

УДК 628.81

КІЗССВ М.Д.
Національний університет водного господарства та природокористування

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГО-ЕФЕКТИВНОСТІ В НУВГП: НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС, ПРОЕКТУВАННЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Мета. Підвищення енергоефективності навчальних закладів бюджетної сфери. Аналіз заходів з енергоефективності, розроблення стратегії їх реалізації.

Методика. Для вирішення поставлених завдань застосований системний підхід до аналізу енергетичних систем як єдиного цілого на реальних об'єктах університету.

Результати. Розроблені, обґрунтовані техніко-економічними розрахунками та реалізовані заходи з енергоефективності, які застосовуються в навчальному процесі, науковій роботі викладачів та студентів університету. Виконаний аналіз заходів з енергоефективності і розроблена стратегія їх формування та реалізації. Розроблені бізнес-плани реалізації окремих заходів і по університету в цілому.

Наукова новизна. Доведено, що забезпечення енергоефективної роботи навчальних закладів бюджетної сфери можливе лише за системного підходу до заходів, що впроваджуються. Проведено рейтингування заходів за певними ознаками.

Практична значимість. Впроваджена низка енергоефективних заходів, які дозволили суттєво зменшити витрати коштів на оплату теплової енергії.

Ключові слова: енергоефективність, система тепlopостачання, котельня, автоматизований вузол регулювання теплової енергії.

Вступ. Питання енергоефективності навчальних закладів бюджетної сфери в Україні останнім часом стають все гострішими і актуальними. Цьому питанню присвячені такі праці як [1, 2], проведена ціла низка конференцій, запропоновані та техніко-економічно обґрунтовані інвестиційні проекти [3], розроблені рекомендації із залучення інвестицій для фінансування енергоефективних заходів [4] тощо. Однак інформації про конкретні приклади і особливості реалізації проектів або заходів в навчальних закладах бюджетної сфери, зокрема в університетах, дуже мало. Зростання вартості послуг з газо-, енерго- і тепlopостачання та гарячого водопостачання, водопостачання і водовідведення призвело до того, що основна частина фінансових витрат вказаних закладів припадає на оплату вказаних вище послуг. Так, в НУВГП тариф на тепlopостачання навчальних корпусів збільшився з 109,61 грн./Гкал у 2006 р. до 1835,35 грн./Гкал у 2015 р., тобто у 16,7 разів, а частка витрат на оплату за опалення в зимовий період складає близько 80% від загальноуніверситетських. Зменшення витрат можливе за рахунок впровадження енергоефективних і енергоощадних заходів та використання нетрадиційних джерел енергії. Але їх реалізація вимагає значних вільних коштів, які, зазвичай, відсутні у навчальних закладах бюджетної сфери. Доцільність впровадження таких заходів в університетах полягає не лише в значній економії на оплаті комунальних послуг, а ще й можливості використання досвіду їх реалізації, обладнання і матеріальної бази, що створюється, в навчальному процесі шляхом включення в робочі програми дисциплін, в курсовому, дипломному проектуванні та розробленні магістерських робіт на реальній основі, науково-дослідній роботі студентів, аспірантів та викладачів університету.

Постановка завдання. Опис заходів з енергоефективності та обґрунтування їх доцільності, що були реалізовані і впроваджуються в Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП) для аналізу і обговорення інвестиційних проектів, надання рекомендацій із залучення інвестицій, поширення інформації про специфіку реалізації вказаних заходів в навчальних закладах бюджетної сфери тощо. Враховуючи велику кількість різноманітних заходів, що можуть бути застосовані для підвищення енергоефективності і енергоощадності в навчальних закладах, а також великі фінансові витрати на їх впровадження і неможливість їх одночасного здійснення, необхідно дати рекомендації з послідовності їх реалізації.

Результати дослідження. Питання енергоефективності в НУВГП реалізуються як в господарській роботі, так і в навчальному процесі на таких спеціальностях як «Теплогазопостачання і вентиляція», «Теплоенергетика», «Гідроенергетика», «Архітектура», «Технологія будівельних матеріалів і виробів», «Промислове та цивільне будівництво» шляхом включення в робочі програми таких дисциплін як «Опалення», «Вентиляція», «Кондиціонування», «Нетрадиційні джерела енергії», «Холодильні установки і теплові насоси», «Використання вторинних джерел енергії», «Енергоефективні будівлі» тощо, в кафедральній та в студентській науковій роботі, в реальному курсовому та дипломному проектуванні і при виконанні магістерських робіт. В навчальному процесі кафедри теплогазопостачання, вентиляції і санітарної техніки (ТГВ та СТ) для розрахунків та моделювання енергоефективних режимів роботи систем опалення із застосуванням сучасного енергоощадного обладнання використовуються ліцензійні програми фірм «Herz

Armaturen» і «KAN». Матеріально-технічна база кафедри ТГВ та СТ має в своєму арсеналі цілий ряд установок, обладнання та пристроїв, що використовуються в навчальному процесі для вивчення вказаних вище дисциплін та проведення практичних і лабораторних занять зі студентами різних спеціальностей. Це рекуператори тепла для систем вентиляції та кондиціонування, регулятори тепла, балансувальні клапани (рис. 1). Змонтовані в навчальному корпусі № 6 у 2001 р. лічильник теплової енергії для навчальних корпусів (рис. 2) та у 2013 р. автоматизований вузол регулювання теплової енергії (АВРТЕ) корпусу № 6 (рис. 3) також використовуються в навчальному процесі.



Рис. 1 Гідралічний стенд в лабораторії «Енергоефективні системи забезпечення мікроклімату будівель» компанії «HERZ Armaturen» (ауд. 652)



Рис. 2 Витратомірні ділянки і датчики температури лічильника тепла навчальних корпусів



Рис. 3 Автоматизований вузол регулювання теплової енергії навчального корпусу №6

Питання енергоефективності займають одне з перших місць і в діяльності науково-дослідного виробничого бізнес-центру (НДВБЦ) НУВГП в таких аспектах як:

- розроблення проектно-кошторисної документації для будівництва об'єктів теплопостачання і опалення, промислового і цивільного будівництва, гідротехнічних та гідроенергетичних об'єктів (міні- та мікроГЕС), водопостачання і водовідведення;
- авторський нагляд за будівництвом, шеф-монтаж обладнання, будівельні, ремонтні та пусконалагоджувальні роботи на спорудах теплопостачання, опалення і вентиляції, водопостачання і каналізації, що будуються за проектами НДВБЦ;
- розроблення географічно-інформаційних систем для автоматизації управління, паспортизації, моніторингу, систем теплопостачання, водопостачання і водовідведення населених пунктів і промислових підприємств;
- технічне обстеження, паспортизація і енергоаудит різноманітних об'єктів;
- впровадження сучасних комп'ютерних технологій в практику проектування, будівництва та експлуатації різноманітних об'єктів;
- співпраця з громадськими організаціями «Українська Асоціація Маркетингу», «Екоclub», мережею енергетичних інновацій «Greencubator»;
- участь і організація разом з кафедрою ТГВ та СТ конференцій та симпозіумів різного рівня, присвячених енергоефективності та ресурсозбереженню. Разом з мережею енергетичних інновацій «Greencubator» НУВГП в березні 2010 року в м. Рівне розпочав серію конференцій «Енергоефективні університети». Далі, протягом 2010 року, фахівці нашого університету брали участь в конференціях в Харківському Національному університеті ім. В.Н. Каразіна та в Криму (м. Білогір'я). Відлунням конференції «Енергоефективні університети», яка була проведена у Рівному, стало те, що керівництво НУВГП осінню 2010 року виконало частину заходів з термомодернізації будівель, які були оприлюднені в резолюції конференції і провело утеплення зовнішніх стін пінопластом однієї з 3-ох поточних лекційних аудиторій, які розташовані відокремлено і мають по 3 зовнішніх стіни з величезними вікнами та ще й покрівлю, а також утеплення керамзитом покрівлі ще однієї будівлі аудиторії. Треба зазначити, що до 2010 року в НУВГП заходи з енергоефективності та ресурсозбереження впроваджувалися не дуже часто. Одними з перших заходів (2000-2001 рр.) було встановлення теплових лічильників в усіх необхідних місцях контролю витрат і розрахунків за теплову енергію. В навчальному корпусі № 1 поза радіаторами системи опалення були встановлені тепловідбивні екрани. Далі, у 2006 р., був введений в експлуатацію навчальний корпус № 2а з підвищеним термічним опором зовнішніх огорожень та автоматизованим вузлом регулювання теплової енергії. У 2006-2008 роках були впроваджені ще 3 автоматизованих вузла регулювання теплової енергії — для частини гуртожитку № 8, яка була реконструйована в житловий будинок для співробітників НУВГП (з тепловим лічильником), в навчальному корпусі № 1 та Інституті післядипломної освіти (ІПО). Осінню 2012 року було проведено утеплення зовнішніх стін частини ще одного навчального корпусу (№ 4) мінераловатними плитами, в якому в попередньому році були поміняні всі вікна на металопластикові. Заміна старих дерев'яних вікон на нові металопластикові стала трендом

протягом 2011-2013 років - в цей період було поміняно більше половини вікон в навчальних корпусах та гуртожитках. У 2012 році розпочалися роботи над проектуванням та монтажем АВРТЕ в 15 будівлях студмістечка. Навесні 2013 року частина з них була введена в експлуатацію - спочатку в навчальних корпусах, а потім в гуртожитках. За перший опалювальний сезон 2013-2014 року АВРТЕ окупили себе. НУВГП має вже 18 таких вузлів (в навчальних корпусах №1, 2а та ШО вони були встановлені раніше), що дозволяє економити значну частину теплової енергії, особливо у осінній та весняний періоди, коли відбуваються значні коливання температури зовнішнього повітря протягом доби. Паралельно з проектуванням та монтажем автоматизованих вузлів регулювання теплової енергії у 2012 році розпочалися роботи над проектом реконструкції котельні НУВГП, яка колись забезпечувала теплом і гарячою водою все студмістечко, але була виведена з експлуатації і переобладнана під майстерню (рис. 4).



Рис. 4 Змонтований твердопаливний котел з обв'язкою трубопроводами в будівлі котельні НУВГП

В умовах різкого зростання тарифів на теплову енергію відновлення роботи (реконструкція) власної котельні на альтернативному паливі стало дуже актуальною задачею. Робочий проект був розроблений і у 2014 році пройшов державну будівельну експертизу – отримано позитивний звіт, але коштів на його реалізацію в університеті не було. Тому після тривалого пошуку різноманітних варіантів фінансування реконструкції одним з підприємств, що спеціалізується на виготовленні та монтажі обладнання для котельних, була запропонована оренда будівлі котельні з наданням послуг тепlopостачання. З даним підприємством був укладений договір, яким воно зобов'язалося провести реконструкцію котельні за власні кошти, а потім протягом декількох років забезпечувати теплом будівлі студмістечка НУВГП за тарифом меншим ніж у теперішнього постачальника на 20%. Такий варіант співпраці є економічно вигідним, як для університету (зменшення тарифу на тепlopостачання), так і для підприємства, яке буде мати постійного споживача своїх послуг на багато років і повернення вкладених коштів з певним прибутком після терміну окупності проекту. Зменшення тарифу на теплову енергію, порівняно з чинним, передбачається за рахунок використання альтернативних газу джерел енергії (пеллети, торф'яні гранули, тирса, відходи деревообробки столярної майстерні тощо), використання твердопаливних котлів і зменшення втрат тепла за рахунок наближення генератора теплової енергії (котельні) до споживачів (навчальних і допоміжних корпусів та гуртожитків). З метою зменшення втрат тепла та теплоносія в теплотрасах, що знаходяться на балансі НУВГП, господарською службою університету щорічно замінюється 50-100 м трубопроводів та теплоізоляції. Особливо ретельно відбувалася підготовка до опалювального сезону в цьому році, тому що в зв'язку із пуском в експлуатацію власної котельні практично на всіх ділянках теплотраси зміняться витрати, а на окремих ділянках і напрямок руху теплоносія. Фахівцями кафедри ТГВ та СТ і НДВБЦ університету були проведені перевірені гідравлічні розрахунки, які підтвердили можливість пропуску необхідних витрат теплоносія існуючими трубопроводами теплотраси при новому розподілі потоків теплоносія з виконанням умов гідравлічних нев'язок. Треба зазначити, що в зв'язку із введенням в експлуатацію всіх АВРТЕ на вводах теплотрас в основні будівлі студмістечка НУВГП, задача рівномірності розподілу потоків теплоносія не є тепер дуже актуальною. Кожен АВРТЕ відбирає з теплотраси для своєї будівлі теплоносія рівно стільки, скільки потрібно для підтримання встановлених температурних параметрів повітря всередині будівлі і з врахуванням (коригуванням) температури зовнішнього повітря. Стан зовнішніх теплових мереж студмістечка незадовільний. В них втрачається багато тепла і теплоносія із-за поганої теплоізоляції та витоків. Тому підприємство, яке взяло в оренду котельню, через декілька років планує взяти в оренду і теплові мережі з метою їх повної заміни на попередньоізольовані труби. Така реконструкція дозволить значно зменшити втрати тепла і практично повністю ліквідувати витрати теплоносія, що в свою чергу приведе до зменшення кількості твердого палива, необхідного для спалювання в котельні, зменшить витрати на його перевезення, вантажно-розвантажувальні роботи та складування. Все це значно здешевить виробництво теплової енергії, а також зменшить кількість шкідливих викидів в атмосферу. Роботи з повної реконструкції теплових мереж підприємством-орендарем планується здійснювати за рахунок прибутку від експлуатації котельні. Найбільш ймовірний строк початку робіт з реконструкції мереж — міжопалювальний період року окупності проекту котельні. Проектом реконструкції котельні передбачений комерційний облік тепла (встановлення теплових лічильників) на виході з неї, тобто розрахунки за теплову енергію між НУВГП та підприємством-орендарем будуть здійснюватися по кількості її на межі балансової належності (по фундаменту котельні), а втрати теплової енергії в теплових мережах студмістечка не враховуються. Це буде спонукати адміністрацію НУВГП до моменту передачі теплових мереж в оренду підтримувати їх в належному стані і зменшувати втрати тепла в них шляхом поновлення теплової ізоляції або повної заміни найбільш аварійних ділянок.

Після передачі теплових мереж студмістечка в оренду розрахунки за теплову енергію між НУВГП

та підприємством-орендарем не зможуть проводитися по діючих лічильниках, які встановлені в навчальному корпусі № 6 і гуртожитку № 4 і зараз використовуються для комерційного обліку і розрахунків з теперішнім постачальником тепла. Справа в тому, що облік і оплата теплової енергії здійснюється по 2-х видах тарифів: для населення (гуртожитки) і для підприємств (навчальні корпуси). Різні тарифи та просторове розташування теплових мереж дозволяють такий спосіб обліку і розрахунку за теплову енергію між НУВГП та постачальником тепла. Після введення в експлуатацію котельні змінюється поточкорозподіл теплоносія і реалізація існуючої схеми обліку тепла неможлива. В зв'язку з цим можливі декілька варіантів комерційного обліку тепла і сплати за нього за різними тарифами:

1) єдиний усереднений тариф за відпускну теплову енергію оскільки річні витрати тепла на гуртожитки та навчальні корпуси практично однакові;

2) встановлення теплових лічильників в кожному з 6-ти гуртожитків в змонтованих АВРТЕ. Раніше такий підхід при недавньому монтажі АВРТЕ не був реалізований із-за необов'язковості їх на той момент і значному збільшенні вартості обладнання та монтажних робіт;

3) запуск 1-ої черги котельні лише для теплопостачання навчальних корпусів, тому що їх можливо відокремити і тариф на теплову енергію для них більше ніж для гуртожитків. На теперішній момент (осінь 2015 року) це 1835,35 грн./Гкал і 750,58 грн./Гкал відповідно. Для підприємства-орендаря котельні вигідніше подавати тепло на об'єкти із більшим тарифом. Теплопостачання гуртожитків збільшує обсяги реалізації теплової енергії, але зменшує її вартість. Треба зазначити, що питання тарифів і розрахунків між сторонами при розробленні робочого проекту реконструкції котельні не розглядалися, тому що варіант оренди котельні не передбачався. Навіть в організаційному плані керівництву університету прийшлося йти на кардинальні зміни — з минулого навчального року в найбільш холодний період року (січень-лютий) навчальний процес (аудиторні заняття) в навчальних корпусах у студентів денної форми навчання не проводиться. В цей період студенти розпускаються на канікули (січень), а в лютому вони проходять практики (навчальні, виробничі та переддипломні). Натомість влітку графік навчального процесу продовжений на 2 тижні. В поєднанні з експлуатацією АВРТЕ це дозволяє підтримувати температуру повітря в навчальних корпусах на 5-6 °С нижче норми і економити значну кількість теплової енергії та коштів. Такий режим підтримується і в період доби з 20-00 до 07-00 та на вихідних, коли в корпусах відсутні студенти, викладачі та обслуговуючий персонал.

В умовах великої кількості заходів з енергоефективності, що рекомендуються до впровадження, дуже важко віддати перевагу якомусь з них і обрати, що і в якому порядку реалізовувати. Для визначення черговості впровадження проведено рейтингування заходів за різними ознаками. Серед основних ознак - вартість, строки реалізації, економічний ефект, термін окупності заходу. Для найбільш вагомих заходів і по університету в цілому на період 2015-2020 років за допомогою програмного комплексу «Project Expert» розроблені бізнес-плани. Одним з основних елементів їх є інвестиційні плани, які детально показують черговість, терміни виконання робіт, ресурси, що необхідні для їх реалізації, у вигляді календарного графіка. На прикладі будівлі навчального корпусу № 6 було проведено техніко-економічне порівняння 3-ох найбільш поширених заходів з енергоефективності, які, зазвичай, реалізуються в будь-яких навчальних закладах та інших установах і будівлях бюджетної сфери: заміна вікон, утеплення зовнішніх стін та встановлення АВРТЕ. В результаті розрахунків локальних кошторисів ще у 2004 році були визначені вартості реалізації всіх 3-ох заходів і потім періодично відбувався перерахунок їх вартості та економічного ефекту із врахуванням нових тарифів на теплову енергію та чинних норм до термічного опору зовнішніх огорожень. Результати розрахунків за терміном окупності свідчили про те, що найшвидше окупається встановлення АВРТЕ — за один опалювальний сезон, на 2-му місці — заміна вікон. Найдовше окупається утеплення зовнішніх стін — у 2004 році це складало більше 15 років. Поступово, по мірі збільшення вартості теплової енергії, цей термін скоротився до 6 років у 2014 році. Це пояснюється тим, що вартість матеріалів та виконання робіт з утеплення зростала не так швидко, як збільшувався тариф на теплопостачання для навчальних корпусів. Результати даних розрахунків стали підґрунтям для проведення тих заходів з енергоефективності, що здійснювалися протягом 2006-2015 рр. Переважно це була заміна вікон, так як встановлення АВРТЕ вимагало достатньо великих коштів і лише у 2012 році вони почали монтуватися одразу на 15 будівлях і обійшлися НУВГП майже в один мільйон грн. Утеплення зовнішніх стін проводилося фрагментарно, але на даний момент (після введення в експлуатацію котельні) - це основний напрямок впровадження енергоефективних заходів. Причому в 1-шу чергу навчальних корпусів, так як тариф на теплову енергію для них набагато більше. Зовнішнє утеплення стін будівель значно покращує не тільки показники їх термічного опору, а й робить їх вигляд більш привабливим. Після завершення термомодернізації навчальних корпусів можна переходити до будівель гуртожитків. По мірі зменшення втрат тепла будівлями студмістечка буде зменшуватися навантаження на котельню. По завершенню термомодернізації необхідно змінювати і діаметри трубопроводів теплотраси.

Висновки. Отже можна зазначити, що в НУВГП розроблена і впроваджена низка заходів з енергоефективності, які дали суттєвий економічний ефект і дозволили значно зменшити витрати на оплату послуг з тепло- та електропостачання. Даний ефект зростає ще більше після введення в експлуатацію

реконструйованої котельні і зменшення тарифу на тепlopостачання і гаряче водopостачання навчальних корпусів та гуртожитків студмістечка університету. На жаль, всі ці заходи здійснюються стихійно і не системно, без детальної попередньої підготовки і техніко-економічного обґрунтування, які неможливі без проведення енергоаудиту, як окремих будівель, так і всього університету в цілому. Результати впровадження заходів та їх ефективність не відстежуються в часі, заходи з енергоефективності не плануються, відсутня черговість їх виконання. Для цього запропоновано створити центр енергоаудиту, енергоефективності та енергетичного моніторингу. Фінансування такого центру передбачається за рахунок господарських договорів, що укладаються з адміністрацією університету та іншими замовниками. Пропонується ввести в навчальний процес вивчення студентами старших курсів спеціальностей «Теплогазопостачання і вентиляція» та «Теплоенергетика» дисципліни «Енергетичний моніторинг та енергоаудит». Впровадження заходів з енергоефективності у навчальних закладах бюджетної сфери вимагає значних коштів, яких в умовах значного подорожчання всіх енергоносіїв, збільшення тарифів і недофінансування з державного бюджету, не вистачає навіть для сплати комунальних послуг. Тому гостро постає питання пошуку можливих потенційних інвесторів, грантодавців, кредиторів, орендарів, спонсорів або енергосервісних компаній для розроблення та реалізації вказаних заходів та проектів. Одним з варіантів реалізації їх є передача в оренду майна для його реконструкції або модернізації підприємству-постачальнику послуг на певний термін. Це вимагає додаткових техніко-економічних розрахунків, затвердження і погодження тарифів.

Список використаних джерел

1. Сафіуліна, К.Р. Енергозбереження в університетських містечках. [Текст] Посібник для студ. вищих закл. освіти / К.Р. Сафіуліна, А.Г. Колієнко, Р.Ю. Тормосов. – К., ТОВ «Поліграф плюс», 2010. – 328 с.
2. Сафіуліна, К.Р. Енергозбереження в університетських містечках. [Текст] Збірник задач для студ. вищих закл. освіти / К.Р. Сафіуліна, А.Г. Колієнко, Р.Ю. Тормосов. – К., ТОВ «Поліграф плюс», 2011. – 196 с.
3. Інвестиційний проект «Термомодернізація будівель бюджетної сфери». [Електронний ресурс http://mer.ecosys.com.ua/data/seminar_mer_zp_public.pdf]. Енергосервісна компанія «Екологічні системи», 2013. – 13 с.
4. Посібник з підготовки проектних пропозицій: Залучення фінансування для підприємств сфери житлово-комунального господарства. [Текст] - GIZ, Німецьке товариство міжнародного співробітництва, 2012. – 61 с.

References

1. 1. Safiulina, K.R. (2010). *Energozberzhennya v universitetskih mistechkah. [Energy efficiency in campuses]*. Kyiv: TOV «Poligraf plus» [in Ukrainian].
2. 2. Safiulina, K.R. (2011). *Energozberzhennya v universitetskih mistechkah. [Energy efficiency in campuses]*. Kyiv: TOV «Poligraf plus» [in Ukrainian].
3. 3. Investytsiynyi projekt «Termomodernizacia budivel budjetnoi sfery». [The investment project "Thermo public sector buildings."]. (2013). *Energoservisna kompania «Ekologichni systemy»* [in Ukrainian].
4. 4. Posibnik z pidgotovki proektnih propozicij. (2012). [Guidelines for preparation of proposals]. GIZ [in Ukrainian].

IMPLEMENTATION OF MEASURES ON ENERGY EFFICIENCY IN NUVHP: EDUCATIONAL PROCESS, DESIGN, IMPLEMENTATION, PROBLEMS AND PROSPECTS

KIZYEV M.D.

National University of Water Management and Nature Resources Use

Purpose. Energy efficiency public sector schools. Analysis of energy efficiency, development of strategies for their implementation.

Methodology. The applied systematic approach to the analysis of energy systems as a whole on real objects of the university.

Findings. It was developed, comprehensive technical and economic calculations and implemented energy efficiency measures, which are used in the educational process, scientific work of teachers and students. The analysis of energy efficiency measures and strategy of their development and implementation. A business plan implementation of certain measures and the university as a whole.

Originality. It was proved that ensuring energy-efficient operation of public sector institutions is possible only if a systematic approach to the measures implemented. A rating action on various grounds.

Practical value. Implemented a number of energy efficiency measures that significantly reduce the cost of funds to pay for heat.

Keywords: *energy efficiency, heating system, boiler, automatic heat control unit.*