

УДК 621.31

ДЕНИСЮК С.П., ВАСИЛЕНКО В.І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ БЮДЖЕТНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ ТА УСТАНОВ ЯК ОБ'ЄКТІВ ТЕХНОЦЕНОЗУ

Мета. В статті розглянуто проблеми ефективного використання енергетичних ресурсів. Визначені переваги створення інтелектуальних мереж з технологією Smart Grid, застосування відновлюваних джерел.

Методика. Розглянуто основні положення техноценологічної теорії. Проаналізовано необхідність та особливості реалізації системного підходу до задач оптимізації енергетичної системи.

Результати. Наведено аналіз статистичних даних по енергоспоживанню бюджетних організацій та установ Солом'янського району м. Києва з використанням теорії техноценозу.

Наукова новизна. Представлено алгоритм проведення рангового аналізу для прогнозу енергоспоживання бюджетних організацій та установ.

Практична значимість. Розглянуті питання управління енергоспоживання з використанням методів оцінки потенціалу енергозбереження бюджетних організацій та установ Солом'янського району м. Києва з використанням теорії техноценозу.

Ключові слова: підвищення енергетичної ефективності, Smart Grid, системний підхід, техноценоз, ценологічний підхід, ранговий аналіз.

Вступ. Підвищення ефективності енергопостачання, реалізація концепції сталої «зеленої» енергетики вимагає розробки методичного забезпечення, заснованого на нових підходах проектування та експлуатації систем енергопостачання з використанням рангового розподілу і практичної реалізації використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ). Моделі і практика розвитку систем генерації на основі НВДЕ обмежуються більшою вартістю обсягів генерації електричної енергії, більшою тривалістю узгодження технологічного приєднання і тривалістю процесу введення в експлуатацію електроустановок для споживачів, особливостями споживання електроенергії під час доби, особливості виду відновлюваної ресурсу [1 – 3].

В результаті зміни технічних систем виник ряд важливих питань, пов'язаних з їх організацією та управлінням. Системний підхід як метод дослідження для вирішення проблем, що виникають при створенні, побудові, формуванні сучасних технічних систем, дозволяє нетривіальним чином описати їх і може дати великі практичні результати: можливість управління формуванням технічних систем на основі пізнаних об'єктивних закономірностей [4].

Розробка системного підходу – це необхідність, зумовлена суттєвим ускладненням задач структурної організації та управління в енергетиці в умовах реформування, зростаючого попиту на енергетичні послуги в їх кількісному і якісному вигляді, статусом споживача, який став активним суб'єктом організаційно-господарських відносин, новими вимогами, що висувуються суспільством до концепції інтелектуалізації енергетики – концепції Smart Grid [2, 5].

Оснвою енергозбереження в енергетиці становить планомірна реалізація комплексу технічних і технологічних заходів, яким повинна передувати оптимізація енергоспоживання інфраструктури на системному рівні. Її метою є впорядкування споживання енергоресурсів

об'єктами інфраструктури, економія спрямованих на оплату за спожиту електроенергію коштів, отримана за рахунок організаційних заходів, а також створення науково обґрунтованих передумов для проведення цілеспрямованих енергетичних обстежень з подальшою реалізацією технічних і технологічних заходів з енергозбереження [6].

Разом із сформованими системними дослідженнями технічних систем доцільно їх вивчення як спільнот виробів – техноценозів, що передбачає застосування ряду понять, які використовуються об'єктивною закономірністю, що має загальний характер [4].

Постановка завдання. Термін «техноценоз» і ценологічний підхід до дослідження складних технічних систем запропонований професором Б.І. Кудріним, де техноценоз визначається як штучна система, спільнота виробів зі слабкими зв'язками і єдиними цілями, обмежена в часі і просторі. Універсальність ценологічного підходу і сформульованого на його основі закону оптимальної побудови техноценозу дозволяє застосовувати їх для бюджетних організацій та установ [7 – 9].

Дослідження техноценозу – це дослідження цілого, конкретного об'єкта, що має інтегративні властивості, дослідження, що припускає рух від цілого до частин при вивченні дуже складних імовірнісних технічних систем [4, 9].

Однак слід зазначити, що техноценоз, безумовно, система техногенного походження, і підприємства (міста) можна досліджувати як системи певного типу, сам ценоз не є системою. Ценологічні уявлення спираються на третю наукову картину світу, а системний підхід, системний аналіз, системні дослідження, системотехніка – на детерміновані уявлення першої і ймовірнісні – другої наукової картини світу.

Для проведення оптимізації техноценозу відповідно з побудованими графіками розподілу необхідно визначити оптимальний розподіл. Багаторічний досвід дослідження техноценозів в різних областях людської діяльності показує що, оптимальною є така конфігурація системи, яка аналітично описується двопараметричним апроксимуючим виразом рангового розподілу. Енергоспоживання об'єкта $W(x)$ у якості основи для побудови рангового параметричного H -розподілу визначається, як:

$$W(x) = \frac{W_1}{r^\beta}, \quad (1)$$

де r – ранг об'єкту; β – показник, який визначає ступінь крутизни кривої розподілу; $W_1 = W_{\max}(1)$ – константа, за яку приймається максимальне значення найбільш крупного споживача.

$$\beta = \log_r \frac{W_1}{W(x)}. \quad (2)$$

Найкращим вважається такий стан техноценозу, при якому параметр знаходиться в межах $0,5 \leq \beta \leq 1,5$. Відповідно до зазначеного виразу можна визначити деякий діапазон оптимальних станів системи і графічно відобразити його у вигляді якоїсь смуги на графіку рангового розподілу [10].

Таблиця 1.

Параметри апроксимуючих кривих бюджетних організацій та установ Солом'янського району за 2016 рік

Вид енергетичного ресурсу	Параметри розподілу		Аналітична залежність
	$W_{\max}(1)$	β	
По споживанню електричної енергії	231854	0,711	$\frac{231854}{r^{0,711}}$
По споживанню теплової енергії	1297,65	0,625	$\frac{1297,65}{r^{0,625}}$

Поширюючи на бюджетні організації поняття великі системи (і не відділяючи його від поняття складні), можна стверджувати, що вони характеризуються: великими розмірами – по кількості частин і виконуваних функцій; складністю поведінки як наслідком великого числа взаємозв'язків елементів; наявністю спільної мети; статистичним розподілом надходження зовнішніх впливів; конкуруючим, змагальним характером підсистем; автоматизацією та інформатизацією процесу функціонування; великими термінами створення; входженням в якість елемента в системи більш високого порядку; можливістю розбиття на системи нижчого порядку. Багато що з теорії систем можна застосувати до теорії техноценоз. Техноценоз взагалі не ділиться на частини, а утворюється, і не частинами, а неподільними елементами, кожен з яких виконує одиничну кількість функцій, і ці функції слабо визначаються іншими (існує статистична незначимість зв'язків і взаємодій). Для ценоза відсутні (непридатні) ключові поняття теорії систем: вхід, вихід, зворотний зв'язок, коли, наприклад, технологічні процеси і агрегати представляються як множинні об'єкти управління, для яких характерне використання декількох регулюючих впливів для підтримання необхідного значення однієї вихідної змінної [11].

Результати дослідження. Дослідження ценозів як цілісності зводять до їх системного опису ієрархічною системою показників (що обов'язково для ідентифікації ценоза) і до структурного ценологічного опису.

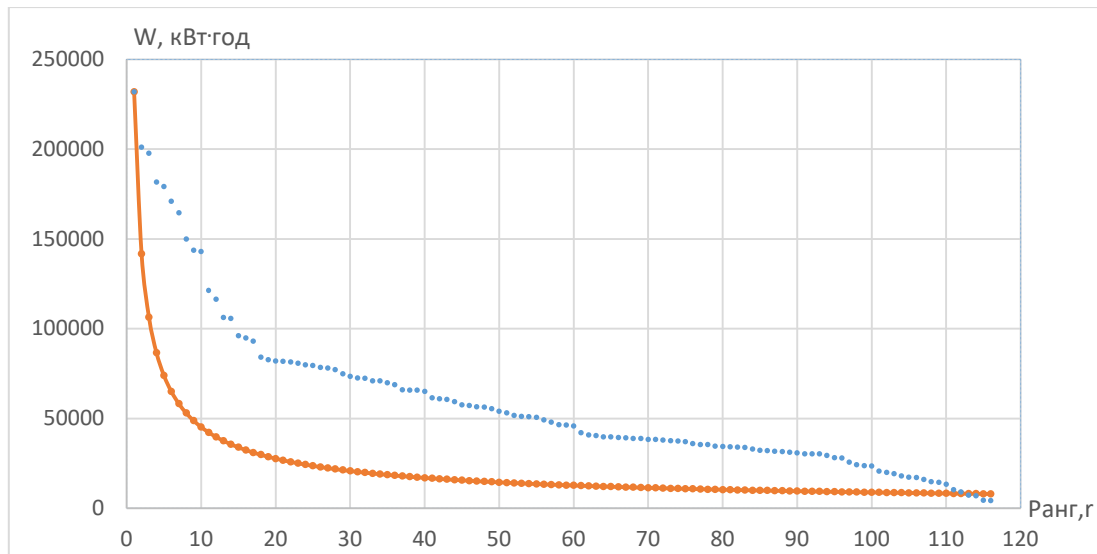


Рис. 1. Ранговий параметричний розподіл техноценозу по споживанню електричної енергії бюджетними організаціями та установами Солом'янського району за 2016 рік, точки – емпіричні дані, суцільна лінія – апроксимальна крива

На етапі статистичного аналізу і побудови емпіричної моделі процесу енергоспоживання здійснюється повномасштабна статистична обробка даних по споживанню енергетичних ресурсів, яка включає в себе інтервальне оцінювання, а також ранговий та кластерний аналіз. Рангові аналіз дозволяє упорядкувати інформацію, здійснити прогнозування енергоспоживання окремими об'єктами і інфраструктурою в цілому, інтервальне оцінювання виявляє в динаміці і наочно представляє об'єкти з аномальним енергоспоживанням. Кластерний аналіз дозволяє розбити об'єкти по групах і здійснити нормування енергоспоживання об'єктів в кожній групі з детальним статистичним описом отриманих норм [6].

Таблиця 2.

Табульований ранговий розподіл по електроспоживанню бюджетними організаціями та установами Солом'янського району за 2016 рік

Ранг	Назва особин	Споживання електричної енергії кВт/год
1	НВК, вул. Курська 15-А	231854
2	СЗШ №178, просп. Повітрофлотський 22	200994
3	СЗШ №177, вул. Курська 12	197557
4	СЗШ №318 вул. І. Пулюя 3-б	181647
5	СЗШ №115, вул. Кавказька 10	179149
...
...
...
112	ДНЗ №55, вул. Освіти 18-А	9003
113	ЦГТ «Юність», вул. В. Гетьмана 22-Б	7149
114	РМК, вул. Антонова 3	6928
115	ВСШ №20, вул. Металістів 19	4450
116	Технічний ліцей НТУУ "КПІ", вул. Міцкевича 7	4210

Побудова рангового-параметричного розподілу здійснюється на основі даних по енергоспоживанню для 116 об'єктів бюджетних організацій та установ Солом'янського району за період з 01.01.2016 року по 01.01.2017 року. Спочатку кожний розподіл техноценозу в аналітичній або графічній формі являє собою сукупність точок, які одержують за емпіричними даними:

$$(x_1, y_1); (x_2, y_2); \dots; (x_n, y_n), \quad (3)$$

де i – формальний індекс; n – загальна кількість точок.

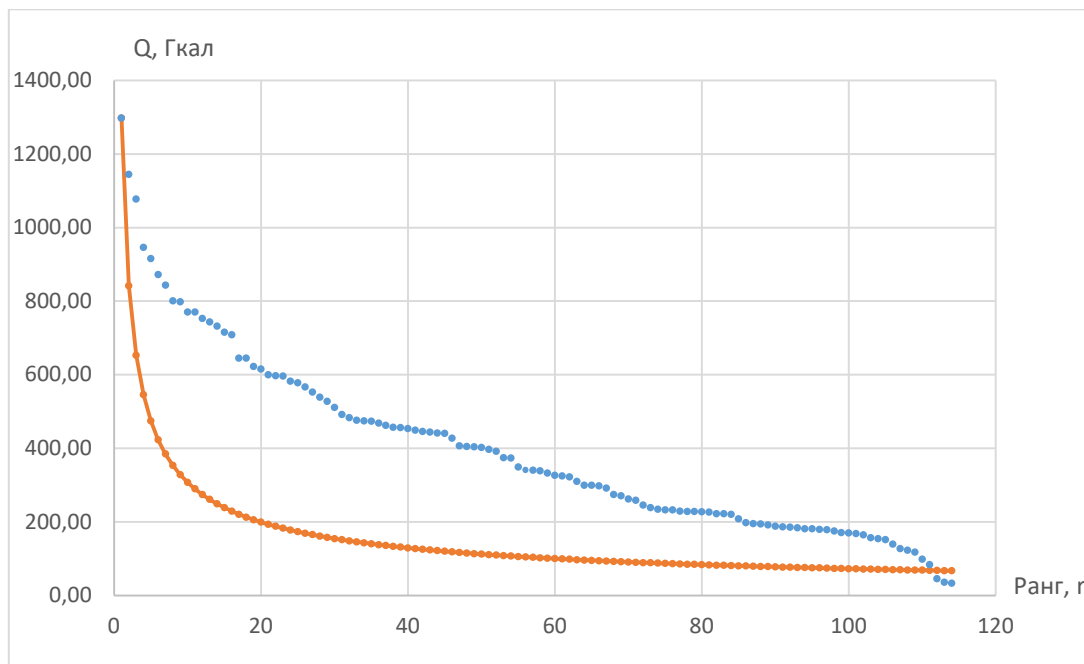


Рис.2. Ранговий параметричний розподіл техноценозу по споживанню теплової енергії бюджетними організаціями та установами Солом'янського району за 2016 рік, точки – емпіричні дані, суцільна лінія – апроксимальна крива

Точки – результат аналізу табульованого рангового розподілу техноценозу, який об'єднує всю статистику техноценозу і являє собою таблицю, яка формується в результаті процедури ранжування об'єктів по досліджуваному параметру. Перший ранг присвоюється об'єкту, що має найбільше значення параметру, другий – об'єкту, котрий має найбільше значення параметру серед об'єктів, крім першого і т.д., останній ранг присвоюється об'єкту з найменшим параметром [12].

Ранговий видовий розподіл зручно зображувати в графічній формі. Він представляє собою сукупність точок, вісь абсцис відповідає рангу виду, а вісь ординат – числу особин, яким цей вид представлений (рисунок 1, 2).

З графіків (рисунок 1 – 2 емпіричні дані) видно, що споживання електричної та теплової енергії бюджетними організаціями та установами Солом'янського району досить не оптимальне і потребує значного покращення. Параметр Н-розподілу β входить в діапазон $0,5 \leq \beta \leq 1,5$ (таблиця 1), однак крива споживання енергетичних ресурсів значно віддалена від оптимальної апроксимальної кривої, що свідчить про недостатню ефективність роботи системи в цілому. При наявності відхилення необхідна додаткова робота з техноценозом:

номенклатурна оптимізація; цілеспрямоване видалення аномальних особин; параметрична оптимізація; покращення параметрів аномальних особин тощо.

Таблиця 3.

Табульований ранговий розподіл по споживанню теплової енергії бюджетними організаціями та установами Солом'янського району за 2016 рік

Ранг	Назва особин	Споживання теплової енергії, Гкал
1	СЗШ №318 вул. І. Пулюя 3-б	1297,65
2	СЗШ № 144, просп. В. Лобановського 6	1144,09
3	Школа-інтернат № 13, вул. Новополюва 106	1077,22
4	СЗШ №115, вул. Кавказька 10	946,43
5	СЗШ №69, вул. Донецька 25	915,43
...
...
...
110	МПА, вул. Кавказька 13-А	98,74
111	ПНЗ "НВО "Перлина", вул. Ушинського, 20	83,69
112	РМК, вул. Антонова 3	46,04
113	ЦБ, вул. Єреванська 7	36,32
114	ЦТТ «Юність», вул. В. Гетьмана 22-Б	33,77

Основним змістом рангового аналізу вважається методика побудови рангових розподілів і їх подальше використання з метою оптимізації ценозу. Для виконання оптимізації системи виконується порівняння ідеальної кривої з реальною, після вивчення співвідношення кривих можна зробити висновок: що необхідно змінити в ценозі, щоб точки реальної кривої прагнули потрапити на ідеальну криву. Для цього визначаються способи, засоби, механізми поліпшення ценозу з метою усунення аномальних відхилень. При наближенні експериментальної кривої розподілу до ідеальної кривої виду, тим стабільніше система.

Метою техноценологічного дослідження аналізу є статистичний аналіз, крім того оптимізація техноценозу. Рангові аналіз включає процедури інтервального оцінювання, параметричного нормування, прогнозування та нормування споживання ресурсів. Поглиблений аналіз рангових параметричних розподілів дає можливість значно підвищити ефективність рангового аналізу. Зазначимо, що він здійснюється в таких процедурах як дифлекс-аналіз, GZ-аналіз, ZP-аналіз і ASR-аналіз [7].

Алгоритм проведення рангового аналізу для прогнозу енергоспоживання бюджетних організацій та установ:

1. Виділення ценозу.

Виділення техноценоз супроводжується його описом. Для цього задають спеціальну базу даних, що включає систематизовану і стандартизовану, досить повну і в той же час без зайвих подробиць інформацію по видах і особинах техноценозу.

2. Завдання видоутворюючих параметрів.

Елементи техноценозу виділяються на основі бази даних. Для кожного елемента повинна бути певна документація в базі даних. Якщо розглядати випадок з бюджетними

організаціями та установами, то в базі даних повинні знаходитися даними про щомісячне споживання енергоресурсів.

3. Рангово – параметричний опис ценозу.

Перший ранг присвоюється об'єкту з найбільшим споживання енергетичних ресурсів, далі за зменшенням енергоспоживання.

4. Побудова табульованого рангового розподілу та графічного рангового параметричного розподілу існуючого техноценозу.

5. Розрахунок ступеня крутизни кривої гіперболічного H -розподілу. Апроксимація розподілів.

6. Оптимізація ценозу.

Після проведення даного аналізу можна приступати до прогнозування енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Висновки. Перевагою методу є оптимальне відображення процесу функціонування об'єктів техноценозу в майбутньому з урахуванням можливих змін технології, інфраструктури, а також використання ресурсів. При використанні методу облік факторів виконується, спочатку введенням в алгоритм моделі управляючих впливів, далі, реалізацією стохастичних зворотних зв'язків, і як наслідок одночасною розробкою кількох можливих варіантів розвитку техноценозу, а в подальшому при роботі з моделлю, постійним дослідженням адекватності результатів моделювання.

Недоліком слід зазначити, що метод, який заснований на статистичній моделі, як і подібні методи, з високою точністю розраховують значення короткострокового прогнозування (згідно з дослідженнями точний прогноз можна отримати на 1 – 2 роки, після цього помилка різко зростає). Другим недоліком є неможливість реалізації критеріїв, які засновані на порівнянні варіантів управління енергоспоживання. Ці недоліки можливо усунути. Для цього необхідне створення динамічної адаптивної моделі, що відбиває процес електроспоживання на глибину від 5 до 7 років і більше.

Література

1. Денисюк С.П. Техноценологічний підхід як метод дослідження електроспоживання об'єктів. / Денисюк С.П., Василенко В.І. // Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті. Матеріали XVIII міжнародної науково-практичної конференції. – 2017. – С. 50 – 55.
2. И.О. Волкова, В.Р. Окорочков, Р.В. Окорочков, Б.Б. Кобец. Концепция интеллектуальных энергосистем и возможности ее реализации в российской электроэнергетике. Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса», Москва, 2011. – 65 с.
3. Леонов А. П. Образовательный модуль «Информационные кабельные системы в SMART GRID» / Леонов А. П., Сидоренко А. А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2014. № 2. Режим доступа: <http://publ.naukovedenie.ru>
4. Б. И. Кудрин. Исследование технических

References

1. Denysyuk S.P., Vasylenko V.I. (2017) Tekhnotsenolohichnyy pidkhd yak metod doslidzhennya elektrospozhyvannya ob'yektiv. [Technocological approach as a method of studying the electrical consumption of objects.] Vidnovlyuval'na enerhetyka ta enerhoefektyvnist' u XXI stolitti. Materialy XVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. 2017, pp. 50 – 55 [in Ukraine].
2. I.O. Volkova, V.R. Okorokov, R.V. Okorokov, B.B. Kobets. (2011). Kontseptsiya intellektual'nykh energosistem i vozmozhnosti ee realizatsii v rossiyskoy elektroenergetike. [Concept of intellectual power systems and possibilities of its realization in the Russian power industry.] Otkrytyy seminar «Ekonomicheskie problemy energeticheskogo kompleksa», Moskva. [in Russian].
3. Leonov A. P. Sidorenko A. A. (2014) Obrazovatel'nyy modul' «Informatsionnye kabel'nye sistemy v SMART GRID». [Educational module "Information cable systems in SMART GRID"]. Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE».2014, Vol. 2. Retrieved from: <http://publ.naukovedenie.ru> [in Russian].

- систем как сообществ изделий-техноценозов. / Б. И. Кудрин // Системные исследования. – 1981. – С. 236 – 254.
5. Василенко В. І. Системна ефективність функціонування енергетичної системи з керованими навантаженнями / В. І. Василенко // [Енергетика: економіка, технології, екологія](#). – 2015. – № 1. – С. 70 – 81.
6. В. И. Гнатюк, А.А. Шейнин. Нормирование электропотребление регионального электротехнического комплекса. Издательство ИНИИ Москва – 2012. – 102 с.
7. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. Ценологические исследования. Вып. 29-М.; Томский гос. ун-т: Центр системных исследований, 2005. – 384 с.
8. Кудрин Б. И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.
9. Гнатюк В.И. Оптимальное построение техноценозов. Теория и практика // Вып. 9. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований. – 1999. – 272 с.
10. Абельдаев А. Р. Оптимизация региональных электрогенерирующих мощностей при помощи ценологического подхода (на примере Астраханской области). / Абельдаев А. Р // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 6. – С. 42 – 47.
11. Кудрин Б. И. Математика ценозов: видовое, ранговидовое, ранговое по параметру гиперболические Н-распределения и законы Лотки, Ципфа, Парето, Мандельброта // Техногенная самоорганизация. Вып. 25 : Ценологические исследования. М.: Центр системных исследований, 2004. 248 с. Режим доступа: <http://mens.by/style/shine/470-mustache-sideburns>
12. Зайнутдинов Р.А. Техноценологический подход к анализу электропотребления муниципальными образованиями Астраханской области. Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. – 2012. – № 2. – С. 140 – 145.
4. В. И. Kudrin. (1981) Issledovanie tekhnicheskikh sistem kak soobshchestv izdeliy-tekhnotsenozov. [Investigation of technical systems as a community of products-technocenoses]. Sistemnye issledovaniya. 1981, pp. 236 – 254. [in Russian].
5. Vasylenko V. I. (2015) Systemna efektyvnist' funktsionuvannya enerhetychnoyi systemy z kerovanyymi navantazhennyamy/ [System efficiency of functioning of the power system with controlled loads]. Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya. 2015, Vol. 1, pp. 70 – 81. [in Ukraine].
6. V. I. Gnatyuk, A.A. Sheynin. (2012). Normirovanie elektropotreblenie regional'nogo elektrotekhnicheskogo kompleksa. [Standardization of electric power consumption of the regional electrotechnical complex]. Izdatel'stvo INP Moskva. [in Russian].
7. Gnatyuk V. I. (2005) Zakon optimal'nogo postroeniya tekhnotsenozov. Tsenologicheskies issledovaniya.[The law of optimal construction of technocenoses. Centological studies] Tomsk. [in Russian].
8. Kudrin B. I. (1993). Vvedenie v tekhnietiku. [Introduction to the technetium]. Tomsk. [in Russian].
9. Gnatyuk V.I. (1999). Optimal'noe postroenie tekhnotsenozov. [Optimal construction of technocenoses]. Moscow. [in Russian].
10. Abel'daev A. R. (2008). Optimizatsiya regional'nykh elektrogeneriruyushchikh moshchnostey pri pomoshchi tsenologicheskogo podkhoda (na primere Astrakhanskoy oblasti).[Optimization of regional power generating capacities with the help of the cenological approach (on the example of the Astrakhan region).]. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2008. – Vol. 6. – pp. 42 – 47. [in Russian].
11. Kudrin B. I. (2004) Matematika tsenozov: vidovoe, rangovidovoe, rangovoe po parametru giperbolicheskies N-raspredeleniya i zakony Lotki, Tsipfa, Pareto, Mandel'brota [Mathematics of cenozes: species, rank-type, rank-by-parameter hyperbolic H-distributions and the laws of Lotka, Tsipfa, Pareto, Mandelbrot]. Retrieved from: <http://mens.by/style/shine/470-mustache-sideburns> [in Russian].
12. Zaynutdinov P.A. (2012) Tekhnotsenologicheskii podkhod k analizu elekropotrebleniya munitsipal'nyimi obrazovaniyami Astrakhanskoy oblasti. [Technocenological approach to the analysis of electric consumption by the municipal entities of the Astrakhan region.]. Prikaspiyskiy zhurnal: Upravlenie i vysokie tekhnologii. 2012. Vol. 2, pp. 140 – 145. [in Russian].

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И УЧРЕЖДЕНИЙ КАК ОБЪЕКТОВ ТЕХНОЦЕНОЗА

ДЕНИСЮК С.П., ВАСИЛЕНКО В.И.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Цель. В статье рассмотрены проблемы эффективного использования энергетических ресурсов. Определены преимущества создания интеллектуальных сетей с технологией Smart Grid, использование возобновляемых источников.

Методика. Рассмотрены основные положения техноценологической теории. Проанализирована необходимость и особенности реализации системного подхода к задачам оптимизации энергетической системы.

Результаты. Приведен анализ статистических данных по энергопотреблению бюджетных организаций и учреждений Соломенского района г. Киева с использованием теории техноценоза.

Научная новизна. Представлен алгоритм проведения рангового анализа для прогноза энергопотребления бюджетных организаций и учреждений.

Практическая значимость. Рассмотрены вопросы управления энергопотребления с использованием методов оценки потенциала энергосбережения бюджетных организаций и учреждений Соломенского района г. Киева с использованием теории техноценоза.

Ключевые слова: повышение энергетической эффективности, Smart Grid, системный подход, техноценоз, ценологический подход, ранговый анализ.

OPTIMAL MANAGEMENT OF ENERGY CONSUMPTION IN THE BUDGET ORGANIZATIONS AND INSTITUTIONS AS OBJECTS OF TECHNOCENOSIS

DENISYUK S.P., VASILENKO V.I.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Purpose. The article deals with the problems of efficient use of energy resources. The advantages of creating Smart Grids with the use of renewable sources are determined.

Methodology. The main provisions of the Technocenological theory are considered. The necessity and features of realization of the system approach to the problems of optimization of the power system are analyzed.

Findings. The analysis of statistical data on energy consumption of budgetary organizations and institutions of Solomyansky district of Kyiv using the Technocenological theory is given.

Originality. The algorithm of rank analysis for forecasting energy consumption of budget organizations and institutions is presented.

Practical value. The issues of energy consumption management are considered using the methods for estimating the energy saving potential of budgetary organizations and institutions in the Solomensky district of Kiev using the Technocenological theory.

Keywords: increase of energy efficiency, Smart Grid, system approach, technocenosis, Technocenological theory, cenological approach, rank analysis.