

УДК 620.9

Аналіз індикаторів енергетичної безпеки нафтогазової галузі України / І.Ч. Лещенко // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 4—12.

У статті наведено результати розрахунків значень індикаторів енергетичної безпеки нафтогазової галузі України за 2013–2018 рр. відповідно до Методичних рекомендацій Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 2013 р. Проведений аналіз цих індикаторів показав, що не зважаючи на позбавлення від залежності в імпорتنі природного газу з Російської Федерації, у 2017–2018 рр. більшість індикаторів мали незадовільне значення, зокрема, «Частка власних джерел у балансі природного газу держави», «Частка власних джерел у балансі сирової нафти держави», «Рівень імпоротної залежності за природним газом у його загальному постачанні», «Частка втрат при транспортуванні та розподіленні природного газу», «Частка імпорту природного газу з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту». Близьким до незадовільного було значення індикатора «Частка імпорту нафтопродуктів з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту». Індикатор «Частка імпорту сирової нафти та газового конденсату з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту» мав критичне значення, а індикатор «Відношення інвестицій у підприємства ПЕК до ВВП» – небезпечне значення. Задовільним було значення одного індикатора «Рівень імпоротної залежності за сировою нафтою у загальному її постачанні», а оптимальними – двох індикаторів: «Рівень імпоротної залежності за природним газом у загальному постачанні первинної енергії», хоча природний газ не є домінуючим ресурсом у енергетичному балансі України, та «Запаси природного газу». Такі значення індикаторів показують, що стан енергетичної безпеки у нафтогазовій галузі знаходиться, в цілому, на незадовільному рівні.

Показано, що існує потреба доповнення Методичних рекомендацій індикаторами, які б оцінювали захист критичної енергетичної інфраструктури, забезпечення стабільності енергозабезпечення, диверсифікацію джерел і маршрутів постачання та транзиту природного газу, нафти та нафтопродуктів, запаси нафти та нафтопродуктів, рівень інтеграції енергетичних ринків України та ЄС, викиди парникових газів та забруднюючих речовин від енергетичного комплексу.

Ключові слова: енергетична безпека, індикатори, природний газ, нафта, нафтопродукти, газотранспортна система.

УДК 620.9

Прогнозування попиту на паливно-енергетичні ресурси для енергоємних видів продукції з урахуванням потенціалу енергозбереження до 2040 р. / О.Є. Маляренко, В.В. Станиціна, Г.О. Куц // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 13—20.

У роботі застосовано метод прямого рахунку для прогнозування енергоспоживання на двох ієрархічних рівнях: «верхній» рівень – країна і «нижній» рівень – промислове виробництво, соціальна сфера та населення. При прогнозуванні на «верхньому» рівні застосовано показники енергоємності ВВП та прогноз ВВП з оцінкою потенціалу енергозбереження від структурних і технологічних змін. На «нижньому» рівні застосовано показники енергоефективності відповідно до кожної групи: промислове виробництво – питомі витрати енергоресурсів та прогноз випуску продукції, соціальна сфера – питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів на комунальні та інші господарські послуги, прогноз обсягів передбачених послуг, населення – демографічний прогноз, прогнозний обсяг опалювальної житлової площі. Для прогнозування енергоспоживання у промисловому виробництві з 51-го виду промислової продукції обрано 26 найбільш енергоємних, які в загальній сумі споживають не менше 70% енергоресурсів і мають високі питомі витрати енергоресурсів хоча б по одному виду енергоресурсу. По кожному з 26-ти видів продукції обрано заходи з енергозбереження та обчислено прогнозу економію – потенціал енергозбереження до 2040 р. Обчислено прогнози споживання палива, теплової та електричної енергії по 26-ти видах продукції, прогноз споживання паливно-енергетичних ресурсів разом до 2040 р. для енергоємних видів продукції, населення та соціальної сфери. Зроблено порівняння збіжності отриманих прогнозів на «верхньому» і «нижньому» рівнях по окремих видах енергоресурсів. Зроблено висновок щодо необхідності комбінування кількох методів при прогнозуванні енергоспоживання для різних видів енергоресурсів, наприклад нормативного і прямого рахунку.

Ключові слова: паливо, тепла енергія, електрична енергія, потенціал енергозбереження, прогноз, населення, соціальна сфера.

УДК 620.9.002.8

Особливості прогнозування рівнів енергоспоживання України при застосуванні різних прогнозних структур економіки / Н.Ю. Май-

стренко, О.Ю. Богославська // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 21–26.

Досліджено вплив різних структур економіки України на рівень споживання енергоресурсів до 2040 р. з урахуванням потенціалу енергозбереження. Результати проведених розрахунків за консервативною та оптимістичною структурами розвитку економіки країни свідчать про необхідність значного збільшення обсягів енергоресурсів, необхідних для покриття попиту на них при реалізації програм розвитку вітчизняної промисловості, які викладені в Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 р.

Розвиток української економіки за оптимістичною структурою вимагає не тільки значного збільшення споживання електроенергії, але й збільшення обсягів палива для його виробництва, зміни структури генеруючих потужностей, а також обсягу інвестицій в будівництво нових та реконструкцію існуючих блоків електростанцій на викопних та відновлюваних видах палива, передавальних пристроїв та мереж, зростання транспортних потоків, які неможливо досягти в короткостроковій перспективі.

Програма «Попит» прискорює розрахунки, надає можливість вибору будь-якого базового року, введення даних ВВП, ВДВ та обсягів спожитих ПЕР та розрахувати обсяги енергоресурсів на перспективу на необхідний термін та окремі види енергоресурсів незалежно по кожному виду палива, електро- та теплоенергії та ПЕР взагалі. На прикладі електричної енергії як найбільш універсального енергоносія за допомогою розробленої нової програми в середовищі Microsoft Access здійснено розрахунки обсягів попиту на цей енергоресурс з врахуванням структурних та технологічних зрушень та розроблено прогноз економічного розвитку та енергоспоживання укрупнених секції економіки України.

Ключові слова: паливно-енергетичні ресурси, потенціал енергозбереження, прогнозування, стратегія розвитку промисловості, структура економіки.

УДК 621.311:621.039

Пріоритетні напрями довгострокового розвитку національної атомної енергетики / Т.П. Нецаєва // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 27–34.

Визначено, що основний вплив на формування перспектив розвитку національної атомної енергетики мають такі ключові фактори, як

термін подовження експлуатації діючих енергоблоків АЕС, жорсткість режимних обмежень на їх роботу в енергосистемі та загальносистемна економічна ефективність і екологічність функціонування певної структури генеруючих потужностей Об'єднаної енергосистеми України. Проведено аналіз сучасного стану впровадження нових легководних реакторів великої потужності та перспективних малих модульних реакторів. На підставі оцінок перспектив впровадження нових енергоблоків АЕС, отриманих з використанням математичної моделі довгострокового прогнозування розвитку структури генеруючих потужностей електроенергетичної системи з урахуванням необхідності заміщення діючих енергоблоків АЕС, визначено пріоритетні напрями довгострокового розвитку національної атомної енергетики. Важливе значення при формуванні рішень щодо впровадження нових енергоблоків має врахування динаміки їх вводу-виводу з урахуванням терміну експлуатації та одиничної потужності при прогнозованому зростанні попиту на електричну енергію. Визначено, що у разі збільшення жорсткості вимог до вуглецевої електричної енергії, в тому числі і підвищення плати за викиди CO₂, доцільно замість будівництва у період 2036–2040 рр. нових вугільних енергоблоків ТЕС збільшити потужності АЕС, в тому числі за рахунок впровадження маневрених установок з малими модульними реакторами як низьковуглецевого джерела виробництва електроенергії з підвищеною безпекою експлуатації для забезпечення стійкості, надійності та ефективності функціонування ОЕС України. Визначено доцільність заміщення діючих атомних енергоблоків, що вибувають з експлуатації, новими удосконаленими потужними атомними енергоблоками третього покоління з водою під тиском.

Ключові слова: атомна енергетика, атомний енергоблок, енергосистема, малий модульний реактор, структура генеруючих потужностей.

УДК 620.9.001; 620.97

Стартові умови для розвитку геотермальної енергетики в Україні / Ю.А. Шурчкова // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 35–40.

У статті подається аналіз сучасного стану геотермальної енергетики в Україні. Розглянуто основні фактори, що визначають розвиток галузі: інформація про ресурси, організаційно-правова основа, державна підтримка і фінансування.

Екологічна ситуація на планеті стрімко погіршується і це викликає серйозну заклопотаність у всьому світі. Тому темпи розвитку відновлюваної енергетики зростають з кожним роком. Ще в 2015 р. уряди 145 країн інвестували великі кошти в галузі використання поновлюваних джерел енергії. І не можна не погодитися з думкою фінансових експертів Financial Times, яке приводить Rentechno (<https://rentechno.ua/blog/breaking-point.html>), що вже сьогодні мова йде про «Big Green Bang» (великий зелений вибух), як про факт, що відбувся. Ілюструючи і підтверджуючи це, аналіз ІЕА показує, що ми знаходимося буквально у переломній точці. Уже з 2020 р. починається захід глобальної енергетичної системи на викопному вуглеводневому паливі. Починається епоха домінування відновлюваної енергії». За даними IRENA за підсумками 2018 р. 33% всіх потужностей в світі виробляють електроенергію з відновлюваних джерел енергії: гідроенергетика – 1200 ГВт, вітрова енергетика – 564 ГВт, сонячна енергетика – 480 ГВт, біоенергетика – 121 ГВт, геотермальна енергетика – 13 ГВт, енергія хвиль – 500 МВт. Поновлювані джерела енергії за обсягами виробництва електроенергії наздоганяють вугільні станції. Вперше в історії в США вироблено електроенергії з ВДЕ більше, ніж на вугільних станціях.

В Україні також, в міру можливостей, розвивається альтернативна енергетика. За інформацією Держенергоефективності в 2018 р. потужності генерації з ВДЕ досягли 2 ГВт, які справили 2,8 млрд кВт / год електроенергії або близько 2% від загального обсягу виробництва. У 2018 році було введено в експлуатацію понад 3139 об'єктів ВДЕ загальною потужністю близько 500 МВт. Але в переліку введених об'єктів немає жодного, котрий використовує геотермальну енергію, яка є найбільш екологічною, найбільш стабільною, з найнижчими експлуатаційними витратами.

Підводячи підсумки аналізу сучасного стану геотермальної енергетики в Україні, можна сказати, що стартові умови для її розвитку оптимістичні, оскільки в країні є значні запаси геотермальної енергії, розташовані на більшій частині її території. Існують чотири артезіанських басейни, де можливий промисловий видобуток нагрітих термальних вод; на великих територіях на доступних глибинах в непроникних гірських масивах акумульовані величезні запаси теплоти; є ряд термоаномальних площ, де в проникаючих колекторах знаходяться перегріті води, які можуть бути використані для створення геотермальних електростанцій. Є досить об'ємне законодавство, що регулює розробку геотермальних

проектів, існують численні пільги на виробництво геотермальної енергії. Уряд неодноразово заявляв про підтримку розвитку геотермальної енергетики. Але, як відзначають фахівці Національного енергетичного агентства Ісландії, які в рамках Меморандуму про співпрацю в області геотермальної енергетики проводили аналіз потенціалу геотермальної енергетики України, для розвитку геотермальної енергетики потрібно не тільки законодавче врегулювання, а й наявність розгорнутої інформації про геотермальні родовища, достатнє фінансування, залучення сучасних технологій і передового міжнародного досвіду. Фактори, які гальмують розвиток геотермальної енергетики в Україні, не носять принципового характеру і можна сподіватися, що з підйомом економіки в країні вони будуть подолані і геотермальна енергетика займе гідне місце в списку широко впроваджуваних поновлюваних джерел енергії.

К л ю ч о в і с л о в а: стартові умови, геотермальна енергетика, інформація, ресурси, законодавство, фінанси.

УДК 621.643.053

Граничні обсяги акумуляції теплової енергії в системах централізованого теплопостачання / В.О.Дерій, В.Д. Білодід // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 41—45.

Показано, що основним параметром, який обумовлює необхідну максимальну величину маневреної потужності енергосистеми є глибина нічного провалу її графіка електричних навантажень. Визначено дефіцит маневреної потужності Об'єднаної енергосистеми України станом на 2018 р. Оцінено потреби в акумуляції теплової енергії в системах централізованого теплопостачання при встановленні в них електричних теплогенераторів для регулювання навантаження ОЕС України. Для 100% покриття дефіциту ці потреби становлять 26030 Гкал, а для 90% – 22953 Гкал за добу.

Проаналізовано процеси акумуляції теплової енергії в магістральних теплових мережах систем централізованого теплопостачання в опалювальний та неопалювальний періоди, для проектного та фактичного температурного графіків. Оцінено граничні добові теплоакумуляційні можливості теплових мереж, які становлять для проектного температурного графіка 56719 Гкал, для реального – 35112 Гкал, а в неопалювальний період – 25929 Гкал.

Зазначено, що на практиці в якості електричних теплогенераторів будуть використовувати-

ся комплекси електричних котлів та теплових насосів. Частина теплової енергії, яку вони виробляють, буде заміщувати теплову енергію штатних котлів теплових джерел, а інша частина буде акумульована в теплових мережах. При розумному виборі складу електричних теплогенераторів та обсягу заміщення теплової енергії штатних котлів, існуючі магістральні теплові мережі здатні забезпечити ефективне функціонування електричних теплогенераторів при їх використанні як споживачів-регуляторів при покритті графіків електричних навантажень в ОЕС України.

Ключові слова: ОЕС України, графік електричних навантажень, нічний провал, потужність, електроенергія, електричні теплогенератори, система централізованого теплопостачання, тепла енергія, магістральна мережа.

УДК 621.311

Аналіз впливу технічного стану та умов експлуатації на ефективність та надійність енергоблоків теплових електростанцій в ОЕС України / Л.О. Кєсова, В.С. Коберник, В.В. Дубровський // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 46—52.

Проаналізовано технічний стан та характеристики роботи енергоблоків теплових електростанцій України. Виявлено значні зміни умов експлуатації енергоблоків (старіння обладнання, низька маневреність при регулюванні графіків електричних навантажень в об'єднаній енергосистемі, паливні проблеми), що призвело до зростання питомих витрат палива на виробництво електроенергії, зменшення коефіцієнта використання встановленої потужності, збільшення викидів в навколишнє середовище у порівнянні зі світовим рівнем. Оцінено вплив маневрених режимів роботи на додаткові витрати газу на ТЕС. Проведено порівняння поточних викидів димових газів з технологічними нормативами допустимих викидів на окремих енергоблоках і ТЕС. Проаналізовано плани розвитку теплоенергетичних потужностей України щодо мінімізації негативних факторів в роботі теплових електростанцій.

Ключові слова: тепла електрична станція, енергоблок, технологічний стан ТЕС, викиди димових газів.

УДК 504: 620.9

Перспективи впровадження внутрішньої системи торгівлі квотами на викиди парникових газів в Україні / Н.В. Парасюк, М.В. Лебідь // Проблеми загальної енергетики. – 2019. – Вип. 2(57). – С. 53—59.

Стаття присвячена аналізу одного з ефективних заходів зі скорочення викидів парникових газів у світі та перспектив його впровадження в Україні для виконання Україною зобов'язань за Паризькою угодою, а саме ринкового механізму – системи торгівлі квотами на викиди парникових газів. На даний час приблизно 40 країн та понад 20 міст, штатів і регіонів, на долю яких припадає чверть світових викидів парникових газів, визначають ціну на квоти викидів парникових газів, як основний інструмент зі скорочення обсягів викидів парникових газів та/або забезпечення їхнього помірного зростання. Все більше таких юрисдикцій впроваджують плату за викиди парникових газів шляхом розробки та впровадження схем торгівлі квотами на викиди парникових газів.

В той самий час, як світ оцінює наслідки Паризької кліматичної угоди, увага переноситься від визначення напрямів скорочення обсягів викидів парникових газів (у формі національно визначених внесків) на важливі питання шляхів досягнення цих скорочень, та звітування про них в рамках майбутніх механізмів міжнародного обліку скорочень викидів парникових газів.

У цій статті визначено найбільш важливі кроки при створенні структури системи торгівлі квотами на викиди парникових газів в Україні. Водночас автори спираються на концептуальний аналіз та на деякі найбільш практичні уроки, отримані станом на сьогодні внаслідок впровадження систем торгівлі по всьому світові, включаючи Європейський Союз, декілька провінцій і міст у Китаї, Каліфорнію, Квебек, північно-східні штати Америки, Альберту, Нову Зеландію, Казахстан, Республіку Корею, Токіо і Сайтама.

Перехід економіки України на шлях низьковуглецевого зростання є важливою складовою політики держави із забезпечення сталого розвитку, зокрема у контексті глобальних цілей сталого розвитку на довгострокову перспективу. Основні заходи та політики, спрямовані на запобігання зміні клімату включають енергозбереження, енергоефективність, відновлювану енергетику, податок на викиди вуглецю, системи торгівлі квотами на викиди та інші.

Ключові слова: парникові гази, торгівля, сектори, дохід, енергетика, угода

УДК 620.9

Анализ индикаторов энергетической безопасности нефтегазовой отрасли Украины / И.Ч. Лещенко // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2 (57). – С. 4—12.

В статье приведены результаты расчетов значений индикаторов энергетической безопасности нефтегазовой отрасли Украины за 2013–2018 гг. в соответствии с Методическими рекомендациями Министерства экономического развития и торговли Украины 2013 г. Проведенный анализ этих индикаторов показал, что несмотря на избавление от зависимости в импортном природном газе из Российской Федерации, в 2017–2018 гг. Большинство индикаторов имели неудовлетворительное значение, в частности, «Доля собственных источников в балансе газа государства», «Доля собственных источников в балансе сырой нефти государства», «Уровень импортной зависимости по природному газу в его общих поставках», «Доля потерь при транспортировке и распределении природного газа», «Доля импорта природного газа из одной страны (компания) в объеме его импорта». Близким к неудовлетворительному было значение индикатора «Доля импорта нефтепродуктов из одной страны (компания) в общем объеме его импорта». Индикатор «Доля импорта сырой нефти и газового конденсата из одной страны (компания) в общем объеме его импорта» имел критическое значение, а индикатор «Отношение инвестиций в предприятия ТЭК к ВВП» – опасное значение. Удовлетворительным было значение одного индикатора «Уровень импортной зависимости по сырой нефти в общих ее поставках», а оптимальным – двух индикаторов: «Уровень импортной зависимости по природному газу в общей поставке первичной энергии», хотя природный газ не является доминирующим ресурсом в энергетическом балансе Украина, и «Запасы природного газа». Такие значения индикаторов показывают, что состояние энергетической безопасности в нефтегазовой отрасли находится в целом на неудовлетворительном уровне.

Показано, что существует потребность дополнения Методических рекомендаций индикаторами, которые оценивали бы защиту критической энергетической инфраструктуры, обеспечение стабильности энергообеспечения, диверсификации источников и маршрутов поставок и транзита природного газа, нефти и нефтепродуктов, запасы нефти и нефтепродуктов, уровень интеграции энергетических рынков Украины и ЕС, выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ от энергетического комплекса.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, индикаторы, природный газ, нефть, нефтепродукты, газотранспортная система.

УДК 620.9

Прогнозирование спроса на топливно-энергетические ресурсы для энергоемких видов продукции с учетом потенциала энергосбережения до 2040 г. / Е.Е. Маляренко, В.В. Станицына, Г.А. Куц // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 13—20.

В работе применен метод прямого счета для прогнозирования энергопотребления на двух иерархических уровнях: «верхний» уровень – страна и «нижний» уровень – промышленное производство, социальная сфера и население. При прогнозировании на «верхнем» уровне применены показатели энергоемкости ВВП и прогноз ВВП с оценкой потенциала энергосбережения от структурных и технологических изменений. На «нижнем» уровне применены показатели энергоэффективности, соответствующие каждой группе: промышленное производство – удельные расходы энергоресурсов и прогноз выпуска продукции, социальная сфера – удельные расходы топливно-энергетических ресурсов на коммунальные на другие хозяйственные услуги, прогноз объемов предусмотренных услуг, население – демографический прогноз, прогнозный объем отопительной жилой площади. Для прогнозирования энергопотребления в промышленном производстве из 51-го вида промышленной продукции выбрано 26 наиболее энергоемких, которые в общей сумме потребляют не менее 70% энергоресурсов и имеют высокие удельные расходы энергоресурсов хотя бы по одному виду энергоресурса. По каждому из 26-ти видов продукции выбраны мероприятия по энергосбережению и рассчитана прогнозная экономия – потенциал энергосбережения до 2040 г. Рассчитаны прогнозы потребления топлива, тепловой и электрической энергии по 26-ти видам продукции, суммарный прогноз потребления топливно-энергетических ресурсов до 2040 г. для энергоемких видов продукции, населения и социальной сферы. Сделано сравнение сходимости полученных прогнозов на «верхнем» и «нижнем» уровне по отдельным видам энергоресурсов. Сделан вывод, что необходимо комбинировать несколько методов при прогнозировании энергопотребления для различных видов энергоресурсов, например нормативный и прямого счета.

Ключевые слова: топливо, тепловая энергия, электрическая энергия, потенциал энергосбережения, прогноз, население, социальная сфера.

УДК 620.9.002.8

Особенности прогнозирования уровней энергопотребления Украины при применении различных прогнозных структур экономики /

Н.Ю. Майстренко, О.Ю. Богославская // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 21—26.

Исследовано влияние различных структур экономики Украины на уровни потребления ТЭР до 2040 г. с учетом потенциалов энергосбережения. Результаты расчетов приведены с учетом консервативной и оптимистической структур развития экономики страны. Они свидетельствуют о необходимости значительного увеличения объемов энергоресурсов, которые будут использованы для покрытия спроса при реализации программ развития отечественной промышленности, заложенные в Стратегии развития промышленного комплекса Украины на период до 2025 г.

Развитие украинской экономики по оптимистической структуре требует не только значительного увеличения потребления электроэнергии, но и увеличение объемов топлива для ее производства, изменения структуры генерирующих мощностей. Также необходим рост объема инвестиций в строительство новых и реконструкцию существующих блоков электростанций на ископаемых и возобновляемых видах топлива, количества передаточных устройств и сетей, рост транспортных потоков, которые невозможно достичь в краткосрочной перспективе.

Программа «Попит» ускоряет расчеты, дает возможность выбора любого базового года, введения данных ВВП, ВДС и объемов использованных ТЭР и рассчитать объемы энергоресурсов на перспективу на необходимый срок и отдельные виды энергоресурсов независимо по каждому виду топлива, электро- и теплоэнергии и ТЭР вообще. На примере электрической энергии как наиболее универсального энергоносителя с помощью разработанной новой программы в среде Microsoft Access осуществлены расчеты объемов спроса на этот энергоресурс с учетом структурных и технологических сдвигов и разработан прогноз экономического развития и энергопотребления укрупненных секции экономики Украины.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, потенциал энергосбережения, прогнозирование, стратегия развития промышленности, структура экономики.

УДК 621.311:621.039

Приоритетные направления долгосрочного развития национальной атомной энергетики / Т.П. Нечаева // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 27—34.

Определено, что основное влияние на формирование перспектив развития национальной атомной

энергетики имеют такие ключевые факторы, как срок продления эксплуатации действующих энергоблоков АЭС, жесткость режимных ограничений на их работу в энергосистеме и общесистемная экономическая эффективность и экологичность функционирования определенной структуры генерирующих мощностей Объединенной энергосистемы Украины. Проведен анализ современного состояния внедрения новых легководных реакторов большой мощности и перспективных малых модульных реакторов. На основании оценок перспектив внедрения новых энергоблоков АЭС, полученных с использованием математической модели долгосрочного прогнозирования развития структуры генерирующих мощностей электроэнергетической системы с учетом необходимости замещения действующих энергоблоков АЭС, определены приоритетные направления долгосрочного развития национальной атомной энергетики. Важное значение при формировании решений по внедрению новых энергоблоков имеет учет динамики их ввода-вывода с учетом срока эксплуатации и единичной мощности при прогнозируемом росте спроса на электрическую энергию. Определено, что в случае увеличения жесткости требований к углеродоемкости электроэнергии, в том числе и повышение платы за выбросы CO₂, целесообразно вместо строительства в период 2036–2040 гг. новых угольных энергоблоков ТЭС увеличить мощности АЭС, в том числе за счет внедрения маневренных установок с малыми модульными реакторами как низкоуглеродного источника производства электроэнергии с повышенной безопасностью эксплуатации для обеспечения устойчивости, надежности и эффективности функционирования ОЭС Украины. Определена целесообразность замещения действующих атомных энергоблоков, выбывающих из эксплуатации, новыми усовершенствованными мощными атомными энергоблоками третьего поколения с водой под давлением.

Ключевые слова: атомная энергетика, атомный энергоблок, малый модульный реактор, структура генерирующих мощностей.

УДК 620.9.001;620.97

Стартовые условия для развития геотермальной энергетики в Украине / Ю.А. Шурчкова // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 35—40.

В статье представляется анализ современного состояния геотермальной энергетики в Украине. Рассмотрены основные факторы, определяющие развитие отрасли: информация о ресурсах, организационно-правовая основа, государственная поддержка и финансирование.

Экологическая ситуация на планете стремительно ухудшается и это вызывает серьезную озабоченность во всем мире. Поэтому темпы развития возобновляемой энергетики возрастают с каждым годом. Еще в 2015 году правительства 145 стран инвестировали большие средства в области использования возобновляемых источников энергии. И нельзя не согласиться с мнением финансовых экспертов Financial Times, которое приводит Rentechno (<https://rentechno.ua/blog/breaking-point.html>), что уже сегодня речь идет о «Big Green Bang» (большом зеленом взрыве), как о свершившемся факте. Иллюстрируя и подтверждая это, анализ IEA показывает, что мы находимся буквально у переломной точки. Уже с 2020 г. начинается закат глобальной энергетической системы на ископаемом углеводородном топливе. Начинается эпоха доминирования возобновляемой энергии». По данным IRENA по итогам 2018 г. 33% всех мощностей в мире производят электроэнергию из возобновляемых источников энергии: гидроэнергетика – 1200 ГВт, ветровая энергетика – 564 ГВт, солнечная энергетика – 480 ГВт, биоэнергетика – 121 ГВт, геотермальная энергетика – 13 ГВт, энергия волн – 500 МВт. Возобновляемые источники энергии по объемам производства электроэнергии догоняют угольные станции. Впервые в истории в США произведено электроэнергии из ВИЭ больше, чем на угольных станциях.

В Украине, также, по мере возможностей, развивается альтернативная энергетика. По информации Госэнергоэффективности в 2018 г. мощности генерации из ВИЭ достигли 2 ГВт, которые произвели 2,8 млрд кВт/час электроэнергии или около 2% от общего объема производства. В 2018 г. было введено в эксплуатацию более 3139 объектов ВИЭ общей мощностью около 500 МВт. Но в перечне введенных объектов нет ни одного, использующего геотермальную энергию, которая является наиболее экологичной, наиболее стабильной, с самыми низкими эксплуатационными затратами.

Подводя итоги анализа современного состояния геотермальной энергетики в Украине, можно сказать, что стартовые условия для ее развития оптимистичны, поскольку в стране имеются значительные запасы геотермальной энергии, расположенные на большей части ее территории. Существуют четыре артезианских бассейна, где возможна промышленная добыча нагретых термальных вод; на обширных территориях на доступных глубинах в непроницаемых горных массивах аккумулированы огромные запасы теплоты; имеются ряд термоаномальных площадей, где в проникающих коллекторах находятся перегретые воды, которые могут быть использованы для создания геотермальных электростанций. Имеется достаточно объемное законодательство, регулирующее разработку гео-

термальных проектов, существуют многочисленные льготы на производство геотермальной энергии. Правительство неоднократно заявляло о поддержке развития геотермальной энергетики. Но как отмечают специалисты Национального энергетического агентства Исландии, которые в рамках Меморандума о сотрудничестве в области геотермальной энергетики проводили анализ потенциала геотермальной энергетики Украины, для развития геотермальной энергетики требуется не только законодательное урегулирование, но и наличие развернутой информации о геотермальных месторождениях, достаточное финансирование, привлечение современных технологий и передового международного опыта.

Факторы, тормозящие развитие геотермальной энергетики в Украине, не носят принципиального характера и можно надеяться, что с подъемом экономики в стране они будут преодолены и геотермальная энергетика займет достойное место в списке широко внедряемых возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: стартовые условия, геотермальная энергетика, информация, ресурсы, законодательство, финансы.

УДК 621.643.053

Граничные объёмы аккумуляции тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения / В.А. Дерий, В.Д. Белодед // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 41—45.

Показано, что основным параметром, который обуславливает необходимую максимальную величину маневренной мощности энергосистемы является глубина ночного провала ее графика электрических нагрузок. Определено дефицит маневренной мощности Объединённой энергосистемы Украины состоянием на 2018 г. Оценено потребности в аккумуляции тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения при установке в них электрических теплогенераторов для регулирования нагрузки ОЭС Украины. Для 100% покрытия дефицита эти потребности составляют 26030 Гкал, а для 90% – 22953 Гкал за сутки.

Проанализировано процессы аккумуляции тепловой энергии в магистральных тепловых сетях систем централизованного теплоснабжения в отопительный та неотопительный периоды, для проектного и фактического температурных графиков. Оценено граничные суточные теплоаккумулирующие возможности тепловых сетей, которые составляют для проектного температурного графика

56719 Гкал, для реального – 35112 Гкал, а в неотапливаемый период – 25929 Гкал.

Отмечено, что на практике в качестве электрических теплогенераторов будут использоваться комплексы электрических котлов и тепловых насосов. Часть тепловой энергии, которую они произведут, будет замещать тепловую энергию штатных котлов тепловых источников, а другая часть будет аккумулированная в тепловых сетях. При разумном выборе состава электрических теплогенераторов и объёма замещения тепловой энергии штатных котлов, существующие магистральные тепловые сети способны обеспечить эффективное функционирование электрических теплогенераторов при их использовании как потребителей-регуляторов при покрытии графиков электрических нагрузок в ОЭС Украины.

Ключевые слова: ОЭС Украины, график электрических нагрузок, ночной провал, мощность, электроэнергия, электрические теплогенераторы, система централизованного теплоснабжения, тепловая энергия, магистральная сеть.

УДК 621.311

Анализ влияния технического состояния и условий эксплуатации на эффективность и надежность энергоблоков тепловых электростанций в ОЭС Украины / Л.А. Кесова, В.С. Коберник, В.В. Дубровский // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 46—52.

Проанализированы техническое состояние и характеристики работы энергоблоков тепловых электростанций Украины. Выявлены значительные изменения условий эксплуатации энергоблоков (старение оборудования, низкая маневренность при регулировании графиков электрических нагрузок в объединенной энергосистеме, топливные проблемы), что привело к росту удельных расходов топлива на производство электроэнергии, уменьшение коэффициента использования установленной мощности, увеличение выбросов в окружающую среду в сравнении с мировым уровнем. Оценено влияние маневренных режимов работы на дополнительные расходы газа на ТЭС. Проведено сравнение текущих выбросов дымовых газов с технологическими нормативами допустимых выбросов на отдельных энергоблоках и ТЭС. Проанализированы планы развития теплоэнергетических мощностей Украины по минимизации негативных факторов в работе тепловых электростанций.

Ключевые слова: тепловая электрическая станция, энергоблок, технологическое состояние ТЭС, выбросы дымовых газов.

УДК 504: 620.9

Перспективы внедрения внутренней системы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Украине / Н.В. Парасюк, М.В. Лебедь // Проблемы общей энергетики. – 2019. – Вып. 2(57). – С. 53—59.

Данная статья посвящена анализу одной из эффективных мер по сокращению выбросов парниковых газов в мире и перспектив её внедрения в Украине для выполнения Украиной обязательств по Парижскому соглашению, а именно рыночного механизма – системы торговли квотами на выбросы парниковых газов. В настоящее время примерно 40 стран и более 20 городов, штатов и регионов, на долю которых приходится четверть мировых выбросов парниковых газов, определяют цену на квоты выбросов парниковых газов, как основной инструмент по сокращению объемов выбросов парниковых газов и / или обеспечения их умеренного роста. Все больше таких юрисдикций внедряют плату за выбросы парниковых газов путем разработки и внедрения схем торговли квотами на выбросы парниковых газов. В то же время, пока мир оценивает последствия Парижского климатического соглашения, внимание переносится от определения направлений сокращения объемов выбросов парниковых газов (в форме национально определенных взносов) на важные вопросы, а именно пути достижения этих сокращений, и отчетности о них в рамках будущих механизмов международного учета сокращений выбросов парниковых газов.

В этой статье определены наиболее важные шаги при создании структуры системы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Украине. В то же время авторы опираются на концептуальный анализ и на некоторые наиболее практические уроки, полученные на сегодня в результате внедрения систем торговли по всему миру, включая Европейский Союз, несколько провинций и городов в Китае, Калифорния, Квебек, северо-восточные штаты Америки, Альберту, Новую Зеландию Казахстан, Республику Корею, Токио и Сайтама.

Переход экономики Украины на путь низкоуглеродистого роста является важной составляющей политики государства по обеспечению устойчивого развития, в частности в контексте глобальных целей устойчивого развития на долгосрочную перспективу. Основные мероприятия и политики, направленные на предотвращение изменения климата включают энергосбережение, энергоэффективность, возобновляемую энергетику, налог на выбросы углерода, системы торговли квотами на выбросы и другие.

Ключевые слова: парниковые газы, торговля, сектора, доход, энергетика, соглашение.

UDC 620.9

Analysis of energy security indicators of the Ukrainian oil and gas industry / I.Ch. Leshchenko // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 4–12.

This article presents the calculated values of energy-security indicators of the Ukrainian oil and gas industry for 2013–2018 in accordance with the Methodical Recommendations of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine (2013). Analysis of these indicators showed that, despite getting out from dependence in imported natural gas from Russian Federation, in 2017–2018, most of the indicators were unsatisfactory, in particular, “The part of own sources in the state’s gas balance”, “The part of own sources in the state’s crude oil balance”, “The level of import dependence on natural gas in its total supply”, “The part of losses during transportation and distribution of natural gas”, “The part of natural gas import from one country (company) in the general volume of its import”. Indicator “The part of import of petroleum products from one country (company) in the total volume of its import” was close to unsatisfactory. Indicator “The part of import of crude oil and gas condensate from one country (company) in the total volume of its import” was critical, and indicator “The ratio of investment in energy companies to GDP” has a dangerous value. The value of one indicator “The level of import dependence on crude oil in its total supply” was satisfactory, and two indicators: “The level of import dependence on natural gas in the total supply of primary energy”, although natural gas is not the predominant resource in the energy balance of Ukraine, and “Natural Gas Reserves” were optimal. Such indicator values show that the state of energy security in the oil and gas industry is in the large at an unsatisfactory level.

It is shown that there is a need to supplement the Methodical Recommendations with indicators that would assess the protection of critical energy infrastructure, assurance of the stability of energy supply, diversity of sources and routes of natural gas, oil and petroleum products supply and transit, oil and petroleum products stocks, the level of integration of the energy markets of Ukraine and the EU, emissions of greenhouse gases and polluting substances from the energy sector.

Keywords: energy security, indicators, natural gas, oil, petroleum products, gas transmission system.

References

1. Pro natsionalnu bezpeku Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 21.06.2018 № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19> (Last accessed: 03.04.2019) [in Ukrainian].

2. What is energy security? *OECD/IEA*. URL: <https://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity/> (Last accessed: 08.04.2019).
3. Metodichni rekomendatsii shchodo rozrakhunku rivnia ekonomichnoi bezpeky Ukrainy: Nakaz Minekonomrozvytku Ukrainy № 1277 vid 29.10.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13> (Last accessed: 08.04.2019) [in Ukrainian].
4. Energy balance of Ukraine 2013–2017. *State Statistics Service of Ukraine*. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012.htm (Last accessed: 10.04.2019) [in Ukrainian].
5. *Naftogaz of Ukraine*. URL: <http://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/00B62B682AA-8CA37C22583900050DAF0> (Last accessed: 03.04.2019) [in Ukrainian].
6. Kazda, S. (2016). Funds and Firm Actions to Reanimate Ukraine’s Gas Distribution System. *VoxUkraine*. URL: <https://voxukraine.org/en/funds-and-firm-actions-to-reanimate-ukraines-gas-distribution-system-en/> (Last accessed: 11.04.2019).
7. Naftohaz ta YeBRR zavershyly spivpratsiu v ramkakh kredytnoi uhody 2015 roku. *Naftogaz of Ukraine*. URL: <http://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/6F774B299CB1E375C225822000445FF7?> (Last accessed: 10.04.2019) [in Ukrainian].
8. Zovnishnia torhivlia okremymy vydamy tovariv za krainamy svitu za 2013–2018 roky. *State Statistics Service of Ukraine*. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zd/e_iovt/arh_iovt2018.htm (Last accessed: 08.04.2019) [in Ukrainian].
9. The website of Eustream. URL: <https://tis.eustream.sk/TisWeb/#/?nav=bd.cap> (Last accessed: 11.04.2019).
10. Polshcha ta Slovachchyna rozpochaly budivnytstvo hazovoho interkonektora mizh krainamy. *Интерфакс-Україна* від 19.09.2018. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/532225.html/> (Last accessed: 10.12.2018) [in Ukrainian].
11. COUNCIL DIRECTIVE 2009/119/EC of 14 September 2009 imposing an obligation on Member States to maintain minimum stocks of crude oil and/or petroleum products. *Official Journal of the European Union*. 9.10.2009 L 265/9. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2009.265.01.0009.01.ENG&toc=OJ:L:2009:265:TOC (Last accessed: 11.04.2019).
12. Kontsepsiia stvorennia v Ukraini minimalnykh zapasiv nafty i naftoproduktiv na period do 2020 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 8 hrudnia 2009 r. № 1498-r [in Ukrainian].
13. Pro zatverdzhennia Planu rozvytku hazotransportnoi systemy Operatora hazotransportnoi systemy AT «Ukrtransgaz» na 2018–2027 roky. Postanova Natsionalnoi komisii Ukrainy, shcho zdiisniuie derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh vid 04.09.2018 № 956 [in Ukrainian].
14. Pavlyk, V.V., Kontsur, Z.Y., Vovk, Y.M., & Dykhnylykyn, V.V. (2012). *Modernyzatsiia HTS. Sdelano v Ukrainy. Myr Avtomatyzyatsyy*. 2012. № 3. С. 50–54 [in Russian].

15. Kazda ,S. (2017). Hazorozpodilni merezhi: truby chy aktyv? *Dzerkalo tyzhnia*. №1152 [in Ukrainian].
16. Nadiinist i bezpeka transportuvannia nafty terytoriiu Ukrainy. Materialy Mizhnarodnoi konferentsii «Naftohazoviy kompleks Ukrainy nashliakhureformuvannia, modernizatsii, rozvytku». Kyiv. 26.10.2016 URL: <http://www.oilgas-expo.com/ru/uploads/2016/Укртранснафта%20Надійність-безпека%20транспортування%20нафти.pdf> (Last accessed: 10.04.2019) [in Ukrainian].
17. Capital investments on environmental protection in Ukraine 2017 r., 2018 r. *Statistics Service of Ukraine*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (Last accessed: 08.04.2019).
18. Leshchenko, I.Ch. (2016). Analysis of critical scenarios connected with the termination of action of certain international contracts in the gas sector of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 4(47), 30—39. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.030> [in Ukrainian].
19. International Index of Energy Security Risk 2018 Edition. *Global Energy Institute*. URL: https://www.globalenergyinstitute.org/sites/default/themes/brick-theme/pdfs/energyrisk_intl_2018.pdf (Last accessed: 10.04.2019).

UDC 620.9

Forecasting the demand for fuel and energy resources for energy-intensive products with regard for the potential of energy saving up to 2040 / O.Ye. Malyarenko, V.V. Stanytsina, G.O. Kuts // The Problems of General Energy. – 2019. – Issue 2(57). – P. 13—20.

This paper uses the direct account method to predict energy consumption at two hierarchical levels: the “upper” level corresponds to the country, and the “lower” to industrial production, social sphere, and population. When forecasting at the “upper” level, we applied the parameters of GDP energy intensity and the GDP forecast with estimation of the energy-saving potential from structural and technological changes. At the “lower” level, the parameters of energy efficiency were applied according to each group: industrial production – specific consumptions of energy resources and production forecast, social sector – specific consumptions of fuel and energy resources for municipal and other economic services, and forecast of the volume of services provided, population – demographic forecast and predicted volume of heated housing. For the prediction of energy consumption in industrial production, from 51 types of industrial products, 26 most energy-intensive ones were selected, which, in total, consume at least 70% of energy resources and have high specific consumptions of energy resources for at least one type of them. For each of 26 types of products, we chose measures of energy savings and estimated the potential for energy savings

up to 2040. We calculated the forecasts for fuel, heat, and electricity consumption by 26 types of products, the forecasts of consumption of total fuel and energy resources up to 2040 for energy-intensive products, population, and social sphere. A comparison of the correspondence between obtained forecasts at the “upper” and “lower” levels for certain types of energy resources is made. We conclude that it is necessary to combine several methods in forecasting energy consumption for different types of energy resources, for example, normative and direct account.

Key words : fuel, thermal energy, electric energy, energy saving potential, forecast, population, social sphere.

References

1. Piriashvili, B.Z., Voronchuk, M.M., Halinovskii, E.I., Chirkin, B.P., & Shchepets, O.Y. (2008). Imitatsionnoe modelirovanie v enerhetike. B.M. Danilishin (Ed.). Kyiv: Nauk. dumka [in Russian].
2. Kostyukovskyi, B.A., Maksimets, A.A., Spitkovskiy, A.I., Sas, D.P., & Parasyuk, M.V. (2008). Formation of the coordinated prognoses of economy and energetics development with the use of optimization models. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 2(18), 21—23 [in Ukrainian].
3. Martyniuk, A., & Chernenko, P. (2012). Improving the accuracy of modeling the trend and seasonal components in the medium-term forecasting of the consumed electric power from the integrated power system. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 1(28), 35—41 [in Russian].
4. Sas, D.P. (2013). Electricity demand forecasting using UP-DOWN method. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 3(34), 11—16 [in Ukrainian].
5. Li Chao. (2016). Modeli prohnouzuvannia spozhyvannia elektroenerhii v KNR na dovhostrokovu perspektyvu. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomika*. Vol. 21, Vyp. 5(47), 26—32. URL: http://visnyk-onu.od.ua/journal/2016_21_5/06.pdf (Last accessed: 10.01.2019) [in Ukrainian].
6. Rozen, V.P., & Demchyk, Ya.M. (2016). Porivnialnyi analiz metodiv prohnouzuvannia spozhyvannia elektroenerhii vyrobnychkykh system. *Visnyk Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu. Zb. nauk. Prats, Vyp. 42*, 41—47. URL: <http://visnykknu.com.ua/wp-content/uploads/file/42/11.pdf> (Last accessed: 10.01.2019) [in Ukrainian].
7. 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. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005> [in Ukrainian].
8. Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., & Stanytsina, V.V. (2016). Substantiation of the predictive vol-

umes of energy saving potential in the enlarged sectors of economy with regard for technological and structural changes. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 4(47), 58–67. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.058> [in Ukrainian].

9. Aheieva, T.P. (2002). *Metodychni osnovy otsinky enerhozhberezhennia ta prohnozuvannia enerhospozhyvannia v sferi zhytloвого ta komunalno-pobutovoho obsluhovuvannia naseleння Ukrainy. Candidate's thesis*. K.: Instytut zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy [in Ukrainian].
10. Posibnyk ta dopovnnennia do KTM 204 Ukrainy 244-94 Normy ta vkazivky po normuvanniu vytrat palyva ta teplovii enerhii na opalennia zhytlovyh ta gromadskyh sporud, a takozh na gospodarsko-pobutovi potreby v Ukraini. (2001). 84 p. [in Ukrainian].
11. Stanytsina, V.V. (2018). Projected demand for fuel and energy resources in the fabrication of some types of energy-intensive chemical products. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 2(53), 21–27. <https://doi.org/10.15407/pge2018.02.021> [in Ukrainian].
12. Gnedy, N.V., & Malyarenko, E.E. (2008). *Energoefektyvnost y opredelenye potentsyala energosberezhennia v neftepererabotke*. Kyiv: Nauk. dumka. 182 p. [in Russian].
13. Maistrenko, N.Yu. (2018). Prognostication of the demand for primary energy resources in the power-intensive productions of food industry with regard for the potential of energy saving. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 4(55), 11–16. <https://doi.org/10.15407/pge2018.04.011> [in Ukrainian].
14. Kulyk, M.M., Horbulin, V.P., & Kyrylenko, O.V. (2017). *Kontseptualni pidkhody do rozvytku enerhetyky Ukrainy (analytychni materialy)*. Kyiv: Institute of General Energy of NAS of Ukraine [in Ukrainian].

UDC 620.9.002.8

Specific features of forecasting the levels of energy consumption in Ukraine at the application of different predicted structures of economy / N.Yu. Maistrenko, O.Yu. Bogoslavskaya // The Problems of General Energy. – 2019. – Issue 2(57). – P. 21–26.

We investigated the influence of different structures of Ukraine's economy on the level of consumption of energy resources up to 2040 with regard for the potential of energy saving. The results of carried out calculations on the conservative and optimistic structures of development of country's economy point to the necessity of a significant increase in the volumes of energy resources that are required to cover the demand for them in implementation of the development programs of domestic industry, which are laid down in the Strategy of Development of the Industrial Complex of Ukraine for the period up to 2025.

The development of Ukrainian economy according to the optimistic structure requires not only a significant increase in electricity consumption, but also an increase in the volume of fuel for its production, a change in the structure of generating capacities, and also the volume of investments in the construction of new and reconstruction of existing blocks of power plants on fossil and renewable fuels, transmission devices, and networks, the growth of traffic flows that cannot be achieved in near-term outlook.

The program «Popyt» accelerates calculations and provides the possibility of choosing any base year as well as input of the data of gross domestic product, gross added value, and volumes of consumed fuel-and-energy resources (FER). It calculates the total volumes of FER for the future and volumes of separate types of energy resources for each type of fuel, energy and thermal energy, and FER on the whole. On the example of electric energy as the most universal energy source, with help of developed new program in the Microsoft Access environment, we performed calculations of demand for this energy resource with regard for structural and technological changes, and proposed a forecast of economic development and energy consumption of the enlarged sections of the Ukrainian economy.

Keywords: fuel and energy resources, energy saving potential, forecasting, strategy of industrial development, structure of economy.

References

1. Enerhetychna stratehiia Ukrainy do 2030 r., redaktsiia 2013 r. URL: http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy_2030 (Last accessed: 10.02.2017) [in Ukrainian].
2. Stratehiia rozvytku promysloвого kompleksu Ukrainy na period do 2025 roku. URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=10ef5b65-0209-4aa1-a724-49fd0877d8d6&title=ProektRozporiadzhenniaKabinetuMinistrivUkrainiproSkhvalenniaStrategiiRozvitkuPromislovogoKompleksuUkrainiNaPeriodDo2025-Roku> (Last accessed: 03.04.2019) [in Ukrainian].
3. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku promysloвого kompleksu Ukrainy na period do 2025 roku: Proekt rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy. URL: <http://www.me.gov.ua/> (Last accessed: 03.04.2019) [in Ukrainian].
4. Danilishin, B.M. (2018). Piat faktorov konkurentosposobnosti ekonomiki Ukrainy. URL: <https://www.capital.ua/ru/publication/120279-pyat-faktorov-konkurentosposobnosti-ekonomiki-ukrainy> (Last accessed: 10.12.2018) [in Russian].
5. 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 Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 2(4), 5–13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005> [in Ukrainian].

UDC 621.311:621.039

Priority areas of long-term development of national nuclear power / T.P. Nechaieva // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 27–34.

We established that the formation of prospects of the development of national nuclear power depends, first of all, on such key factors as the term of extension of the service life of existing NPP units, the hardness of regime constraint on their operation in an energy system, and system-wide economic efficiency and environmental friendliness of a certain structure of generating capacities in the United Power System of Ukraine. We carried out an analysis of the current state of implementation of new light-water reactors of high power and promising small modular reactors. Based on the estimates of prospects of the implementation of new nuclear power units, obtained by using the mathematical model of long-term forecasting the development of structure of generating capacities in the power system, taking into account the need to replace operating NPPs, we determined the priority areas of long-term development of national nuclear power. In the formation of decisions concerning the introduction of new power units, it is quite important to take into account the dynamics of their commission and decommission with regard for their operation life and unit capacity at the projected growth of demand for electrical energy. It has been established that, in the case of hardening the requirements to carbon-intensity of electricity, including an increase in the CO₂ emissions charge, it is advisable, instead of construction of new coal-fired power units of TPPs in the period 2036–2040, to increase the capacity of NPPs, including the introduction of maneuvering units with small modular reactors as a low-carbon source of electricity production with enhanced operational safety to ensure sustainability, reliability, and efficiency of the functioning of Ukrainian UPS. We also determined the feasibility of replacing existing nuclear power units that are decommissioning by new advanced third-generation powerful nuclear power units.

Keywords: nuclear power, nuclear power units, small modular reactors, structure of generating capacities.

References

1. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospro-

mozhnist». URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245239554> (Last accessed: 10.02.2019) [in Ukrainian].

2. Nuclear Power Reactors. World Nuclear Association. URL: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/nuclear-power-reactors.aspx> (Last accessed: 10.02.2019).

3. Power Reactor Information System (PRIS). *International Atomic Energy Agency (IAEA)*. URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryStatisticsLandingPage.aspx> (Last accessed: 22.02.2019).

4. Strojashhiesja AJeS v Rossii. *The State Atomic Energy Corporation ROSATOM*. URL: <http://www.rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes/> (Last accessed: 11.04.2019) [in Russian].

5. Kukharchuk, M. (2017). Finansovi instrumenty dlia budivnytstva novykh AES. Svitova praktyka. Prezentatsiia z kruhloho stolu «Atomna enerhetyka: investytsii v maibutnie Ukrainy» v ramkakh Dnia atomnoi enerhetyky. URL: http://www.energoatom.kiev.ua/files/file/3_mikola_kuharchuk_dms_f_nansov_nstrumenti_dlya_bud_vnictva_novykh_aes_sv_tova_praktika.rar (Last accessed: 10.12.2018) [in Ukrainian].

6. Rossiia i Kitaj podpisali rekordnyj paket. Departament komunikacij GK Rosatom. (2018). URL: <http://atominfo.ru/newss/z0494.htm> (Last accessed: 10.12.2018) [in Russian].

7. Shul'ga, I. (2018). Dostojnye tri s pljusom. *Atomnyj jekspert*. № 6, 38–50 [in Russian].

8. Shul'ga, I. (2016). Vysshaja liga– 2. *Atomnyj jekspert*. № 8(50), 50–67 [in Russian].

9. Kitaj odobril chetyre bloka s HPR-1000. (2019). *Sino-Atom.Ru*. URL: <http://atominfo.ru/newsy/z0105.htm> (Last accessed: 11.04.2019) [in Russian].

10. Argentina i Kitaj podpisali genkontrakt na dva bloka. (2017). *AtomInfo.Ru*. Published at 19.05.2017. URL: <http://atominfo.ru/newsp/w0834.htm> (Last accessed: 10.12.2018) [in Russian].

11. Rybchuk, O. (2017). Budivnytstvo enerhoblokov № 3, 4 Khmelnytskoi AES. Analiz mozhlyvosti. Prezentatsii z kruhloho stolu «Atomna enerhetyka: investytsii v maibutnie Ukrainy» v ramkakh Dnia atomnoi enerhetyky. URL: [http://www.energoatom.kiev.ua/files/file/5_rybchuk_ap_dobudova_haes_anal_z_mozhlyvostey_\(2\).rar](http://www.energoatom.kiev.ua/files/file/5_rybchuk_ap_dobudova_haes_anal_z_mozhlyvostey_(2).rar) (Last accessed: 10.12.2018) [in Ukrainian].

12. NuScale Power, LLC. URL: <https://www.nuscalepower.com/> (Last accessed: 10.04.2019).

13. SMR LLC. URL: <https://smrllc.com/> (Last accessed: 11.04.2019).

14. Vlasenko, M., Hodun, O., Kukharchuk, M., & Nezhura, M. (2018). Modeliuvannia enerhosystem do 2100 roku. *EnerhoAtom Ukrainy*, 2(47), 32–37 [in Ukrainian].

15. Nechaieva, T.P. (2018). Model and structure of the long-term development of generating capacities of a power system with regard for the commissioning and decommissioning dynamics of capacities and changing their technical-and-economic indices. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 3(54), 5–9. <https://doi.org/10.15407/pge2018.03.005> [in Ukrainian].

UDC 620.9.001; 620.97

Starting conditions for the development of geothermal energy in Ukraine / Yu.A. Shurchkova // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 35—40.

The article presents an analysis of state-of-the-art of geothermal energy in Ukraine. The main factors determining the development of this industry are considered: information on resources, organizational and legal basis, government support, and financing.

The ecological situation on the planet is rapidly deteriorating, and this is a cause of serious anxiety throughout the world. Therefore, the rate of development of renewable energy is increasing every year. As far back as in 2015, the governments of 145 countries invested heavily in the use of renewable energy sources. And one cannot but agree with the opinion of financial experts from «The Financial Times», which Rentechno cites (<https://rentechno.ua/blog/breaking-point.html>) that today it is a question of «Big Green Bang» (big green explosion) as about a fait accompli. Illustrating and confirming this, an IEA analysis shows that we are literally at a turning point. Already in 2020, the global energy system on fossil hydrocarbon fuels begins to decline. The era of domination of renewable energy begins. According to IRENA, by the end of 2018, 33% of all global power produces electricity from renewable energy sources: hydropower – 1200 GW, wind power – 564 GW, solar power – 480 GW, bioenergy – 121 GW, geothermal power – 13 GW, and wave energy – 500 MW. Renewable energy sources overtake coal-fired power plants in terms of electricity production. For the first time in history, US generated more electricity from renewable energy sources than coal-fired power plants.

As far as possible, alternative energy is also developing in Ukraine. According to the State Energy Efficiency, the generation power of renewable energy sources in 2018 reached 2 GW and produced 2.8 billion kW-h of electricity, or about 2% of the total production. In 2018, more than 3139 renewable energy facilities with a total power of about 500 MW were commissioned. But in the list of introduced objects, there is no one facility that uses geothermal energy, which is most environmentally friendly, most stable, and requires the lowest operating costs.

Summing up the analysis of state of-the-art of geothermal energy in Ukraine, we can say that the starting conditions for its development are optimistic since the country has significant reserves of geothermal energy, located on the most part of its territory. There are four artesian basins where industrial extraction of heated thermal waters is possible; a large quantity of heat is accumulated on vast areas at accessible depths in impenetrable mountain ranges; there is a number of

thermo-anomaly areas, where overheated waters are situated in penetrating reservoirs, which can be used for constructing geothermal power plants. There is a fairly voluminous legislation governing the development of geothermal projects, there are numerous benefits for the production of geothermal energy. The government has repeatedly declared a support for the development of geothermal energy. However, according to experts of the National Energy Agency of Iceland, who within the framework of the Memorandum of cooperation in the field of geothermal energy performed an analysis of the potential of geothermal energy in Ukraine, the development of geothermal energy requires not only legislative regulation, but also the availability of detailed information on geothermal fields, sufficient funding, attraction of modern technology and international best practices. The factors hampering the development of geothermal energy in Ukraine are not fundamental in nature, and one can hope that, with economic growth in the country, they will be overcome, and geothermal energy will occupy a worthy place in the list of widely introduced renewable energy sources.

Keywords: starting conditions, geothermal, energy, information, resources, legislation, finance.

References

1. Sobolevsky, E. E. et al. (1979). Estimation of reserves of thermal waters of the Ukrainian SSR, Report. State Committee on Geology of Ukraine, inv. number 42121, in 3 volumes. Kyiv [in Russian].
2. Zabarniy, G.M., & Shurchkov, A.V. (2002). Energetic potential of untradic Dzherel of energy of Ukraine. Kyiv: ITTF NAS Ukraine. 211 p. [in Ukrainian].
3. Fomina, O. (2005). Alternative from the depths of the bowels. *Energy saving and energy efficiency*, 12. URL: [http://www.tek-ua.com/article0\\$pa!481\\$a!306091.htm](http://www.tek-ua.com/article0$pa!481$a!306091.htm) (Last accessed: 11.04.2019) [in Russian].
4. Potential geothermal energy in Ukraine. URL: <https://msd.com.ua/vozobnovlyaemye-i-vtorichnye-istochniki-energii/potencial-geotermalnoj-energii-v-ukraine/> (Last accessed: 22.02.2019) [in Russian].
5. Dolinsky, A.A., & Khalatov, A.A. (2016). Geothermal energy: virobnitstvo electric power and thermal power. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 11, 76—86 [in Russian].
6. Atlas «Geology and Minerals of Ukraine». URL: <https://www.google.com/search?q=.+Atlasa + «Geology + and + useful + mineral + Ukraine!» 306091.htm> (Last accessed: 22.02.2019) [in Russian].
7. Konechenkov, A. (2016). Geothermal Development Plan. URL: <http://oilreview.kiev.ua/2016/03/05/geotermalnyj-plan-razvitiya/> (Last accessed: 10.12.2018) [in Russian].
8. Dolinsky, A.A., & Rezakova, T.A. (2017). The contribution of geothermal energy to the energy independence of Ukraine. *Industrial heat engineering*, Vol. 39, № 2, 6—11 [in Russian].

9. Morozov, Yu.P. (2013). The method of intensification of the flow rate of geothermal wells. URL: <http://naukarus.com/metod-intensifikatsii-debita-geotermalnyh-skvazhin> (Last accessed: 10.04.2019) [in Russian].
10. Ministry of Energy and the Industry of Ukraine. Statistical information. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua> (Last accessed: 22.02.2019) [in Ukrainian].
11. Boguslavsky, E.I. (2018). The development of thermal energy of the subsoil. Moscow: Sputnik + Publishing House. 448 p. [in Russian].

UDC 621.643.053

Limiting possibilities of the accumulation of thermal energy in centralized heat supply systems/ V.O. Derii, V.D. Bilodid // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 41—45.

It is shown that the main parameter determining the required maximal value of the maneuverable power of a power system is the depth of night depression of its schedule of electrical loads. We determined the deficiency of maneuverable power of the United Energy System of Ukraine as of 2018. The needs for accumulation of thermal energy in district heating systems are determined at mounting electric heat generators in them for the control of load of the UES of Ukraine. For 100% coverage of the deficiency, these requirements are 26,030 Gcal or, for 90%, 22,953 Gcal per day.

We analyze the processes of accumulation of thermal energy in the main heat networks of district heating systems for the heating and non-heating periods as applied to the design and actual temperature charts. We estimate the limiting daily heating accumulation possibilities of thermal networks, which make up for the design temperature schedule 56,719 Gcal, for real 35,112 Gcal, and in the non-heating period 25,929 Gcal.

It is noted that, in practice, the complexes of electric boilers and heat pumps will be used as electric heat generators. A part of thermal energy, which will be produced by them, will replace the thermal energy of district heating boilers, and the rest will be accumulated in heating networks. With a reasonable choice of the composition of electric heat generators and the amount of replacement of thermal energy of standard boilers, the existing main heating networks can provide efficient functioning of electric heat generators when used as consumers-regulators in covering electrical load schedules in the UES of Ukraine.

Keywords: UES of Ukraine, schedule of electrical loads, night depression, power, electric power, electric heat generators, district heating system, thermal energy, main network.

References

1. 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].
2. Podobed, V.S. (2011). Thermal Energy Accumulation in Hot-Water Heating Network, *Energy Strategy*, 5(23), 22—26 [in Russian].
3. Derii, V.O. (2014). Potential of thermal energy accumulation in district heating systems networks. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 4(39), 29—33 [in English].
4. Bilodid, V.D., & Derii, V.O. (2015). Heating system accumulative capability. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 3(42), 31—35. <https://doi.org/10.15407/pge2015.03.031> [in Ukrainian].
5. Derii, V.O., & Zgurovets, O.V. (2017). Investigation of the schedules of electrical loads of power system for determining the possibilities of their improvement by using electric heat-generators. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 4(51), 52—60. <https://doi.org/10.15407/pge2017.04.052> [in Ukrainian].
6. Derii, V.O. (2018). Features of the joint operation of district heating systems and electric heat generators in the control of load on the UPS of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 3(54), 54—59. <https://doi.org/10.15407/pge2018.03.054> [in Ukrainian].
7. Pro osnovni pokaznyky roboty opaliuvalnykh kotelen i teplovykh merezh Ukrainy za 2014 rik: stat. zbirnyk. (2015). K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 17 p. [in Ukrainian].
8. Protiazhnist vetkhykh ta avarijnykh teplovykh i parovykh merezh za 2011–2014 roky. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2013/pr/pvam/pvam_u/pvatpm_u.htm (Last accessed: 22.02.2019) [in Ukrainian].
9. DBN V.2.5-39:2008. TEPLOVI MEREZH. Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Zovnishni merezhi ta sporudy. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2009 [in Ukrainian].
10. Derii, V.O. (2016). Analiz teplovykh merezh STsT Ukrainy. *Enerhetyka ta elektryfikatsiia*. 6, 21—26 [in Ukrainian].

UDC 621.311

Analysis of the influence of technical state and operating conditions on the efficiency and reliability of power units of thermal power plants in the UES of Ukraine / L.O. Kesova, V.S. Kobernik, V.V. Dubrovsky // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 46—52.

We analyzed the technical state and characteristics of work of the power units of Ukrainian thermal power plants. We found significant changes in the

operating conditions of power units (equipment aging, low maneuverability in regulating the schedules of electrical loads in the united power system, fuel problems), which led to an increase in specific fuel consumption for electricity generation, a decrease in the utilization factor of installed capacity, and an increase in harmful emissions to the environment as compared with the world level. The influence of maneuvering modes of operation on the additional gas consumption at TPPs is estimated. Comparison of current emissions of flue gases with the technological norms of permissible emissions from separate power units and TPPs is carried out. The plans of development of heat power facilities of Ukraine concerning the minimization of negative factors in the work of thermal power plants are analyzed. Transition to new technologies in the heat-and-power sector can provide an increase in both energy and economic efficiency as well as environmental safety due to the reduction of harmful emissions to an acceptable level (according to Directive 2010/75 / EU).

Keywords: thermal power plant, power unit, technological state of TPP, flue gas emissions.

References

1. Zvit z otsinky vidpovidnosti (dostatnosti) heneruiuchykh potuzhnosti. (2017). Kyiv: DP NEK «Ukrenerho», 117 p. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/10/Zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchykh-potuzhnostej.pdf> (Last accessed: 10.12.2018) [in Ukrainian].
2. Informatsiia pro robotu elektroenerhetychnoho kompleksu. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225 Zvit z otsinky vidpovidnosti (dostatnosti) heneruiuchykh potuzhnosti. (2017). Kyiv: DP NEK «Ukrenerho», 117 p. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/10/Zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchykh-potuzhnosti.pdf> (Last accessed: 10.12.2018) [in Ukrainian].
3. Zarubizhnyi dosvid z pidvyschennia enerhetychnoi efektyvnosti ta vprovadzhennia novykh tekhnolohii vyrobnytstva elektrychnoi enerhii. VP NTTsE DP NEK «Ukrenerho». 2014. 73 p. [in Ukrainian].
4. Sakva, Yu. (2018). Ekspluatirovat – doroho, ostanovit – nevozmozhno! 19.06.2018. URL: <http://uaenergy.com.ua/post/31003> (Last accessed: 10.12.2018) [in Russian].
5. Panina, A.H. (2018). Perspektivy razvitiia elektroenerhetiki. Modernyzatsiia. M., 2018. URL: <http://media.rspp.ru/document/1/7/a/7a1057e702babe86648c07e6b4bc706e.pdf> (Last accessed: 22.03.2019) [in Russian].
6. STO 70238424.27.100.008-2008. Blochnye ustanovki. Usloviia postavki. Normy i trebovaniia. M., 2008. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293808/4293808247.htm> (Last accessed: 22.03.2019) [in Russian].
7. Tekhnolohichni normatyvy dopustymykh vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn iz teplosylovykh ustanovok, nominalna teplova potuzhnist iakykh perevyschuie 50 MVt: Nakaz Ministerstva okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrainy vid 22.10.2008 № 541. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08> (Last accessed: 10.04.2019) [in Ukrainian].
8. Pro vnesennia zmin do nakazu Minpryrody vid 22 zhovtnia 2008 roku № 541: Nakaz Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 16.02.2018 № 62. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0290-18#n6> (Last accessed: 11.04.2019) [in Ukrainian].
9. Natsionalnyi plan skorochennia vykydiv vid velykykh spaliuvalnykh ustanovok. Skhvaleno rozporiadzheniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 08.11.2017 r. № 796-r.
10. Dubovskoy, S.V., & Kobernik, V.S. (2013). Technical and economic evaluation of promising environmental conservation technologies in the thermal power engineering of Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 2(33), 49–56 [in Ukrainian].
11. 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].
12. Nova enerhetychna stratehiia Ukrainy do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist». (2017). URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112> (Last accessed: 11.04.2019) [in Ukrainian].

UDC 504: 620.9

Prospects of implementing the internal system of quota trade for greenhouse gas emission in Ukraine / N.V. Parasyuk, M.V. Lebid // *The Problems of General Energy*. – 2019. – Issue 2(57). – P. 53–59.

This article is devoted to the analysis of one of efficient measures for the reduction of greenhouse gas emissions in the world and prospects of its implementation in Ukraine in order to fulfill its obligations under the Paris Agreement, namely, the market mechanism, i.e., system of quota trade for greenhouse gas emissions. At present, about 40 countries and more than 20 cities, states, and regions, whose fraction in the global greenhouse gas emissions is equal to one-fourth, determine the price of quota for greenhouse gas emissions as the main tool for reducing greenhouse gas emissions and/or ensuring their moderate growth. More and more such jurisdictions introduce the fee for

greenhouse gas emissions through the development and implementation the systems of quota trade for greenhouse gas emissions.

At the same time, as the world assesses consequences of the Paris Climate Agreement, attention is transferred from the determination of measures for reducing greenhouse gas emissions (in the form of nationally-defined contributions) to important issues of the ways to achieve these reductions and reporting on them in the framework of future mechanisms for the international accounting of the reduction of greenhouse gas emissions.

This article outlines the most important steps in establishing the structure of system of quota trade for greenhouse gas emissions in Ukraine. At the same time, the authors lean on conceptual analysis and some of the most practical lessons learned earlier as a result of the introduction of emission trading systems around the world, including the European Union, several provinces and cities in China, California, Quebec, north-eastern states of the USA, Alberta, New Zealand, Kazakhstan, Republic of Korea, Tokyo, and Saitama.

The decarbonization of Ukrainian economy is an important component of the state policy of ensuring sustainable development, in particular, in the context of global goals of sustainable development for the long-term outlook. Key measures and politics aimed at preventing climate change include energy saving, energy efficiency, renewable energy, carbon tax, systems of quota trade for emissions, etc.

Keywords: greenhouse gases, trade, sectors, income, energy, agreement.

References

1. Paryzka ugoda. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161 (Last accessed: 22.02.2019).
2. Strategiiia nyzkovuhlecevoho rozvytku Ukrainy do 2050 roku. Kyiv, 2017. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250250456> (Last accessed: 21.03.2019) [in Ukrainian].
3. The 2030 climate and energy framework. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en (Last accessed: 22.03.2019).
4. Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady Yevropejskoho Soiuzu stosovno spilnykh pravyl dlia vnutrishnoho rynku elektroenerhii. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_571 (Last accessed: 11.04.2019) [in Ukrainian].
5. Torhovlia vybrosami parnikovykh hazov po vsemu miru: Ezhehodnyi otchet. (2017). Berlin: ICAP. URL: https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=444 (Last accessed: 22.03.2019).
6. World Bank and Ecofys. 2018. "State and Trends of Carbon Pricing 2018 (May)", by World Bank, Washington, DC. Doi: 10.1596/978-1-4648-1292-7 (Last accessed: 03.04.2019).
7. Partnerstvo zadlia stvorennia vuhlecevykh rynkiv (partnership for market readiness - pmr) URL: <https://menr.gov.ua/content/partnerstvo-zadlya-stvorennya-vuhlecevih-rynkiv-partnership-for-market-readiness-pmr.html> (Last accessed: 11.04.2019) [in Ukrainian].
8. Nacionalnyi kadastr antropohennykh vykydiv iz dzherel ta absorbcii pohlynachamy parnykovykh haziv 1990-2016 rr. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/Ukraine_NIR_2018%20project.pdf (Last accessed: 21.03.2019) [in Ukrainian].
9. Normatyvno-pravova baza. URL: <https://menr.gov.ua/news/32022.html> (Last accessed: 11.04.2019) [in Ukrainian].