимальних прогнозних обсягів видобутку в 2030 році.

Ключові слова: вугільна промисловість, математична модель, оптимізація, технічне переоснащення, модернізація, собівартість.

УДК 621.311.22:662.6

Оцінка критичних сценаріїв постачання вугілля для електроенергетики України / Т.П. Нечаєва // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1 (48). – С. 24–32.

Проведено оцінку критичних сценаріїв постачання вугілля для потреб Об'єднаної енергетичної системи України на рівні 2020 року. Показано, що за умов припинення постачання вугілля з тимчасово неконтрольованих українською владою територій та Росії для забезпечення потреб енергосистеми антрацитове вугілля необхідно імпортувати з інших країн з одночасним переведенням частини генеруючих потужностей на споживання вугілля газових марок. Переведення шести енергоблоків Зміївської ТЕС на вугілля газової групи зумовлює потребу у імпорті цих марок вугілля. Відмова від імпорту вугілля приводить до залучення потужностей газомазутних енергоблоків ТЕС з відповідним збільшенням споживання природного газу.

Ключові слова: споживання вугілля, постачання вугільної продукції, електроенергетика, енергобезпека, реконструкція.

621.311.183

Перспективні умови зняття з експлуатації енергоблоків українських АЕС з урахуванням вимог ЄС та МАГАТЕ / С.В. Шульженко, О.Л. Радченко // Проблеми загальної енергетики. 2017. – Вип. 1 (48). – С. 33–49.

Починаючи з 2018 року через різні проміжки часу настають терміни закінчення пректної експлуатації енергоблоків АЕС. Після цього необхідне продовження або припинення їх експлуатації. В будь-якому випадку зняття з експлуатації енергоблоків АЕС в Україні в перспективі відбудеться. В умовах України складною проблемою є фінансове забезпечення процесів зняття з експлуатації енергоблоків існуючих АЕС та поводження з радіоактивними відходами, які при цьому будуть утворені.

Отже, оцінення перспектив виведення з експлуатації АЕС і потрібних для цього витрат є актуальними.

Ключові слова: атомні електростанції, радіоактивні відходи, зняття з експлуатації, сховища радіоактивних відходів.

УДК 621.316

Обґрунтування економічної ефективності регулювання навантаження енергосистем з використанням електричних теплогенераторів як споживачів-регуляторів / В.Д. Білодід // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1(48). – С. 50–59.

На основі аналізу систем регулювання добових графіків електричних навантажень в Об'єднаній енергосистемі України зроблено висновок про необхідність створення нових більш ефективних засобів. Розглянуті системи регулювання на основі електричних теплогенераторів (електрокотлів та теплонасосних установок) як споживачів-регуляторів. Приведені результати оцінок щодо економічних характеристик нових систем регулювання. Показана надвисока економічна ефективність нових систем, терміни окупності яких (у залежності від варіантів застосування) становлять від 0,3 року до 6,3 років, що значно менше альтернативного варіанта Канівської ГАЕС з терміном окупності майже 25 років.

Ключові слова: енергетична система, електричний теплогенератор, споживач-регулятор, тепловий насос, графік електричного навантаження.

УДК 669.187:536.7

Підвищення енергоефективності електросталеплавильних процесів шляхом конверсії природного газу з відпрацьованими газами дугової печі / М.В. Губинський, С.М. Тимошенко, О.А. Шрайбер, І.В. Антонєць // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1(48). – С.60–66.

Розроблено нову схему електросталеплавильного процесу з термохімічною регенерацією–конверсією природного газу з відпрацьованими газами дугової печі для попереднього нагрівання скрапу. Згідно з термодинамічними розрахунками дана схема забезпечує підвищення теплового ККД печі на 5–6%, економію палива на 21% та зниження емісії CO₂ в атмосферу на 9,8%.

Ключові слова: дугова сталеплавильна піч, енергоефективність, природний газ, конверсія, термохімічна регенерація.

УДК 681.523

Резерви енергозбереження при автоматизованому керуванні потужними вентиляторами парових котлів електростанцій / Г.І. Канюк, А.Ю. Мезеря, І.В. Сук, І.А. Бабенко // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1 (48). – С. 67–73.

У статті розкрито суть проблеми створення енергозберігаючих систем управління вентиляторними установками і економічно обґрунтовано їх впровадження. Встановлено залежності відносного ККД від витрати для різних частот обертання і частоти обертання, що забезпечує максимальне значення ККД, від витрати дуттєвого вентилятора. На підставі результатів експерименту підтверджено економічний ефект від впровадження алгоритмів автоматизованого енергозберігаючого управління дуттєвим вентилятором.

Ключові слова: дуттєвий вентилятор, енергозбереження, автоматизована система керування.

УДК 536.24

Розрахунок охолодження рідини у плівкових градирнях із профільованою поверхнею зрошувачів / В.В. Дубровський // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 1 (48). – С. 74–77.

Розроблено методику розрахунку ступеня охолодження рідини у плівкових градирнях із профільованою поверхнею зрошувачів для умов нерухомого оточуючого повітря та інтенсивного обдування плівки стікаючої води. Методика базується на експериментальних дослідженнях, за результатами яких було знайдено високоефективну теплообмінну поверхню зі сферичними лунками, яку можна рекомендувати як зрошувач градирні.

Наведено аналіз низки факторів, які впливають на тепловіддачу від води до повітря на рекомендованій профільованій поверхні. За розробленою методикою приведено деякі дані розрахунків ступеня охоло-

дження води у градирні при поперечному обдуванні плівки повітрям. Показано, що однаковий ступінь охолодження можна отримати у рекомендованій градирні різними шляхами: наприклад, варіюючи витратою рідини та швидкістю обдування, або довжиною зрошувача та швидкістю обдування. Це розширює можливості маневрування режимними та конструктивно-технологічними параметрами градирні в залежності від заданих умов.

Методику розроблено для інженерного використання.

Ключові слова: розрахунок, тепловіддача, охолодження, плівкова градирня.

УДК 620.9.002.8

Применение метода комплексного прогнозирования для определения перспективного спроса на энергетические ресурсы / М.Н. Кулик, Е.Е. Маляренко, Н.Ю. Майстренко, В.В. Станицына, А.И. Спитковский // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1 (48). – С. 5–15.

В работе определены особенности прогнозирования спроса на виды топлива и энергии с применением нормативно-целевого и комплексного методов прогнозирования для основных групп потребителей на различных иерархических уровнях построения экономики. Рассмотрен методический подход к определению понятия «конечного потребления топлива и энергии», который вносит значительные коррективы в методику оценки потенциала энергосбережения от структурных сдвигов в экономике, требует учета прогнозной структуры электро- и теплогенерирующих мощностей, внутренней структуры секции «Транспорт, складское хозяйство и др.» и выделения населения как отдельной группы потребителей с другой методикой прогнозирования энергопотребления.

С использованием уточненной методики расчета прогнозных уровней потребления топлива и энергии и разработанной программы расчета выполнены прогнозы потребления электрической энергии, природного газа и угля с учетом потенциала энергосбережения от структурных и технологических сдвигов в экономике.

Ключевые слова: спрос, энергоресурсы, уголь, природный газ, электрическая энергия, прогнозирование, метод.

УДК 622.232

Математическая модель оптимизации технологического развития угледобычи в Украине / В.М. Макаров // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1 (48). – С. 16–23.

Разработана математическая модель оптимизации технологического развития угледобычи, которая ориентирована на повышение производственной эффективности шахт по критерию их общей производительности. Модель, построенная как задача смешанно целочисленного программирования, позволила определить варианты технического переоснащения лав шахт, которые обеспечивают конкурентоспособность отрасли на мировом рынке угля.

Рассчитаны прогнозные производительности шахт и соответствующая себестоимость угольной продукции после модернизации, а также необходимые объемы инвестиций при условии достижения максимальных прогнозных объемов добычи в 2030 году.

Ключевые слова: угольная промышленность, математическая модель, оптимизация, техническое переоснащение, модернизация, себестоимость.

УДК 621.311.22:662.6

Оценка критических сценариев поставки угля для электроэнергетики Украины / Т.П. Нечаева // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1 (48). – С. 24–32.

Проведена оценка критических сценариев поставки угля для нужд Объединенной энергетической системы Украины на уровне 2020 года. Показано, что в условиях прекращения поставок угля из временно неконтролируемых украинской властью территорий и России для обеспечения потребностей энергосистемы антрацитовый уголь необходимо импортировать из других стран с одновременным переводом части генерирующих мощностей на потребление угля газовых марок. Перевод шести энергоблоков Змиевской ТЭС на уголь газовой группы обуславливает потребность в импорте этих марок угля. Отказ от импорта угля приводит к привлечению мощностей газомазутных энергоблоков ТЭС с соответствующим увеличением потребления природного газа.

Ключевые слова: потребление угля, поставки угольной продукции, электроэнергетика, энергобезопасность, реконструкция.

621.311.183

Перспективные условия снятия с эксплуатации энергоблоков украинских АЭС с учетом требований ЕС и МАГАТЭ / С.В. Шульженко, А.Л. Радченко // Проблемы общей энергетики. 2017. – Вып. 1 (48). – С. 33–49.

Начиная с 2018 года через разные промежутки времени наступают сроки окончания проектной эксплуатации энергоблоков АЭС. После этого

необходимо продолжение или прекращение их эксплуатации. В любом случае снятие с эксплуатации энергоблоков АЭС в Украине в перспективе произойдет. В условиях Украины сложной проблемой является финансовое обеспечение процессов снятия с эксплуатации энергоблоков существующих АЭС и обращения с радиоактивными отходами, которые при этом будут образованы.

Поэтому оценка перспектив вывода из эксплуатации АЭС и необходимого для этого финансирования актуальна.

Ключевые слова: атомные электростанции, радиоактивные отходы, снятие с эксплуатации, хранилища радиоактивных отходов.

УДК 620.97

Обоснование экономической эффективности регулирования нагрузки энергосистем с использованием электрических теплогенераторов как потребителей-регуляторов / В.Д. Белодед // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1(48). – С. 50–59.

На основе анализа систем регулирования суточных графиков электрических нагрузок в Объединённой энергосистеме Украины сделан вывод о необходимости создания новых более эффективных средств. Рассмотрены системы регулирования на основе электрических теплогенераторов (электрокотлов и теплонасосных установок) как потребителей-регуляторов. Приведены результаты оценок экономических характеристик новых систем регулирования. Показана очень высокая экономическая эффективность новых систем, сроки окупаемости которых (в зависимости от вариантов применения) составляют от 0,3 года до 6,3 лет. Это значительно меньше альтернативного варианта проекта Каневской ГАЭС со сроком окупаемости почти 25 лет.

Ключевые слова: энергетическая система, электрический теплогенератор, потребитель-регулятор, тепловой насос, график электрической нагрузки.

УДК 669.187:536.7

Повышение энергоэффективности электросталеплавиельных процессов путем конверсии природного газа с отходящими газами дуговой печи /

М.В. Губинский, С.Н. Тимошенко, А.А. Шрайбер, И.В. Антоненц / Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1(48). – С. 60–66.

Разработана новая схема электросталеплавиельного процесса с термохимической регенерацией-конверсией природного газа с отходящими газами дуговой печи для предварительного нагрева скрапа. Согласно термодинамическим расчетам данная схема обеспечивает повышение теплового КПД печи на 5–6%, экономию топлива на 21% и снижение эмиссии CO₂ в атмосферу на 9,8%.

Ключевые слова: дуговая сталеплавиельная печь, энергоэффективность, природный газ, конверсия, термохимическая регенерация.

УДК 681.523

Резервы энергосбережения при автоматизированном управлении мощными вентиляторами паровых котлов электростанций / Г.И. Канюк, А.Ю. Мезеря, И.В. Сук, И.А. Бабенко // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1(48). – С. 67–73.

В статье раскрыта суть проблемы создания энергосберегающих систем управления вентиляторными установками и экономически обосновано их внедрение. Установлены зависимости относительного КПД от разных частот вращения и частоты вращения, которое обеспечивает максимальное значение КПД, от потерь дутьевого вентилятора.

На основании результатов эксперимента подтвержден экономический эффект от внедрения алгоритмов автоматизированного энергосберегающего управления дутьевым вентилятором.

Ключевые слова: дутьевой вентилятор, энергосбережение, автоматизированная система.

УДК 536.24

Расчет охлаждения жидкости в пленочных градирнях с профилированной поверхностью оросителей / В.В. Дубровский // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 1 (48). – С. 74–76.

Разработана методика расчета степени охлаждения жидкости в пленочных градирнях с профилированной поверхностью оросителей для условий

неподвижного окружающего воздуха и интенсивного обдува пленки стекающей воды. Методика основана на экспериментальных исследованиях, в результате которых была найдена высокоэффективная теплообменная поверхность со сферическими лунками, которую можно рекомендовать в качестве оросителя градирни.

Приведен анализ ряда факторов, которые влияют на теплоотдачу от воды к воздуху на рекомендованной профилированной поверхности. По разработанной методике приведены некоторые данные расчетов степени охлаждения воды в градирне при поперечном обдуве пленки воздухом. Показано, что одинаковую степень охлаждения можно получить в рекомендованной градирне разными путями: например, варьируя расходом жидкости и скоростью обдува, или длиной оросителя и

скоростью обдува. Это расширяет возможности маневрирования режимными и конструктивно-технологическими параметрами градирни в зависимости от заданных условий.

Методика разработана для инженерного использования.

К л ю ч е в ы е с л о в а: расчет, теплоотдача, охлаждение, пленочная градирня.

UDC 620.9.002.8

Application of the method of complex forecasting for the determination of long-term demand for energy resources

/ M.M. Kulyk, O.Ye. Malyarenko, N.Yu. Maistrenko, V.V. Stanytsina, A.I. Spitkovskiy // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1 (48). P. 5–15.

We describe the specific features of applying the complex method of forecasting of the long-term demand for energy resources, in particular, coal, natural gas, and electric energy. These features lie in taking into account the structure of consumption of fuels and electric energy, the structure of generating capacities of the energy sector, and the methodology of consumption forecasting for different groups of consumers.

Key words: demand, energy resources, coal, natural gas, electric energy, forecasting, method.

References

1. Kononov, Yu.D., Galperova, E.V., & Kononov, D.Yu. (2009). *Metody i modeli prognoznyh issledovaniivzaimosv'язei energetiki i ekonomiki*. N.I. Voropai, Yu.D. Kononov (Ed.). Novosibirsk: Nauka. 177 s. [in Russian].
2. Kononov, Yu.D. (2012). *Strategicheskie ugrozy i bary na puti razvitiia TEK: metody otsenki i ucheta*. Irkutsk. 52 s. [in Russian].
3. Kononov, Yu.D. (2012). *Puti povysheniia obosnovannosti dolgosrochnyh prognozov razvitiia TEK*. Irkutsk: ISEM SO RAN [in Russian].
4. Malyarenko, O.Ye., Evtukhova, T.O., & Maistrenko, N.Yu. (2013). Forecasting of changes in the final energy resources consumption with regard to the structural and technological shifts in the economy of the country. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 4 (35), 33–40 [in Ukrainian].
5. Kulyk, M.M., & Sas, D.P. (2014). Deterministic-stochastic modeling electricity production in integrated power systems for a long perspective. *Tekhnichna elektrodynamika*, 5, 32–34 [in Ukrainian].
6. Kulyk M.M. (2014), Methods for adjusting predictive decisions. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 2 (37), 5–12 [in Ukrainian].
7. Malyarenko, O.Ye., & Maistrenko, N.Yu. (2015). Forecasting fuel and energy consumption levels taking into account energy saving potential in the context of structural changes in the economy. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 2 (41), 5–22 [in English, in Ukrainian].
8. Kulyk, M.M., Maistrenko, N.Yu., & Malyarenko, O.Ye. (2015). Two-Stage Forecasting Method of the Future Energy Demand. *Jenergotehnologii i Resursoberezhenie - Energy Technology and Resource Saving*, 5-6, 25–33 [in Ukrainian].
9. Malyarenko O. Ye., Maistrenko N.Yu., Kuts G.A. (2015). Prediction needs economy in energy resources tak-

ing into account the demand for energy-intensive export-oriented products. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 4 (43), 5–13 [in Ukrainian].

10. Malyarenko O.Ye. (2016). Methodical approach to determining the predictive structure of the consumption of primary fuel. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 3 (46), 28–39 [in Ukrainian].

11. Palyvno-enerhetychni resursy Ukrainy. Statystychnyy zbirnyk / pid ker. Fryzorenka A.O.; vidp. za vypusk Bozhok V.M. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky, 2015. S. 303 [in Ukrainian].

12. Enerhetychna stratehiya Ukrainy do 2030 r., redaktsiya 2013 r. URL: http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy_2030/ [in Ukrainian].

13. Nechaieva T.P. (2015). Metody ta zasoby prohnozuвання rozvytku struktury heneruiuchykh potuzhnosti elektroenerhetychnoi systemy z urakhuvanniam ekolohichnykh vymoh. *Candidate's thesis*. Kyiv: In-t zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy. 173 s [in Ukrainian].

14. Heyts, V.M. et al (Eds). (2009). *Sotsialno-ekonomichni stan Ukrainy: naslidky dlia narodu ta derzhavy*. Natsionalna dopovid. Kyiv: National Library of Ukraine Vernadsky [in Ukrainian].

15. Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., & Stanytsina, V.V. (2016). Substantiation of the predictive volumes of energy saving potential in the enlarged sectors of economy with regard to technological and structural changes, *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 4 (47), 58–67 [in Ukrainian].

16. Malyarenko, E.E., & Maistrenko, N.Yu. (2015). Energy Performance Indicators and Determining Energy Saving Potential in Manufacturing Processes. *Energy Technologies and Resource Saving*, 3, 23–30 [in Russian].

17. Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., & Stanytsina, V.V. (2015). Advanced technical approach to identify appropriate energy saving potential in energy-intensive economic activities. *Problemy zagal'noi energetyky - The Problems of General Energy*, 3 (42), 23–30 [in Ukrainian].

UDC 622.232

Mathematical model of the optimization of the technological development of coal mining in Ukraine

/ V.M. Makarov // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1(48). P. 16–23.

We have developed a mathematical model of the optimization of the technological development of coal mining, which is focused on increasing the production efficiency of mines by the criterion of their overall output. The model built as a mixed integer programming problem enabled us to identify the options of technical retooling of the faces of mines, providing the branch competitiveness in the global coal market.

We have calculated the predicted outputs of mines and the corresponding coal cost after modernization as well as the necessary investments provided that the maximum predicted production volumes is reached in 2030.

Key words: coal industry, mathematical model, optimization, technical re-tooling, modernization costs.

References

1. Kulyk, M.M. (2002). The role of coal in the formation of fuel and energy balances and optimization of the development of the coal industry in Ukraine. *Problemy zahal'noi enerhetyky - The Problems of General Energy*, 6, 7–16 [in Ukrainian].
2. Kulyk, M.M. (Nauk. ker.). (2016). The scientific basis of the analysis and forecasting of processes of adaptation and filtering of efficient energy conversion technologies in a competitive environment and the formation of interstate power systems. A report on the scientific work. Volume 3. Efficient technologies in the coal industry of Ukraine in the conditions of interstate competition. Zvit pro NR: DR 0111U010579, DO 0217U002173. Kyiv: Instytut zahal'noi enerhetyky NAN Ukrainy [in Ukrainian].
3. Makarov, V.M. (2015). Methodical approaches to the choice of production equipment during mine modernization. *Problemy zahal'noi enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4(43), 44–51 [in Ukrainian].
4. Makortets'kyi, M.M., Makarov, V.M., Perov, M.O., & Novytskyi I.Yu. (2016). Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir № 68524. Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy. Naukovyi tvir "Prohramno-informatsiyni kompleks "Vuhillia Ukrainy". Zaiavka vid 08.09.2016 № 69059. Data reiestratsii 08.11.2016. [Certificate of copyright in the work registration. State Intellectual Property Service of Ukraine. Scientific works "Software and information complex "Coal of Ukraine". Request from 08.09.2016 № 69059. Date of registration 08.11.2016]. [in Ukrainian].

UDC 621.311.22:662.6

Assessment of the critical scenarios of coal supply for the Ukrainian power industry / T.P. Nechaieva // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1(48). P. 24–32.

We estimate the critical scenarios of coal supply for the needs of the Integrated Power System of Ukraine at the level of 2020. We show that, under conditions of the cessation of coal supply from the territories temporarily uncontrolled by the Ukrainian authorities and Russia, it is necessary to import anthracite coal from other countries in order to meet the needs of the power system with

simultaneous change-over of a certain part of the generating capacities to the consumption of gas coal. The change-over of six power units of the Zmiiv's'ka TPP to the use of gas coal causes the need for importing this coal. The refusal from coal import leads to the attraction of capacities of gas/oil units of TPPs with the corresponding increase in natural gas consumption.

Key words: coal consumption, coal production supply, power industry, energy safety, reconstruction.

References

1. Cherniavsky, N.V., Rokhman, B.B., Provalov, A.U., & Kosyachkov, O.V. (2015). Experience of Imported Coal Burning in the Boilers of Thermal Power Plants and Cogeneration Plants. *Energy Technologies and Resource Saving*, 4, 15–23 [in Russian].
2. Cherniavsky, M.V. (2015). Modern Problems of Fuel Supply and Consumption at Ukrainian TPPs. *Energy Technologies and Resource Saving*, 3, 3–17 [in Russian].
3. Import vuhillia dlia TES: problemy ta perspektyvy. Chastyna 2. Analitichna sluzhba EIRCenter. Data onovlennia: 23.06.2015. URL: <http://eircenter.com/ua-analitiika/import-vugillya-dlya-tes-problemi-ta-perspektivi-1/> (data zvernennia 10.02.2016) [in Ukrainian].
4. Intehrirovannyi otchet 2015. Finansovye i nefinansovye rezultaty. DTEK, 2015. 209 s. URL: <http://www.dtek.com/library/file/dtek-ar-2015-ru.pdf> (data zvernennia 29.07.2016) [in Russian].
5. Rukh palyva na enerhetychnykh pidpriumstvakh Minenerhovuhillia Ukrainy za 2016 rik. Data onovlennia: 08.02.2017. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doc-catalog/document?id=245178884> (data zvernennia 12.02.2017) [in Ukrainian].
6. DSTU 4083:2012. Vuhillia kamiane ta antratsyt dlia pylovydnoho spaliuvannia na teplovykh elektrostantsiakh. Tekhnichni umovy. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy, 2013. 11 s. [in Ukrainian].
7. Cherniavsky, N.V., Holenko, I.L., Filippenko, Yu.N., & Rudavyna, E.V. (2010). Opyt szhyhanyia toplyvnykh smesei na TETs Ukrainy i trebovaniia k ikh sostavleniiu. *Sovremennaia nauka: Sb. nauchn. statei. NPVK «Triakon»*, 3 (5), 104–108 [in Russian].
8. Cherniavskii, M.V., Provalov, O.Yu., & Beztsenyi, I.V. (2016). Osoblyvosti palyvozabezpechennia TES i TETs Ukrainy v suchasnykh umovakh. Rozrobka i vprovadzhennia metodiv pylovydnoho spaliuvannia neproektnykh palyv i palyvnykh sumishei. *Vuhilna teploenerhetyka: shliakhy rekonstruksii ta rozvytku*: Zbirka naukovykh prats 12-oi Mizhnar. nauk-prakt. konf. (Kyiv, 21–24 ver. 2016). Kyiv. S. 84–88 [in Ukrainian].
9. PAT «Tsentrenerho» aktyvno pratsiuie nad zamishchenniam antratsytovoho vuhillia. PAT «Tsentrenerho»: sait. Data onovlennia: 17.02.2017. URL: http://www.centrenergo.com/Newsroom/news/item_497 (data zvernennia 20.02.2017) [in Ukrainian].
10. Karp, I.M., Sigal, I.Ya., Smikhula, A.V., & Duboshiy, O.M. (2016). The Problem of Change Anthracite and Lean

Coal Project for Thermal Power Plants of Ukraine (Review). *Energy Technologies and Resource Saving*, 3, 3–13 [in Russian].

11. Myroshnychenko, Ye.S., & Cherniavsky, N.V. (2016). Nauchnye i inzhenernye aspekty perevoda antratsytovykh kotloahrehatov TES i TETs na szhhanie hazovykh uhlei. *Vuhilna teploenerhetyka: shliakhy rekonstruktsii ta rozvytku*: Zbirka naukovykh prats 12-oi Mizhnar. nauk-prakt. konf. (Kyiv, 21–24 ver. 2016). Kyiv. S. 49–53 [in Russian].

12. Miroshnichenko, Ye.S. (2015). Reconstruction of Coal-Pulverization Systems in the Modernization of Boiler Units of Thermal Power Plants. *Energy Technologies and Resource Saving*. 5–6, 77–87 [in Russian].

13. Ilchenko, V., & Riabova, S. Import uhlia: kto zarobtaet na otsutstvii inostrannoho topliva? *Enerhetyka Ukrainy: sait*. Data onovlennia: 04.10.2016. URL: <http://uaenergy.com.ua/post/27434/import-uglya-kto-zarobtaet-na-otsutstvii/> (data zvernennia 10.10.2016) [in Russian].

14. Perov, M.O., & Makarov, V.M. (2015). Ukraine's power station coal production pattern and potential. *Problemy zahal'noi enerhetyky - The Problems of General Energy*, 2(41), 23–31 [in Ukrainian].

UDK 621.311.183

Prospective conditions of the decommissioning of power units of the Ukrainian NPP with regard for the requirements of the EU and IAEA / S.V. Shulzhenko, O.L. Radchenko// *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1(48). P. 33–49.

Starting from 2018, in different intervals of time, the terms come for completion of the designed operation of power units of nuclear power plants. After that, it is necessary to continue or stop their operation. In any case, the decommissioning of power units of the Ukrainian NPP will take place in the future. Under conditions of Ukraine, the financial support for the decommissioning of power units of the existing nuclear power plants and the management of radioactive waste, which will be formed, is a complex problem.

Therefore, the assessment of prospects for the decommissioning of NPP and the financing necessary for this is topical.

Key words: nuclear power plants, radioactive waste, decommissioning, radioactive waste storage.

References

1. Projected Costs of Generating Electricity 2015. URL: <https://www.iea.org/Textbase/npsum/ElecCost2015SUM.pdf> (Last accessed 21.11.2016).

2. Uranium Markets. URL: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/uranium-markets.aspx> (Last accessed 21.08.2016).

3. The plan of development of the Integrated Energy System of Ukraine for 2016–2025 years]. URL: <https://drive.google.com/file/d/0BwZR8kgLwyBtMjA2SHM4cWY3Nmc/view> (Last accessed 11.01.2017) [in Ukrainian].

4. Report on the state of nuclear and radiation safety in Ukraine in 2014. URL: <http://www.snrc.gov.ua/nuclear/doccatalog/document?id=285032> (Last accessed 24.02.2017) [in Ukrainian].

5. Kuznetsov, V.M. (2016). Decommissioning of nuclear power facilities. URL: <http://www.seu.ru/programs/atom-safe/books/Kuznecov/snytie.pdf> (Last accessed 14.08.2016) [in Russian].

6. Zhurbenko, E.A. (2016). Investigation of the radiation characteristics of finally shut down reactor facilities with VVER. URL: <http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004858062?get=pdf> (Last accessed 13.06.2016) [in Russian].

7. Kuznetsov, V.M. (2005). To what does foreign experience teach?// *Mirovaya energetika World Energy*, 5, 97–98 [in Russian].

8. Kuznetsov, V.M. (2000). Russian nuclear power engineering. Yesterday, Today, Tomorrow. URL: <http://nevirtry.ru/detail/38307.html> (Last accessed 11.01.2017) [in Russian].

9. Nuclear Power Reactors in the World. *IAEA, issue 2*. Vienna, 2002, p. 26. URL: http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/rds2-27_web.pdf (Last accessed 24.11.2016).

10. Nosovskii, A. V., Vasilchenko, V.N., Klyuchnikov, A.A., & Yashchenko Ya.V. (2005). *Sniatie s ekspluatatsii yadernykh energeticheskikh ustanovok [Decommissioning of nuclear power plants]*. Kyiv: Tekhnika [in Russian].

11. International structure for decommissioning costing (ISDC) of nuclear installations. *OECD 2012NEA No. 7088*. URL: <https://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2012/ISDC-nuclear-installations.pdf> (Last accessed 24.10.2016).

12. The concept of decommissioning of operating nuclear power plants of Ukraine, adopted by the Ministry of Energy and Mines No. 798 of December 10, 2015. URL: http://www.energoatom.kiev.ua/files/file/kse_2015.pdf (Last accessed 14.08.2016) [in Ukrainian].

UDC 620.97

Substantiation of the economic efficiency of load control in power systems with the use of electric heat-generators as consumers-regulators / V.D. Bilodid // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1(48). P. 50–59.

Based on the analysis of control systems of the diurnal electric-load diagrams in the Integrated Power System of Ukraine, we have drawn a conclusion on the necessity of

creating new, more efficient means. We have considered the control systems based on electric heat-generators (electric boilers and heat pumps) as consumers-regulators. We describe some results of the estimation of the economic characteristics of new control systems. We have shown a very high economic efficiency of new systems, whose payback period (depending on the version of application) is from 0.3 to 6.3 yr. This is much lower than the alternative variant of project of Kanev hydro-accumulating electric station with a payback about 25 yr.

Key words: power system, electric heat-generator, consumer-regulator heat pump, electric-load diagram.

References

1. Plan rozvytku Obiednanoi enerhetychnoi systemy Ukrainy na 2016-2025 roky (proekt). *ukrenergo.energy.gov.ua*. URL: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/ua/DetailsNew.aspx?nID=1122> [in Ukrainian].
2. *Prospekt DP NEK «Ukrenerho»* (2016) [in Ukrainian].
3. Kulyk, M.M. (2014). Comparative Analysis of Technical and Economic Features of Kaniv PSPS 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].
4. Dobovi hrafiky vyrobnytstva/spozhyvannia elektroenerhii v OES Ukrainy za 2015 r. *ukrenergo.energy.gov.ua*. URL: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/ua/DetailsNew.aspx?nID=1160> [in Ukrainian].
5. Dubovskoy, S.V., Lenchevsky, E.A., & Babin, M.E. (2013). New directions in the realization of management process of the load current regime in OES of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1(32), 5–13 [in Ukrainian].
6. Lenchevsky, E.A. (2007). Researches of perfection methods of control systems of electric power pools. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 15, 56–61 [in Ukrainian].
7. Elektricheskii vysokovoltnyi kotel vodohreinyi EVKV. URL: http://prom22.ru/catalog/elektricheskie_vodogreinye_kotly_kev/elektricheskij_vysokovoltnyj_kotel_vodogreinyj?yclid=3835688738381365735 [in Russian].
8. Tsentr vodosnabzheniia. Kataloh. Elektricheskie kotly. URL: http://www.water-center.ru/cash/vids/3_22.html 8 [in Russian].
9. Elektricheskie vodohreinye kotly marki "AVPE". Praislyst kotliv AVPE pidpriemstva Elektroteplomash. URL: http://www.ekoterm.kiev.ua/index.php?id=22&Itemid=23&option=com_content&view=article [in Russian].
10. Trutaev, V.I., & Syropuschinsky, V.M. (2010). The use of electric boilers in the CHP as an effective way to get maneuverable electric power in the power system of Belarus with the introduction of nuclear power. *Enerhetycheskaia stratehiia - Energy strategy*, 4 (16), 19–24 [in Russian].
11. Elektrokotly shvedskoi firmy Zeta. URL: <http://zeta.se/boilers/en/> [in Russian].
12. Bilodid, V.D., Lenchevsky, Ye.A., Derii, V.O., Sokolovska, I.S., Levchuk, A.P., Kobernyk, V.S., & Shliapin, V.O. (2016). Rozvytok naukovykh osnov, metodiv ta zasobiv stvorennia pryntsyypovo novoi systemy avtomatyzovanoho keruvannia navantazhenniam enerhetychnoi systemy z vykorystanniam shvydkodiiuchykh spozhyvachiv – rehulatoriv: zvit pro NDR (zakliuchn.): “Synerhiia-2”. Supervisor Bilodid V.D. DRNo 0113U008441 - DONo 0217U002179. Kyiv: Instytut zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy [in Ukrainian].
13. Ilin, A.K., & Duvanov, S.V. (2006). Tekhniko-ekonomicheskaiia effektivnost ispolzovaniia teplovykh nasosov. *Vestnik AHTU*, 6, 126–130. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-teplovykh-nasosov> [in Russian].
14. Raschet urovnia inflitsii za proizvolnyi period. Sait StatBiuro. URL: <https://www.statbureau.org/ru/united-states/inflation-calculators?dateBack=2005-1-1&dateTo=2016-9-1&amount=1000> [in Russian].
15. Ohurechnikov, L.A. (2001). Effektivnost primeneniia teplovykh nasosov v sisteme heotermalnogo teplosnabzheniia. *Kholodilnaia tekhnika*, 6, 10–12 [in Russian].
16. Pustovalov, Yu.V. (1981). Ekonomicheskie voprosy razvitiia teplonasosnykh stantsii. *Teploenerhetika*, 2, 69–72 [in Russian].
17. Winkens, H.P. (1984). Der Einsatz von Wärmepumpen in der Fernwärmeversorgung. *Fernwärme International*, Bd. 13, 2, 73–78 [in English].
18. Kuznetsov, Yu.L. (1988). Kapitalovlozheniia v stroitelstvo teplonasosnykh ustanovok. *Enerhetyka i elektrifikatsiia*, 7, 36–39 [in Russian].
19. Tekhniko-ekonomicheskie pokazateli akumuliatyionnoho elektroteplosnabzheniia (1986). *Elektricheskie stantsii*, 7, 36–39. [in Russian].
20. Key World Energy Statistics (2012-2016). *International Energy Agency*. 80 p.

UDC 669.187:536.7

Enhancement of the energy efficiency of electric steel-making processes by means of natural gas conversion with the exhaust gases of an arc furnace / M.V. Gubinskii, S.N. Timoshenko, A.A. Shraiber, I.V. Antonets // The Problems of General Energy. 2017. Issue 1(48). P. 60–66.

We have developed a new scheme of the electric steel-making process with thermochemical recuperation, i.e., natural gas conversion with the exhaust gases of an arc furnace for scrap preheating. Thermodynamic calculations show that this scheme provides an increase in the thermal efficiency of the furnace by 5–6%, fuel economy by 21%, and a decrease in CO₂ emission to the atmosphere by 9.8%.

Key words: electric arc furnace, energy efficiency, natural gas, conversion, thermochemical recuperation.

References

1. Toulouevski, Yu. N., & Zinurov, Yu. N. *Innovation in electric arc furnaces. Scientific basis for selection.* Berlin: Springer, 2010. 258 p. [in English].
2. Vallomy J. Patent US 6450804, F27D 3/00, 17.09.2002. Techint Spa, Italy [in English].
3. Marcozzi M., Guzzon M. The evolution of preheating and the importance of the hot heel in supersized EAF systems. *MPT International*. 2011. No. 3. P. 82–91 [in English].
4. Adachi T., Sellan R. The jumbo size 420 t EAF at Tokyo Steel, Japan. *MPT International*. 2012. No. 2. P. 54–62 [in English].
5. Tuluevskiy, Yu.N., Zynurov, I.Yu., & Shver, V. H. (2011). *Novye vozmozhnosti pechei Consteel. Elektrometallurhiya*, 6, 22–27 [in Russian].
6. Atsushi M., Uemura H., Sakaguchi T. Midrex process. *COBELCo technology review*. Issue 29. Dec.2010. P. 50–57 [in English].
7. Rue D., Kozlov A., Khinkis M., Kurek H. Thermochemical recuperator for glass melter. 74-th Glass Problems Conference (October 15, 2013) [in English].
8. Shraiber, O.A. (2013). Use of secondary energy resources by the method of thermochemical recuperation. Computation fuel conversion. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 2(33), 39–42 [in Ukrainian].
9. Kazantsev, E.I. (1975). *Promyshlennyye pechi. Spravochnik*. Moskva: Metallurhiya. 368 s. [in Russian].

UDC 681.523

Reserves energy saving under the automated control of powerful ventilators of the steam boilers of power plants / G.I. Kanyuk, A.Yu. Mezerya, I.V. Suk, I.A Babenko // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1(48). P. 67–73.

We disclose the essence of the problem of creating energy-saving systems for the control of ventilation units and substantiate economically their introduction. We have established the dependence of relative efficiency on flow rate for different rotation frequencies and the frequency providing the maximal efficiency. Based on the results of experiments, we have confirmed the profitability caused by the introduction of algorithms of automated energy-saving control of a blow ventilator.

Key words: blow ventilator, energy saving, automated control system.

References

1. Kanyuk, G.I., Mezerya A.Y., Fokina, A.R., Laptinova, E.V., & Laptinov I.P. (2012). Energysave management and increasing to technical-economic efficiency of the pumping nstallation heat and atomic power station. *Shidno-Evropeskyi zhurnal peredovyh tehnologii*, vol. 3/8 (57), 58–62 [in Russian].
2. Kanyuk, G.I., Mezerya, A.Y., Mihayskiy, D.V., Laptinov, I.P., & Fokina A.R. (2012). *The Reserves energysave management technological process on acting TES and AES*. Izdatelstvo «Tochka», 184 p. [in Russian].
3. Kanyuk, G.I., Artyuh, S.F., Mezerya, A.Y., Laptinova, E.V., & Melnikov, V.E. (2013). *The Scientific principles energysave in heat and atomic energetike*. Izdatelstvo «Tochka», 140 p. [in Russian].
4. Kanyuk, G.I., Mezerya, A.Y., & Laptinov, I.P. (2014). The Model of energysave management pump installation heat power station. *Visnyk NTU "HPI": Energetychni ta teplotekhnichni i ustatkuvannia*, vol. 12(1055), 90–97 [in Russian].

UDC 536.24

Calculation of liquid cooling in film cooling towers with a profiled sprinkler surface //V.V. Dubrovskiy // *The Problems of General Energy*. 2017. Issue 1 (48). P. 67–73.

We have developed a method for calculating the degree of liquid cooling in film cooling towers with a profiled sprinkler surface under the conditions of quiescent air and intense blowing about the water film. The method is based on our experimental investigations that result in finding a highly efficient heat-exchange surface with spherical dimples that can be recommended as sprinklers for cooling towers.

We have analyzed a series of factors that affect heat transfer from water to air on the recommended profiled surface. Some calculations of the degree of water cooling in a cooling tower with air flow transverse to the film have been performed by the developed method. It has been shown that the same degree of cooling can be obtained in the recommended cooling tower in different ways: for example, by varying liquid flow rate and air-flow velocity, or sprinkler length and air velocity. This extends the possibilities of maneuvering modal and constructive-technological parameters of cooling tower depending on specified conditions.

The method is developed for engineering use.

Key words: calculation, heat transfer, cooling, film cooling tower.

References

1. Shraiber, A.A., Dubrovskiy, V.V., & Podvysotskiy, A.M. (2010). Generalization of experimental data on the heat transfer of a liquid film, flowing over plane and profiled surfaces, with air. *Industrial heat engineering, Vol. 32, 4*, 21–27 [in Russian].
2. Dubrovskiy, V.V., Podvysotskiy, O.M., Gryshuk, M.S., & Nedilko, A.P. (2014). Heat transfer on profiled surfaces of industrial film-type cooling towers. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 3(38)*, 50–56 [in Ukrainian].
3. Dubrovskiy, V.V., & Podvysotskiy, O.M. (2015). Influence of the geometrical characteristics of the surface with spherical wells on heat exchange of water and air. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 3(42)*, 50–56 [in Ukrainian].
4. Dubrovskiy, V.V. (2016). Heat transfer between liquid and air on surface with different shape of dimples. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 1(44)*, 41–47 [in Ukrainian].
5. Dubrovskiy, V.V. (2016). A film-type cooling tower with a profiled sprinklers surface. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 2(45)*, 52–56 [in Ukrainian].