

УДК 332.83:643/645(477)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ

Горошкова Л.А., д.е.н., доцент, академік Академії економічних наук України, доцент кафедри менеджменту організацій та логістики,

Волков В.П., д.т.н., професор, академік Академії економічних наук України, професор кафедри менеджменту організацій та логістики, проректор з науково-педагогічної роботи

Коваленко Г.В., аспірант, ДВНЗ «Запорізький національний університет» Міністерства освіти і науки України, м. Запоріжжя

Горошкова Л.А., Волков В.П., Коваленко Г.В. Сучасні технології управління енергозбереженням.

У статті проведено дослідження проблеми енергоефективності у житлово-комунальному господарстві України. Доведено, що комунальна енергетика України є технічно відсталим сектором економіки з багатьма проблемами, які останнім часом суттєво загострилися. Серед фундаментальних чинників таких проблем чільне місце посідає низька енергоефективність. Незадовільний сучасний стан муніципальної енергетики зумовлюється також недосконалістю системи енергоспоживання, зокрема нестачею систем регулювання, а також недосконалістю існуючих будівельних конструкцій. Визначені першочергові заходи щодо заощадження енергоресурсів у вітчизняному житлово-комунальному господарстві.

Побудована математична модель кайдзен-стратегії у житлово-комунальному господарстві з використанням багатогалузевої моделі національного господарства. Доведено, що необхідно здійснювати управляючий вплив на такі елементи складної системи, як: водопровідно-каналізаційне господарство, комунальна енергетика, житлове господарство та ремонтно-експлуатаційне виробництво, міський електротранспорт, шляхове господарство, зовнішнє освітлення, благоустрій, побутове обслуговування, готельне господарство та інші. Запропонована модель може бути використана для оцінки впливу на загальний результат функціонування ЖКГ досліджених основних параметрів з урахуванням введених обмежень.

Goroshkova L., Volkov V., Kovalenko G. Modern technologies of management energy savings.

In this article the problem of the energy efficiency in the housing and communal services were determined. Is proved, that the municipal power of Ukraine is technically backward sector of economy with many problems, which recently essentially have become aggravated. Among the fundamental factors of such problems the essential place borrows low energy efficiency. The unsatisfactory modern condition of municipal power is predetermined also by imperfection of system energy consumption, in particular by lack of systems regulation, and also imperfection of existing building designs. The immediate measure by the energy savings in the national housing and communal services were determined.

Mathematical model of kaydzen-strategy in a housing and communal services with use of diversified model of a national economy is constructed. Is proved, that is necessary to carry out managing influence on such elements of complex system, as: voter-sewer, municipal power, housing and operational manufacture, urban electrotransport, road, external illumination, accomplishment, household service, hotel etc. The offered model can be used for an estimation of influence on general result of functioning housing and communal services of the investigated basic parameters in view of the entered restrictions.

Горошкова Л.А., Волков В.П., Коваленко Г.В. Современные технологии управления энергосбережением.

В статье проведено исследование проблемы энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве Украины. Доказано, что коммунальная энергетика Украины является технически отсталым сектором экономики с многими проблемами, которые в последнее время существенно обострились. Среди фундаментальных факторов таких проблем существенное место занимает низкая энергоэффективность. Неудовлетворительное современное состояние муниципальной энергетики предопределяется также несовершенством системы энергопотребления, в частности недостатком систем регулирования, а также несовершенством существующих строительных конструкций. Определены первоочередные мероприятия по сбережению энергоресурсов в отечественном жилищно-коммунальном хозяйстве.

Построена математическая модель кайдзен-стратегии в жилищно-коммунальном хозяйстве с использованием многоотраслевой модели национального хозяйства. Доказано, что необходимо осуществлять управляющее влияние на такие элементы сложной системы, как: водопроводно-канализационное хозяйство, коммунальная энергетика, жилищное хозяйство и ремонтно-эксплуатационное производство, городской электротранспорт, дорожное хозяйство, внешнее освещение, благоустройство, бытовое обслуживание, гостиничное хозяйство и др. Предложенная модель может быть использована для оценки влияния на общий результат функционирования ЖКГ исследованных основных параметров с учетом введенных ограничений.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Об'єктивний процес соціально-економічних реформ, що здійснюється в країні, охоплює всі сфери економіки, соціальної інфраструктури й спрямований на підвищення ефективного їхнього функціонування та сталого розвитку. Актуальність, об'єктивна необхідність реформування житлово-комунальної сфери обумовлена тим, що сучасний її стан характеризується дотаційністю у економічному й ресурсному забезпеченні та високому рівні енергоспоживання. Серед проблем житлово-комунального господарства (ЖКГ) країни, що потребують негайного вирішення, є збереження та утримання житлового фонду та енергозаощадження.

Аналіз основних досліджень чи публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Сучасними аспектами вирішення проблем розвитку ЖКГ займаються Запатріна І.В., Качала Т.М., Кизим М.О., Тищенко О.М., Поважний О.С. та ін. [1-3]. Результати власних досліджень проблеми наведені в [3-8].

Формування цілей статті. В Україні експлуатується понад 10,4 млрд. м² житла [9], основна частина якого побудована у 50-70 роки ХХ сторіччя. Технічний стан більшості житлових будинків – незадовільний, морально і фізично зношеними є 30 - 50% житлового фонду. В структурі енергоспоживання країни 40% енергоресурсів використовує ЖКГ (опалення, вентиляція, забезпечення гарячою водою, електрострум), транспорт – 30%, на індустріальні потреби споживається - 27%, інші галузі – 3%. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговують проблеми енергоефективності та енергозаощадження в ЖКГ. Метою роботи є дослідження проблем енергоефективності у ЖКГ України, аналіз європейського досвіду їх розв'язання та з'ясування можливостей його використання з метою підвищення рівня заощадження енергоресурсів у вітчизняному ЖКГ.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Житлово-комунальне господарство належить до числа найбільш енергомістких секторів національного господарства, що вносить вагомий внесок у кількість викидів CO₂. Витрати котельно-пічного палива у країні становить 65-70% від загальної кількості витраченого на виробничо-експлуатаційні потреби. Так, наприклад у 2005 році було витрачено 100,6 млн.т. умовного палива. Від його спалювання викиди CO₂ становили

324,9 млн.т. Середньорічна потреба вітчизняного ЖКГ у паливі, що витрачається на теплове забезпечення житлових і громадських будівель, становить близько 2200 млн. ГДж. Економічно доцільно і технічно можливо знизити цю величину на 800 млн. ГДж. Одночасно знизиться і обсяг викидів CO₂ у атмосферу. Підприємства ЖКГ щорічно споживають 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. м³ природного газу. На опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн.т. у.п., що майже в 3 рази більше, ніж у країнах ЄС.

В Україні у 1993 році введено нові норми теплового захисту житлових будинків (зміни у СНиП II-3-79). Наступними змінами було введення норм нового покоління ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель”, що вступили в дію з 01.04.2007 року [10]. Зазначені норми відповідають вимогам Європарламенту з енергоефективності будинків. Так, за новими стандартами, в теплоізовьованому будинку втрати тепла через вікна на 13%, через стіни – на 24% нижчі, ніж у будинках, споруджених до 1994 року. Але підстав для оптимізму – немає.

По-перше, більша частина вітчизняного житлового фонду побудована до 1994 року. Аналіз існуючих проектів за якими побудовано багатоповерхові житлові будинки в Україні показав, втрати тепла через зовнішні стіни складають приблизно 30%, підвальні та горищні перекриття - 10%, віконні та дверні прорізи - до 30%.

По-друге – не дивлячись на впровадження змін нормативних вимог до теплоізоляції огорожувальних конструкцій будинків, вітчизняні норми залишаються одними з найнижчих серед країн Європи.

У табл. 1 проведений порівняльний аналіз вітчизняних норм та норм країн ЄС щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз вітчизняних норм та норм країн ЄС щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Країна	Опір теплопередачі, м ² °С/Вт				Питомі тепловитрати кВтжод/м ²
	Стіни	Покриття	Перекриття	Вікна	
Україна	22,8	3,3	3,3	0,6	90-180
Росія	2,9	3,7	4,2	0,4	95-195
Німеччина	18-5,0	5,8	3,5	0,7	30-70
Литва	3,33	5,55	4,0	0,52	-
Данія	3,3	5,0	3,4	0,4	55
Фінляндія	3,5	4,5	4,5	0,47	-
Польща	3,0	3,0	3,0	0,5	70-100
Словаччина	3,1	5,0	5,0	0,59	30-100
Канада	3,2-4,1	6,6	6,6	0,6	30-70

Показники річних енерговитрат у житловому фонді наступні:

- Західна Європа - 150-260 кВтжод/м²;
- Скандинавія - 120-150 кВтжод/м² та 60-80 кВтжод/м² - для енергоефективних будинків;
- Східна Європа, у т.ч. Україні - 250-400 кВтжод/м².

Таким чином, житловий фонд України потребує форсованого скорочення нераціонального використання енергоресурсів.

Відомо, що показник енергоемності ВВП України - 0,89 кг у.п./\$США, який у 2,6 рази вище середньосвітового рівня, свідчить про те, що досягнення прогнозного для 2030 р. рівня (0,36 кг у.п./\$ США) може бути забезпечено лише за рахунок впровадження принципово нових системних технологій, систем обліку витрат енергоресурсів тощо. Але на сьогодні матеріально-технічна база ЖКГ з її темпами деградації не може мати навіть

приблизних показників подібної енергоємності.

Енергетична стратегія Євросоюзу передбачає до 2020 року скоротити на 20% обсяг споживання основних енергоносіїв за рахунок використання альтернативних джерел. Директива Європейського парламенту (ЄС № 2002/91/ЄС) зобов'язує архітекторів зменшити енерговитрати в будівництві технічними заходами і прогнозує досягнення економії на рівні 50% під час модернізації будинків наявної забудови [11]. В Україні ще у 1994 році розроблено програму енергозаощадження [12, 13], але дієвих механізмів для її запровадження у такій важливій сфері як ЖКГ не розроблено. Доцільним у зв'язку з цим є аналіз досвіду розвинених європейських країн у галузі енергоефективності та енергозаощадження.

Економія енергоресурсів та покращення ситуації в екологічному аспекті становлять загальнодержавну та суспільну проблему. Тому у Європі на державному і місцевому рівнях застосовується, як стимул для залучення приватних інвестицій в енергозаощадження, фінансова підтримка з боку держави.

Наприклад, у Польщі у 1998 році ще до вступу до ЄС (у 2004 році), був прийнятий Закон про термомодернізацію. В ньому зазначалось, що термомодернізація – покращення існуючих технічних параметрів будівель з метою зменшення теплових потреб з подальшим зниженням вартості обігріву даної будівлі та забезпечення визначеного мікроклімату в приміщенні. Закон передбачав термомодернізацію житлових будинків, будівель соціального та громадського призначення, місцевих опалювальних систем. Реалізація положень Закону призвела до зниження енергоспоживання та перерозподілу його структури. Так, якщо у 1994 році ЖКГ споживало 38%, транспорт – 14%, промисловість – 34%, інші галузі – 14%, то у 2002 році – 27%, 20%, 24% і 29% відповідно [14]. Як бачимо, обсяг споживання енергоресурсів ЖКГ знизився на 11%.

У Данії у 2006 році було введено в дію будівельні норми, що дозволяють зменшити потреби у енергоносіях на 25-30% менші порівняно з попередніми роками [15]. Крім того, у країні діє ефективна система нагляду за дотриманням виконання цих будівельних норм.

На сьогодні в світі чотири країни мають розвинену систему стандартів з енерговикористання - це Данія, Швеція, Ірландія та США.

Одним з концептуальних завдань вітчизняного паливно-енергетичного комплексу є перехід житлово-комунального комплексу з газу на електрозабезпечення з одночасною модернізацією невиправдано енергоємного виробництва, що потребує не лише технічних рішень, але і нормативно-правового урегулювання і супроводу.

Уже зараз для системи житлово-комунального господарства розробляються і впроваджуються програми переходу з природного газу на електроспоживання, спрямовані на зменшення економічної залежності України від імпорту енергоносіїв, а також пакети нормативно-методичних документів для забезпечення проектування, впровадження й експлуатації принципово нових технологій і систем.

Виходячи із технічних характеристик сучасного теплотехнічного обладнання та будівельних матеріалів, прийнято низку нових нормативно-правових актів, які регламентують різні аспекти енергозбереження у виробничій та житловій сферах. Це, зокрема, Закон України “Про енергозбереження”, нові державні стандарти України та будівельні норми.

Разом з тим загальний огляд технічних заходів з ресурсозбереження, що застосовуються в закордонній практиці, та світовий досвід свідчать про можливість економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозаощаджуючих технологій, матеріалів та організаційних заходів.

На житловий фонд припадає значна частка загального обсягу споживання енергії, зниження якої дозволить зекономити енергоресурси та зменшити викиди окису вуглецю в атмосферу. Тому саме теплотехнічна санація будинків є ефективним способом досягнення сталого стану будинків та охорони клімату і навколишнього середовища.

Споживання понаднормованої енергії будинком означає значні втрати коштів, які

замість того, щоб бути використаними для створення додаткової вартості, витрачаються на чисте споживання і тільки обтяжують підприємства ЖКГ та громади.

У разі поступового підвищення цін на енергоносії в майбутньому, споживачі послуг ЖКГ неминуче будуть поставлені перед ризиком додаткових витрат і дефіцитом постачання.

Будинки з теплоізоляцією мають вищий температурний комфорт і менші ризики з огляду як на зростання цін на енергоносії, так і щодо обмеження якості життя взагалі.

З огляду на наведені вище переваги, оціночна вартість житлового будинку (і відповідно квартир), де проведені енергозаощаджуючі заходи, значно вища, особливо у довгостроковій перспективі, ніж аналогічна вартість будинку без покращення конструктивних елементів і до того ж погано герметизованого.

У процесі вибору та впровадження ефективних енергозаощаджуючих заходів у житловому фонді роблять принципову різницю між:

- заходами, що стосуються опалювального устаткування та технічних постачальних і розподільних мереж. Вони покращують коефіцієнт корисної дії (наприклад, співвідношення параметри з опалення/параметри із споживання) опалювального устаткування або підготовки гарячої води;

- заходами, що впливають на споживання теплової енергії. Ці заходи стосуються огороджуючих конструкцій будинку та вентиляції.

Значні втрати тепла в будинках без теплоізоляції або в погано ізольованих будинках виникають, в основному, через високу теплопровідність огороджуючих конструкцій (так звані трансмісійні витрати). З іншого боку, існує низка будівельно-технічних заходів, які дають змогу значно скоротити ці втрати. Такі заходи порівняно недорогі в реалізації і, в основному, економічно рентабельні. Стандарт теплопровідності будинку, який визначає погребу в тепловій енергії, має більше значення, ніж втрати тепла через систему опалення, котра повинна забезпечувати потреби у теплі. Тому доцільно, щоб система опалення розраховувалась згідно з обсягами тепла, необхідного для опалення конкретного будинку. Якщо теплоізоляція будинку буде проведена після модернізації системи опалення, це може призвести до надлишкового споживання тепла у будинку, наслідком якого може бути не лише підвищення комфортності будинку, а й надзвичайно високі інвестиції. Слід наголосити, що насамперед має бути проведена енергосанация будинку і лише потім - модернізація системи опалення. Інша причина, через яку доцільно проводити теплотехнічну модернізацію не лише системи опалення, а і всього будинку, полягає в тому, що будинок розрахований на довший строк експлуатації, ніж технічне обладнання. Теплотехнічний стандарт для будівель встановлюється на довший строк, ніж для системи опалення.

Для визначення потреби будинку в тепловій зовнішній енергії існує кілька простих алгоритмів розрахунку енергобалансу будинку. При цьому розраховуються як втрата тепла при трансмісії та вентиляції так і отримання додаткового тепла від сонячної енергії, що надходить через вікна, а також виникає усередині приміщення шляхом накопичення тепловіддачі людей та побутових електроприладів. Ці програми дозволяють спланувати її та надійно оцінити усереднену потребу будинку в тепловій енергії та середніх нормах споживання.

Принципово важливим є поєднання заходів теплотехнічної санаяції з першочерговими роботами з ремонту чи модернізації будинку та його окремих елементів. Тобто для додаткового створення оптимальної теплової ізоляції слід використати найбільш сприятливий час, коли так чи інакше потрібно проводити ремонтно-будівельні роботи через поєднання заходів можна значно скоротити витрати на ізоляцію, що суттєво підвищить їх ефективність.

Якщо ремонтні роботи не супроводжуватимуться відповідними ресурсозберігаючими заходами, то можливості з покращання ситуації будуть втрачені на багато десятиліть наперед. При проведенні модернізації будинків потрібно завжди

передбачати заходи з підвищення теплоефективності шляхом збільшення товщини захисною теплоізолюючого прошарку, оскільки витрати на додаткові сантиметри ізоляційного матеріалу, як правило, невисокі.

Таким чином, термомодернізація та підвищення рівня енергоефективності об'єктів житлово-комунального господарства є основою створення ефективної системи управління нерухомістю галузі.

На нашу думку, в процесі пошуку шляхів створення ефективної системи управління майном (нерухомістю) у ЖКГ та обслуговуючими процесами в галузі, доцільно використати основні положення концепції кайдзен.

Технологія кайдзен виникла в Японії, її вважають основою конкурентоспроможності країни на світовому ринку. Основна ідея кайдзен-концепції – безперервне удосконалювання. Кайдзен розуміють, як безупинний процес удосконалення, у який залучені усі – вищі менеджери, менеджери середньої ланки і робітники. У Японії розроблено безліч систем, що дозволяють сформулювати в усіх учасників техніко-економічних процесів кайдзен-мислення. Кайдзен – це методологічна основа всього кращого, що є в японському менеджменті.

В основі кайдзен-технології лежить розуміння того, що фірма прагне залишитися в бізнесі і отримати прибуток, її менеджмент направляє свої зусилля на задоволення й обслуговування потреб споживача. Істотні поліпшення повинні стосуватися ціни, якості і дисципліни постачання. Кайдзен – це технологія безперервного удосконалення, орієнтована на споживача. Ціль менеджменту – постійно прагнути до виробництва кращої продукції (послуг) за більш низькими цінами. Технологія кайдзен забезпечує системний підхід та інструменти вирішення проблем для досягнення кінцевої мети.

Практично усі елементи технології кайдзен можливо використати в процесі реформування системи управління вітчизняним ЖКГ. В певній мірі виключенням є системи управління запасами внаслідок відсутності запасів у сфері послуг. Але за умови більш широкого розуміння можливостей систем управління запасами, вони також є корисними для ЖКГ. Так, наприклад, систему KANBAN можливо використати для оптимізації енерго- та тепlopостачання, а «точно в термін» (just-in-time) – для скорочення рівня незавершеного виробництва в галузі.

Серед елементів технології кайдзен є система «бережливе виробництво». З урахуванням високої матеріало- та енергоємності виробництва ЖК послуг, її застосування в управлінні житлово-комунальним господарством є особливо важливим.

На нашу думку, для побудови математичної моделі кайдзен-технології у житлово-комунальному господарстві, можливо використати так звані багатогалузеві моделі національного господарства. Саме на ці елементи складної системи і необхідно здійснювати вплив з урахуванням положень технології кайдзен. У багатогалузевій моделі для ЖКГ будемо вважати, що елементами цієї складної системи є її підгалузі: водопровідно-каналізаційне господарство (ВКГ), комунальна енергетика (електро-, тепло-, газопостачання) (КЕ), житлове господарство та ремонтно-експлуатаційне виробництво (ЖГ), міський електротранспорт (МЕТ), шляхове господарство (ШГ), зовнішнє освітлення (ЗО), благоустрій, побутове обслуговування (ПО), готельне господарство (ГГ) та інші.

За таких умов міжгалузевий баланс для ЖКГ буде мати вигляд:

$$x(t) = A x(t) + y(t), \quad (1)$$

де A – матриця прямих витрат, що є незалежною від часу.

Формула (1) з урахуванням капіталовкладень буде мати вигляд:

$$x(t) = A x(t) + z(t) + \hat{y}(t), \quad (2)$$

Отже кінцевий продукт буде складатись з чистого кінцевого продукту $\hat{y}(t)$ та витрат

на створення основних фондів $z(t)$.

Нехай $Z(t)$ – вектор потужностей галузей ЖКГ у момент часу t (на початок року). За умови, що основні фонди не вибувають, за відсутності капіталовкладень потужності в ній не змінюються, а будівництво нових потужностей відбувається відразу, вираз для функції витрат на створення основних фондів буде мати вид:

$$z(t) = B(Z(t) - Z(t-1)), \quad (3)$$

де B – задана матриця (матриця збільшення фондомісткості).

Коефіцієнти матриці B (b_{ij}) показують витрати послуг (продукції) i -ї галузі для збільшення потужності у j -й галузі на одиницю.

За умови, що обсяг випуску послуг збігається із наявними на початок року потужностями, тобто $x(t) = Z(t)$, співвідношення (1) прийме вигляд:

$$x(t) = A x(t) + B(x(t) - x(t-1)) + \hat{y}(t). \quad (4)$$

При фіксованій величині $t - 1$, баланс описує взаємозв'язок між чистим кінцевим продуктом $\hat{y}(t)$ і відповідним валовим випуском $x(t)$. Для того, щоб оцінити параметри розвитку галузі у динаміці на основі чистого кінцевого продукту (послуги), дослідимо динаміку зміни $\hat{y}(t)$, де $t = 1, \dots, T$.

У цю модель необхідно ввести обмеження з урахуванням специфіки ЖКГ. Ними є такі:

1) Обмеження на валові випуски галузей ЖКГ, пов'язані з обмеженістю основних фондів (необхідна тільки певна кількість основних фондів для задоволення потреб обмеженої кількості споживачів). Як було доведено, кількість споживачів визначається для різних послуг або кількістю домогосподарств у країні, або кількістю житла:

$$x(t) \leq Z(t). \quad (5)$$

2) Обмеження за трудовими ресурсами:

$$(d_2, x(t)) \leq L(t), \text{ де } t = 1, \dots, T. \quad (6)$$

Рівняння (2), (3), (5) та (6) описують основні співвідношення динамічної міжгалузевої моделі, що на відміну від (1) є керованою, оскільки в ній залишається можливість вибору управляючих впливів. До них у моделях (2), (3), (4) та (5) віднесено обсяги валових випусків галузей $x(t)$ та будівництво основних фондів $Z(t+1) - Z(t)$. Тому на управляючий вплив також можливо накласти обмеження.

3) Обмеження на керуючий вплив мають вид:

$$x(t) \geq 0, Z(t+1) - Z(t) \geq 0, \text{ де } t = 1, \dots, T. \quad (7)$$

4) Відсутня торгівля за межі системи ЖКГ (те, що у звичайному випадку є зовнішньою торгівлею). Таке обмеження викликане тим, що ЖК послуги надають лише тим, хто приєднаний до мережі, за межі ЖКГ послуги продати неможливо. Внаслідок цього існує обмеження на чистий кінцевий продукт:

$$\hat{y}(t) \geq 0, \text{ де } t = 1, \dots, T. \quad (8)$$

5) В умовах ЖКГ відсутні запаси, тому вектор $\hat{y}(t)$ описує кінцеве споживання населення і держави, яке позначимо $w(t)$, тому обмеження (8) можливо уточнити:

$$w(t) \geq \hat{y}(t), \text{ де } t = 1, \dots, T; \quad (9)$$

$\dot{w}(t)$ – задана функція часу, що описує мінімально припустимий рівень споживання (він визначається фізіологічними потребами, менше за які людина не може споживати ЖК послуги).

б) У розглянутих моделях було введено спрощене відношення до капітальних інвестицій. У ЖКГ капітальні інвестиції освоюються значно довше: будівництво може продовжуватись тривалий час. Тому доцільно ввести таке поняття, як потужності заділу, тобто потужності, будівництво яких не закінчене (незавершене будівництво).

Нехай у будівельній галузі (i -та галузь), величина потужностей заділу, будівництво яких почалось у році t , складає $Q(t)$. Нехай будівництво нових об'єктів відбувається ритмічно і займає t^m_i років (будівельний лаг). Тоді обсяг потужностей галузі складе:

$$z(t+1) = z(t) + Q(t - t^m_i), t = 1, \dots, T; Q(t) \geq 0. \quad (10)$$

Тепер формула (3) може бути уточнена з урахуванням того, що величина $b_{ij}(t)$, що описує обсяг витрат послуг i -ї галузі, необхідних для будівництва одиниці потужності j -ї галузі на t -у році будівництва таким чином:

$$z_i(t) = \sum_{j=0}^n \sum_{t=0}^{t^m_i} b_{ij}(t) Q_j(t - t^m_i), i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T \quad (11)$$

Запропонована модель може бути використана для оцінки впливу на загальний результат функціонування ЖКГ досліджених основних параметрів з урахуванням введених обмежень.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. На сьогодні житлово-комунальне господарство, урахувавши його фінансовий стан, є найбільш технічно відсталою галуззю з багатьма проблемами, що останнім часом суттєво загострилися. Серед фундаментальних чинників таких проблем є низька енергоефективність. Отже це свідчить про наявність системної кризи в галузі, що заслуговує на значно більшу увагу з боку держави і суспільства та потребує кардинальних змін.

На житловий фонд припадає значна частка загального обсягу споживання енергії, зниження якої дозволить зекономити енергоресурси та зменшити викиди окису вуглецю в атмосферу. Тому саме теплотехнічна санація будинків є ефективним способом досягнення сталого стану будинків та охорони клімату і навколишнього середовища. Найбільш рентабельними вони є у випадку їх поєднання з проведенням поточного чи капітального ремонту будинку.

Побудована математична моделі технології кайдзен у житлово-комунальному господарстві з використанням багатогалузевої моделі національного господарства. Доведено, що необхідно здійснювати управляючий вплив на такі елементи складної, як: водопровідно-каналізаційне господарство, комунальна енергетика, житлове господарство та ремонтно-експлуатаційне виробництво, міський електротранспорт, шляхове господарство, зовнішнє освітлення, благоустрій, побутове обслуговування, готельне господарство та інші. Запропонована модель може бути використана для оцінки впливу на загальний результат функціонування ЖКГ досліджених основних параметрів з урахуванням введених обмежень.

Список використаних джерел:

1. Запатрина И.В. Жилищно-коммунальная инфраструктура: реформы и система их финансового обеспечения: Монография / И.В.Запатрина. – Киев.: Ин-т эк-ки и прогнозир., 2010. – 336 с.

2. Реформування житлово-комунального господарства: теорія, практика, перспективи: Монографія / О.М.Тищенко, М.О.Кизим, Т.П.Юр'єва, С.Ю.Юр'єва, І.В.Покуца. – Х.: ВД “ІНЖЕК”, 2008. – 368 с.

3. Наукові засади реформування і розвитку житлово-комунального господарства: Монографія / Поважний О.С., Попов О.П., Запатріна І.В., Волков В.П. та ін. Черкаси: Брама-Україна, ЧДТУ, 2011. – 436 с.

4. Волков В.П. Моделювання умов безбитковості функціонування житлово-комунального господарства України / В.П.Волков, Л.А.Горошкова // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: Збірник наукових праць. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2013. – Вип. 1. – Т. 1 – С.179 –183.

5. Волков В.П. Складові фінансово-економічної безпеки житлово-комунального господарства України / В.П.Волков, В.Шмаль, Л.А.Горошкова // Комунальне господарство міст: Науково-технічний збірник. – Харків: Харківська національна академія міського господарства, 2013. – Вип.108. – С.279 - 285.

6. Волков В. П. Логістика нерухомості у житлово-комунальному господарстві : [монографія] / В. П. Волкова, Л.А.Горошкова. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – 645 с.

7. Пат. 82983 Україна, МПК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01). Спосіб прогнозування розвитку складних систем / Волков В.П., Горошкова Л.А.; заявник та патентовласник ДВНЗ «Запорізький національний університет» МОН України. – №u201301645; заявл. 11.02.2013 р.; опубл. 27.08.2013 р., Бюл. № 16.

8. Пат. 87905 Україна, МПК (2014.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01). Спосіб оцінки житлово-комунальних послуг / Волков В.П., Горошкова Л.А.; заявник та патентовласник ДВНЗ «Запорізький національний університет» МОН України. – №u201310288; заявл. 21.08.2013 р.; опубл. 25.02.2014 р., Бюл. № 4.

9. ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель” .

10. <http://www.ukrstat.ua>.

11. Директива 2002/91/ЄС Європейського парламенту і Ради від 16 грудня 2002 року.

12. Закон України “Про енергозбереження” // Відомості Верховної Ради України. - 1994. - №30. - С. 283.

13. Закон України “Про внесення змін до Закону України “Про енергозбереження” // Відомості Верховної Ради України. - 2006. - № 15. - С. 126.

14. Колесник Є. Особливості термомодернізації будівель в Польщі. [Електронний ресурс]. - Доступний з <http://patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/28>

15. Energy Policies of IEA Countries 2006 - OECD/IEA, 2006. [Електронний ресурс]. - Доступний з <http://www.iea.org/Textbase/publications> [21.09.2009].

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, енергоефективність, енергозаощадження, управління, технології

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, энергоэффективность, энергосбережение, управление, технологии

Key words: housing and communal services, energy efficiency, energy savings, management, technology