

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



ЛАЗАРЄВА НАДІЯ ВАЛЕРІЇВНА

УДК 519.86:330.46

**МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»**

Спеціальність 8.03050201 «Економічна кібернетика»

АВТОРЕФЕРАТ

наукової роботи на здобуття кваліфікації магістра

Запоріжжя–2016року

Робота виконана у Запорізькій державній інженерній академії

Міністерства освіти і науки України (м. Запоріжжя).

**Науковий
керівник –**

кандидат економічних наук, доцент
Камушков Олександр Сергійович,
Запорізька державна інженерна академія
доцент кафедри інформаційних технологій та
економічної безпеки бізнесу

Рецензент:

Директор ТОВ «ТВП Універсал-Південь»
Кондратьєва О.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Актуальність проблеми підвищення рівня національної безпеки держави є досить актуальною темою, особливо зважаючи на кризові явища, які спостерігаються в країні протягом останніх років. Важливість питання визначення національної безпеки держави найшла свій прояв у прийнятті Верховною Радою Закону України «Про основи національної безпеки України». У цьому Законі загрози національним інтересам та національній безпеці України згруповано за такими сферами: зовнішньоекономічна, внутрішньополітична, економічна, соціальна та гуманітарна, екологічна, інформаційна. У складі економічної сфери виділено таку небезпеку: «неефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, недостатні темпи диверсифікації джерел їхньої поставки і відсутність активної політики енергозбереження, що створює загрозу енергетичній безпеці держави» [1, с. 7].

Теоретичним та практичним аспектам енергетичної безпеки присвячено ряд робіт, серед яких можна виділити праці Б. Андрушківа, Г. Бондаренка [1], В. Баранніка, Н. Воропая, В. Гавриша, А. Дорошкевича, З. Залого, М. Земляного [2,3], С. Клименка, М. Ковалка, Л. Криворучького, М. Крупки, В. Кухара, Л. Малюти, А. Мельника, І. Михасюка, В. Перебийноса, С. Пирожкова, О. Суходолі, Т. Хвороста, А. Шевцова, А. Шидловського, В. Щерби та інших. Більшість дослідників обмежуються визначенням різносторонніх концептуальних та методологічних підходів до побудови системи оцінювання енергетичної безпеки [3].

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є розробка комплексу моделей оцінки й аналізу енергетичної безпеки ВАТ Запоріжсталь, який дозволить попередити можливість настання кризових ситуацій у багатьох сферах його діяльності, що формуються під впливом різних загроз, та підвищити ефективність функціонування підприємства.

Для досягнення поставленої мети у процесі дослідження поставлено такі завдання:

- дослідити сучасний стан проблеми енергетичної безпеки підприємства, проаналізувати існуючі методи і моделі оцінки й аналізу енергетичної безпеки підприємства;
- розробити модельний базис оцінки й аналізу енергетичної безпеки підприємства, підґрунтям якого є інформаційна модель безпеки;
- побудувати економіко-математичні моделі вибору домінуючих загроз енергетичної безпеці підприємства в його внутрішньому й зовнішньому середовищах;
- побудувати моделі взаємозв'язку загального рівня енергетичної безпеки підприємства та її складових;
- побудувати модель ідентифікації класу енергетичної безпеки підприємства з використанням сучасних економіко-математичних методів;
- визначити напрями та заходи стабілізації енергетичної безпеки підприємства відповідно до її класу та здійснити оцінку впливу фінансових витрат на загальний рівень економічної безпеки.

Предметом дослідження є комплекс методів і моделей оцінки та аналізу енергетичної безпеки ВАТ Запоріжсталь.

Об'єктом дослідження є процеси формування енергетичної безпеки ВАТ Запоріжсталь.

Методологічну основу дослідження становлять роботи вітчизняних і зарубіжних провідних учених і фахівців з питань енергетичної безпеки підприємства.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні результати, що складають наукову новизну, полягають у розробленні комплексу моделей оцінки й аналізу енергетичної безпеки ПАТ Запоріжсталь.

удосконалено:

-комплекс моделей оцінки енергетичної безпеки підприємства, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на модельному базисі багатомірного аналізу, що дозволяє підвищити ступінь обґрунтованості управлінських рішень, спрямованих на усунення дестабілізуючого впливу різних загроз;

-модель ідентифікації класу енергетичної безпеки підприємства, яку, на відміну від інших, побудовано за допомогою методів гібридних мереж, що дозволяє підвищити якість розпізнавання як поточного, так і прогнозного класу економічної безпеки;

-економетричні моделі оцінки загального рівня енергетичної безпеки підприємства, особливістю яких є специфікація, здійснення з урахуванням структури панельних даних на підставі логістичних кривих, що дозволяє дослідити вплив окремих складових безпеки;

дістали подальшого розвитку:

-інформаційна модель енергетичної безпеки підприємства, яку, на відміну від існуючих, побудовано на багатомірному описі процесів, які її формують, що дозволяє отримати систему показників для кількісної оцінки й аналізу рівня енергетичної безпеки;

-моделі вибору домінантних загроз енергетичної безпеці підприємства внутрішнього та зовнішнього характеру, які побудовано, на відміну від інших, за допомогою методів нейронних мереж та кореляційно-регресійного аналізу, що дозволяє попередити та своєчасно локалізувати загрози енергетичної безпеці підприємства;

- система заходів з підтримки та стабілізації енергетичної безпеки підприємства, відмінність якої полягає в тому, що її сформовано відповідно до розрахованого класу безпеки, що дозволяє гнучко реагувати на зміни стану енергетичної безпеки підприємства та підтримувати її належний рівень.

Практичне значення одержаних результатів запропонований комплекс моделей оцінки і аналізу енергетичної безпеки підприємства може бути використано для ухвалення управлінських рішень з метою підвищення ефективності управління для збереження життєздатності та стимулювання розвитку підприємства.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення й результати дослідження проходять апробацію на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні концепції управління економічним розвитком країни» вчених, молодих вчених, аспірантів, здобувачів та студентів 22 січня 2016 року в Одесі.

Структура і обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел із 50 найменувань, 1 додаток. Роботу викладено на 107 сторінках машинописного тексту, що містить 20 рисунків, 11 таблиць, 21 формула.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У **Вступі** подано загальну характеристику дослідження: стан розробки наукової проблеми й актуальність досліджень, мету і завдання роботи, об'єкт, предмет, методи і джерельну базу дослідження, описано наукову новизну й практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі** «Теоретико-методичні основи енергетичної безпеки» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені дослідженню проблематиці.

Енергетичну безпеку можна трактувати як властивість технічної безпеки систем енергетики. У той же час енергетична безпека, за її визначенням, кінцевою метою ставить гарантований захист особи, суспільства, держави від дефіциту паливно енергетичних ресурсів, тобто має більш широкий зміст, ніж поняття надійності, й виступає як економічна, політична і філософська категорія. Споживання енергії є обов'язковою умовою існування людства. Як підкреслював лауреат Нобелівської премії академік П.Л. Капіца, «майбутнє людства залежить від того, як воно буде забезпечувати себе енергією».

Дослідження енергетичної безпеки передбачають низку визначальних етапів, а саме:

- здійснення загального аналізу стану галузі;
- формування системи основних показників (індикаторів), які найбільш повно

характеризують галузь і можуть відображати у ній зміни під впливом різних внутрішніх і зовнішніх факторів;

- виявлення, аналізу та систематизація за визначальними ознаками і ступенем загрози енергетичній безпеці;
- визначення порогових величин індикаторів, перевищення яких призводить до виникнення негативних, руйнівних явищ у розглянутій області;
- обчислення фактичних значень індикаторів енергетичної безпеки і зіставлення їх з пороговими величинами;
- визначення значень інтегральних показників енергетичної безпеки;
- формування рекомендацій і заходів щодо попередження загроз і поліпшення показників енергетичної безпеки.

З точки зору державного підходу, стан енергетичної безпеки практично усіма дослідниками пов'язується з діяльністю держави в напрямку забезпечення надійного функціонування енергетичного сектору та розглядається переважно як складова економічної безпеки в контексті національної безпеки. Проте таким, що більшою мірою відповідає завданням даного дослідження та контексту поняття національної безпеки, є уявлення про енергетичну безпеку як системоутворюючу складову національної безпеки, оскільки сукупність властивостей стану її підсистем, забезпечує можливість досягнення цілей усієї системи національної безпеки(рис. 1).

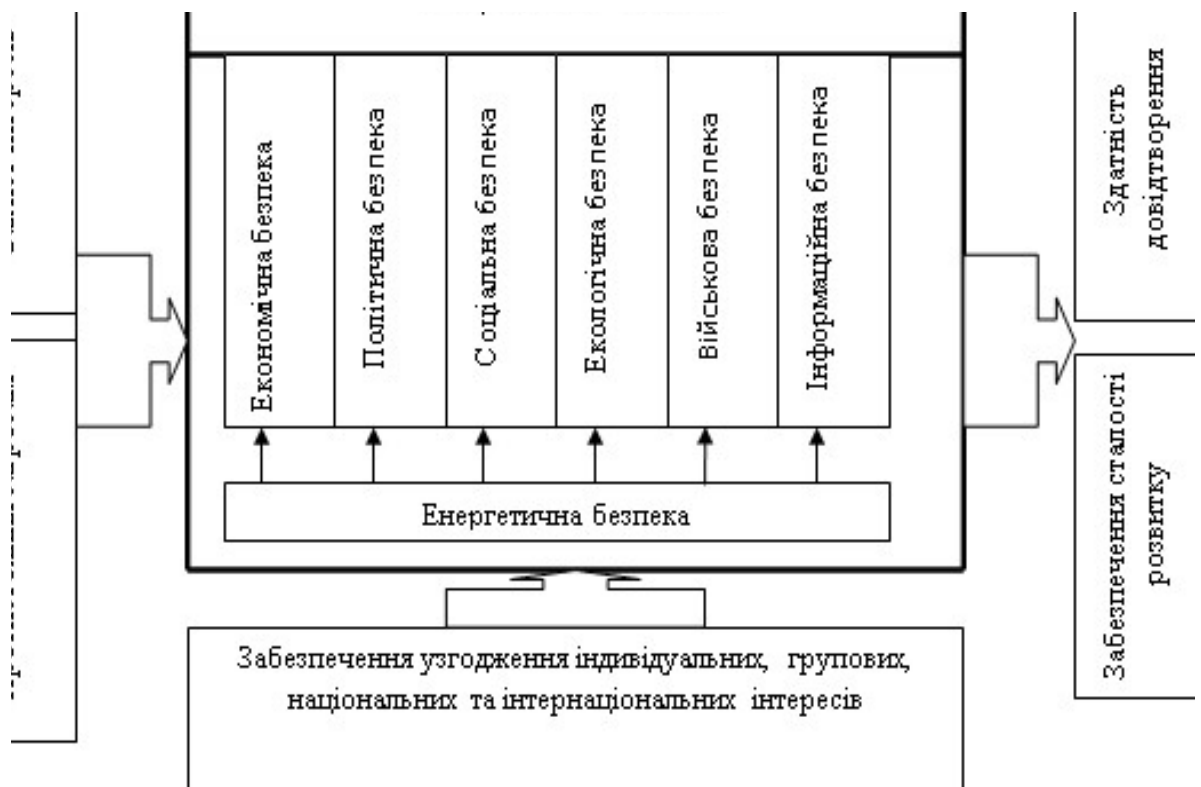


Рис. 1. Місце енергетичної безпеки в системі національної безпеки

Функціонування енергетичної системи відбувається за рахунок забезпечення держави первинними, вторинними та відновлювальними джерелами енергії. Її ключовими компонентами, що розвиваються під впливом певних загроз, інтересів, є енергозабезпечення, резервування, енергоперетворення, енергорозподіл, енергоспоживання, енергозбереження. Це виступає певною підставою для розгляду сутності та сучасного змісту енергетичної безпеки, специфіки процесів її забезпечення в країні як окремого напрямку у науці державного управління. Енергетична безпека як система забезпечує стійкість національної безпеки від негативних зовнішніх і внутрішніх дій та сприяє поступальному розвитку її складових.

В умовах впровадження ринкових відносин держава має приділяти увагу не тільки сприянню конкуренції у сфері виробництва та постачання енергії для забезпечення ефективного функціонування галузі, але й ефективному використанню енергетичних ресурсів та збалансуванню інтересів суспільства, виробників енергетичних ресурсів і споживачів цих ресурсів, що підтверджує необхідність поширення впровадження відновлювальних джерел енергії.

При дослідженні логіки формування енергетичної політики України в сфері енергозабезпечення та енергозбереження встановлено, що стратегічне бачення проблеми гарантування енергетичної безпеки має розглядатися виключно в концептуальній тріаді «енергетична безпека – економічне зростання – екологічна безпека», що підтверджує світової досвід.

При оцінюванні енергетичної безпеки суб'єктів господарювання слід досліджувати внутрішню стійкість підприємства або здатність відновлювати нормальний стан після дії загроз енергетичного характеру, а також вплив на стан енергетичної безпеки окремих дестабілізуючих факторів.

Отже, слід розглядати множинність факторів, критеріїв та показників аналізу енергетичної безпеки підприємства. Визначення критеріїв та показників оцінки рівня ЕнБ є одним із найважливіших елементів методології оцінки. В дійсній роботі запропоновано концептуальні підходи до обґрунтування критеріїв і показників оцінки рівня ЕнБ для різних задач та запропонована базова система показників ЕнБ.

У **другому розділі** «Оцінка енергетичної безпеки ПАТ«Запоріжсталь»» проведено аналіз методів та моделей підтримують оцінку, аналіз енергетичної безпеки підприємства, формування та ухвалення управлінських рішень стосовно підвищення її рівня (рис. 2). Запропонований у роботі комплекс містить три блоки: формування інформаційного простору дослідження; оцінка та аналіз енергетичної безпеки підприємства; формування та аналіз рішень з управління енергетичної безпекою підприємства.

Метою першого блоку є формування системи показників, найбільш вагомих для оцінки енергетичної безпеки, за допомогою розробленої інформаційної моделі.

Метою другого блоку є розробка моделей оцінки й аналізу енергетичної безпеки підприємства. Усі моделі на цьому етапі об'єднано в три модулі, за якими на підставі відповідних моделей здійснюють загальну оцінку енергетичної безпеки підприємства й визначають домінантні загрози енергетичній безпеці. Перший модуль оцінки енергетичної безпеки містить моделі, призначенням яких є розрахунок значень показників, що дозволяє прослідкувати зміну як загального рівня енергетичної безпеки підприємства, так і її складових.

Другий модуль містить моделі вибору домінантних загроз енергетичній безпеці підприємства та модель оцінки впливу зовнішніх загроз на ЕнБП. За першою моделлю цього модуля здійснюють ранжирування загроз з боку внутрішнього середовища за їх впливом на загальний рівень ЕнБП, що дозволяє проаналізувати й виявити найбільш вагомі чинники, що є потенційними загрозами безпеці. Призначенням другої моделі є оцінка впливу загроз зовнішнього характеру на загальний рівень ЕнБП. У третьому модулі за допомогою моделі взаємозв'язку загального рівня енергетичної безпеки підприємства з рівнями безпеки підприємства за окремими складовими досліджують вплив окремих складових безпеки на її загальний рівень. Наступна модель цього модуля — модель ідентифікації класів енергетичної безпеки підприємства — дозволяє отримати інформацію про клас безпеки у поточному та перспективному періодах.

Метою третього блоку є формування множини рішень з управління енергетичною безпекою підприємства на підставі інформації про її клас та загрози. Ці рішення має бути включено до системи запобігання та усунення дестабілізуючого впливу загроз енергетичній безпеці підприємства. Для реалізації запропонованого комплексу моделей було використано дані статистичної звітності 4 підприємств металургії за 2006–2014 роки.

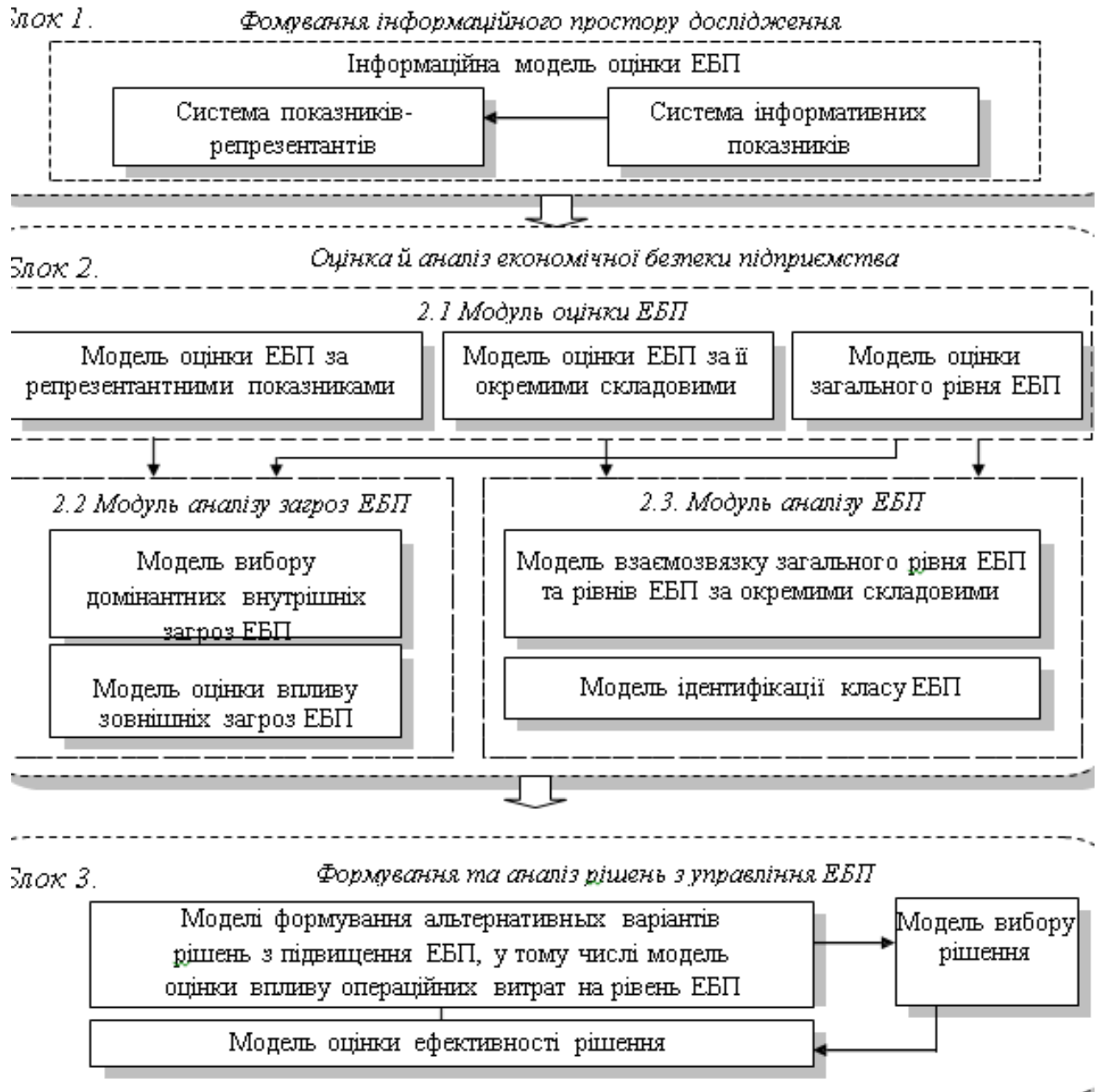


Рис. 2. Комплекс моделей оцінки й аналізу енергетичної безпеки підприємства

Відповідно до запропонованого комплексу моделей, відбір показників безпеки є першочерговим завданням під час оцінки ЕБП, результати рішення якого безпосередньо впливатимуть на ефективність управління безпекою. Для вирішення цього завдання пропонується інформаційна модель оцінки енергетичної безпеки, призначення якої полягає у формуванні і фільтрації попередніх показників, найбільш значущих для оцінки безпеки. Вона містить два блоки. У першому блоці моделі формують попередній список показників оцінки енергетичної безпеки, який містить 45 показників за найбільш значимими складовими енергетичної безпеки, які відбивають стан основних засобів, фінансової стійкості, платоспроможності й рентабельності. У другому блоці моделі здійснюють формування загальної системи показників за результатами математичної обробки та виокремлення репрезентантів d_{kt} k -ї складової безпеки:

$$\bar{d}_k(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}), k = \overline{1, k} \quad \bar{d}'_k(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}), k = \overline{1, k} \quad (1)$$

де m_k — кількість ознак k -ї складової.

Вибір репрезентантів здійснюють методом центра ваги. Спосіб вибору за цим методом залежить від розміру групи. Для кожної з ознак, розраховують відстані ρ_{ij} до інших ознак складової. Репрезентантом (d_k) вважають показник із найменшою сумою відстаней:

$$d_k = \min_i d_i = \sum_{j=1}^{m_k} \rho_{ij} d_k = \min_i d_i = \sum_{j=1}^{m_k} \rho_{ij} \quad (2)$$

У результаті виконання зазначених операцій одержують набір показників, кожний з яких представляє виділену складову. Вибрані елементи знаходяться поблизу «центрів ваг» і тому задовольняють основним вимогам: ці ознаки не корелюють або мають найменший зв'язок один з одним та одночасно сильно корелюють з ознаками поза виділеною складовою. На основі запропонованого комплексу моделей для підприємств, які досліджуються, уточнено систему показників за складовими.

Для визначення загального рівня енергетичної безпеки підприємства використовують методи таксономії.

Отримані значення загального рівня ЕнБП з урахуванням усієї сукупності ознак за досліджуваною групою підприємств наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення загального рівня ЕнБП у динаміці

№ з/п	Підприємство	Рівень ЕнБП за роками									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
1	ПАТ «Запоріжсталь»	0,213	0,301	0,29	0,29	0,291	0,329	0,451	0,361	0,07	
2	ПАТ «Дніпропетровський металургійний завод ім. Г. І. Петровського»	0,066	0,284	0,307	0,299	0,322	0,257	0,243	0,128	0,018	
3	Інтерпайп Сталь	0,271	0,364	0,324	0,334	0,291	0,338	0,211	0,173	0,08	
4	ПАТ «Дніпроспецсталь»	0,031	0,168	0,273	0,252	0,210	0,221	0,248	0,244	0,203	

На графіку, спостерігається спад рівня енергетичної безпеки ПАТ «Запоріжсталь». У 2012 році був більш-менш прорив, але і цей показник ненайкращий, нижче середнього. Що свідчить про те, що необхідно проводити детальний аналіз заходи для покращення енергетичної безпеки підприємства.

Представимо рівень ЕнБ ПАТ «Запоріжсталь» на графіку (рис.3). Результати розрахунків за моделлю свідчать про те, що майже на всіх розглянутих підприємствах за загальноприйнятою нормованою шкалою спостерігаються дуже низькі значення загального рівня енергетичної безпеки та має місце тенденція до його зниження. Це дозволяє стверджувати про зростання впливу загроз енергетичній безпеці, що зумовлює необхідність

їх детального розгляду й аналізу.

Нестационарний вплив факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, загрози підвищення рівня фінансових ризиків та інші фактори, що характеризуються нестабільністю і невизначеністю, викликають необхідність виявлення сфери життєдіяльності підприємства, яка є джерелом формування кризових тенденцій розвитку та необхідність оцінки можливого впливу загроз на рівень економічної безпеки підприємства. Вирішення цих завдань здійснюється через реалізацію моделі вибору домінантних загроз. Динамічність розвитку загроз, присутність сильних шумів у вибірках вхідних даних, необхідність періодичної корекції моделі істотно ускладнюють рішення завдання традиційними статистичними методами.

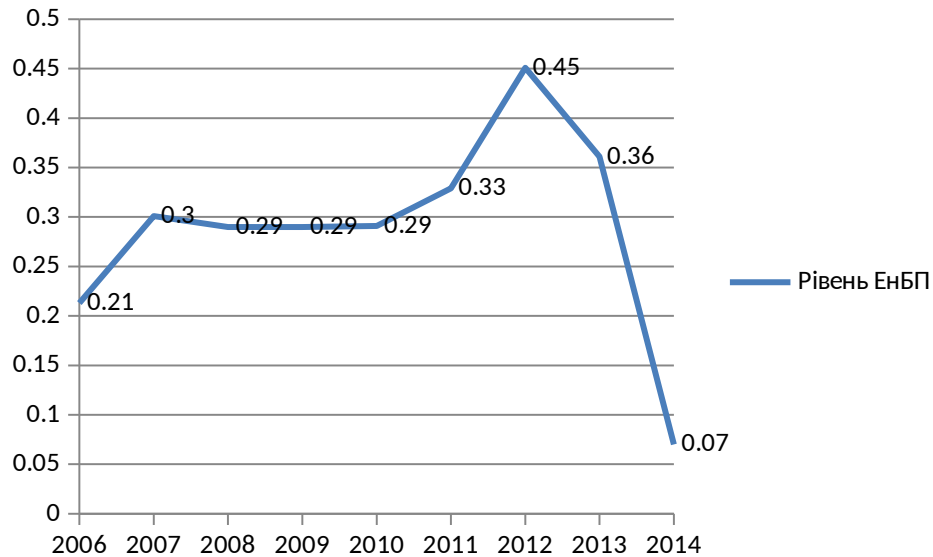


Рис.3.Рівень ЕнБ ПАТ «Запоріжсталь»

Значну перевагу над цими методами мають методи штучних нейронних мереж, особливість яких полягає у здатності до навчання та властивості узагальнення, внаслідок яких моделі, побудовані за допомогою цих методів, набувають властивостей адаптації до високої стохастичності прояву зовнішніх впливів. Це дозволило вибрати їх для реалізації моделі вибору домінантних загроз.

Процедура побудови нейронної моделі вибору загроз складається з таких кроків: вибір початкової конфігурації мережної моделі; моделювання і навчання мережі з оцінкою контрольної помилки і використанням додаткових нейронів або проміжних шарів; виявлення ефекту перенавчання та корегування конфігурації моделі. Навчання мережі виконано на підставі методу зворотного поширення помилки, який є досить дієвим у випадку обмеженості вихідних даних. Процес навчання припиняють, коли пройдено визначену кількість епох (оптимальну умову зупинки складають 5 епох), або в разі незменшення помилки. Вираз для градієнта критерію якості, що вказує напрямом найкоротшого спуску з поверхні із заданої точки, для вихідного шару M має вигляд:

$$\frac{\partial J}{\partial w_{ij}^M} = \frac{\partial}{\partial w_{ij}^M} \left(\frac{1}{2} \sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^{S^M} (t_k^q - a_k^{qM})^2 \right)$$

$$\frac{\partial J}{\partial w_{ij}^M} = \frac{\partial}{\partial w_{ij}^M} \left(\frac{1}{2} \sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^{S^M} (t_k^q - a_k^{qM})^2 \right) \quad (3)$$

$$i = \overline{1, S^M}; j = \overline{0, S^{M-1}}; j = W_{pi} \quad i = \overline{1, S^M}; j = \overline{0, S^{M-1}}; j = W_{pi}$$

$$W = [W_{ij}]; p = p_i^q, W = [W_{ij}]; p = p_i^q, \quad (4)$$

де J - функціонал якості навчання; M - кількість шарів мережі; q - номер вибірки; q - цільове значення k -го сигналу на виході мережі для q -ї вибірки; S^M - вибірки з номером q ; W - матриця вагових коефіцієнтів змінних ЕБП; p - вектор вхідного сигналу.

Правило функціонування шару M у мережі:

$$a_k^{qM} = f_M \left(\sum_{j=0}^{S^M-1} W_{k1}^M * a^{q(M-1)} \right), m = \overline{1, S^M}$$

$$a_k^{qM} = f_M \left(\sum_{j=0}^{S^M-1} W_{k1}^M * a^{q(M-1)} \right), m = \overline{1, S^M} \quad (5)$$

формула 5 реалізує таке співвідношення для збільшення вектора параметрів, які корегується:

$$\Delta W_k = m_c \Delta w_{k-1} + (1 - m_c) l_r * g_k \Delta W_k = m_c \Delta w_{k-1} + (1 - m_c) l_r * g_k, \quad (6)$$

де Δw_k - збільшення вектора ваг; m_c - параметр збурювання; l_r - параметр швидкості навчання; g_k - вектор градієнта функціонала помилки на k -й ітерації.

Реалізацію запропонованої моделі було виконано на прикладі «Запоріжсталь». Аналіз різних конфігурацій мережі показав, що найбільш оптимальною конфігурацією мережі є багатошаровий перцептрон, який включає 4 входи, 6 схованих шарів і 1 вихід. Результати прогонів навчальної та тестової множини даних підтверджують адекватність побудови мережі, оскільки мають місце достатньо малі помилки тренування (0,009469), перевірки (0,004611) і тестування (0,04497) мережі. Використовуючи показник чутливості мережі визначають ранги домінування змінних для мережі, які в межах $[1 \text{ ч } n]$, де n - кількість змінних. Найбільше значення рангу дорівнює 1. Значення показнику чутливості $Krij$ отримують для кожної зі сформованих множин вхідних значень за такою формулою:

$$K_{rij} = E_{ij} * (E_{bei})^{-1}, K_{rij} = E_{ij} * (E_{bei})^{-1}, \quad (7)$$

де $Krij$ - показник чутливості для j -ї змінної i -ї множини значень; E_{ij} - помилка роботи мережі з виключенням j -ї змінної з мережі для i -ї множини значень; E_{bei} - помилка роботи мережі з включенням всіх змінних до неї для i -ї множини значень.

Проведений аналіз чутливості мережі дозволив сформулювати таке розподілення рангів показників, негативні зміни значень яких являють внутрішні загрози безпеки: значення рангу рентабельності сукупного капіталу дорівнює 1 (виключення показника дасть помилку мережі 0,1897), частки власних коштів в їх загальній вартості - 2, коефіцієнта фінансової автономії - 3, активної частини основних засобів - 4. Це свідчить про домінування загроз економічній безпеці підприємства за складовою оцінки стану рентабельності.

Поряд з визначенням домінантних загроз одним із найважливіших завдань під час аналізу економічної безпеки підприємства є аналіз впливу її окремих складових на загальний рівень економічної безпеки. Такий аналіз можна здійснити за допомогою моделі взаємозв'язку між значеннями рівня безпеки за окремими складовими та її загальним рівнем. Результатом роботи такої моделі є розрахункові значення рівня енергетичної безпеки підприємства, на підставі яких можна дійти висновку щодо стану енергетичної безпеки підприємства. Реалізацію моделі виконано на підставі вихідних даних, які мають панельну структуру за групою металургійних підприємств, що аналізуються. Загальний вигляд моделі можна подати таким чином:

$$Y_{it} = \frac{k}{1+e^{\mu_{0i}+a_{1i}y_{1it}+a_{2i}y_{2it}+\dots+a_{di}y_{dit}}}$$

$$Y_{it} = \frac{k}{1+e^{\mu_{0i}+a_{1i}y_{1it}+a_{2i}y_{2it}+\dots+a_{di}y_{dit}}}, \quad (8)$$

$$Y_{it} = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ \dots \\ Y_{iT} \end{bmatrix}; X_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ \dots \\ y_{iT} \end{bmatrix}; \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \dots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix}; \mu_{0i} = \begin{bmatrix} \mu_{01} \\ \dots \\ \mu_{0n} \end{bmatrix} i = \overline{1, n}; t = \overline{1, T}; d = \overline{1, 4}$$

$$Y_{it} = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ \dots \\ Y_{iT} \end{bmatrix}; X_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ \dots \\ y_{iT} \end{bmatrix}; \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \dots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix}; \mu_{0i} = \begin{bmatrix} \mu_{01} \\ \dots \\ \mu_{0n} \end{bmatrix} i = \overline{1, n}; t = \overline{1, T}; d = \overline{1, 4}, \quad (9)$$

де Y_{it} - загальний рівень енергетичної безпеки для i -го підприємства в момент часу t ; $y_{1it}, y_{2it}, \dots, y_{dit}$ - показники рівня енергетичної безпеки

за d -ю складовою для i -го підприємства в момент часу t ; μ_{0i} - параметри моделі для i -го підприємства; $a_{1i}, a_{2i}, \dots, a_{di}$ - параметри моделі за d -ю складовою для i -го підприємства.

Перевірка моделі за коефіцієнтом детермінації, F -критерієм, t -критерієм дозволила дійти висновку, що модель є адекватною. Аналіз взаємозв'язку рівнів економічної безпеки за побудованими та наведеними в роботі моделями для групи підприємств, які досліджуються, дозволив визначити, що найбільший вплив на загальний рівень економічної безпеки мають значення часткових рівнів безпеки за складовими ліквідності та оцінки фінансової стійкості. Тому підприємствам необхідно звернути особливу увагу на підтримку цих сторін фінансово- господарського стану для збереження їх економічної безпеки.

Таким чином, запропонований комплекс економіко-математичних моделей дозволяє провести комплексний аналіз економічної безпеки, виявити домінантні загрози безпеці для їх подальшої локалізації, і, як наслідок, підвищити якість, надійність та ефективність рішень з управління економічною безпекою на підприємстві.

У **третьому розділі** «Шляхи покращення енергетичної безпеки ПАТ Запоріжсталь» було проведено розрахунковий комплекс для моніторинга та аналізу індикаторів енергетичної безпеки підприємства, розрахунок показників енергетичної безпеки ПАТ «Запоріжсталь» та оцінювання результативності запропонованих заходів.

Необхідно було визначити на скільки зміниться загальна підсумкова оцінка стану енергетичної безпеки підприємства, якщо буде відключена міжсистемна зв'язок Запоріжобленерго за якою здійснюється імпорт електроенергії на ПАТ «Запоріжсталь». Було запропоновано декілька сценаріїв. Сценарії і вихідні дані систематизовані у таблиці 2.

Таблиця 2

Вихідні дані для сценаріїв відключення від міжсистемної Запоріжобленерго

Сценарій	ВЛ№1	Аимп, млрд. кВт*ч	Асоб, млрд. Вт*ч	Апотр, млрд. кВт*ч	ВЛ№2	Обмеження	К _{зз}
А (вихідний)	включена	2,9	1,1	4	відключена	-	1
В	відключена	0	1,1	1,1	відключена	$1,1:4=0,275$	0,275
С	відключена	0	2	2	відключена	$2:4=0,5$	0,5
D1	включена	1,6	2	3,6	відключена	$0,9*4=3,6$	0,9
D2	включена	1,2	2	3,2	відключена	$0,8*4=3,2$	0,8
D3	включена	0,8	2	2,8	відключена	$0,7*4=2,8$	0,7
D4	включена	0,4	2	2,4	відключена	$0,6*4=2,4$	0,6
D5	включена	0	2	2	відключена	$2:4=0,5$	0,5
Е	відключена	0...2,9	1,1....	4	відключена	Обмежень немає	1

	а		2		на		
К	включена	0...2,9	1,1.... 2	4	включен а	Обмежень немає	1

Для опису сценаріїв і наведених вихідних даних за допомогою обчислювального комплексу (Додаток «Сценарії») розраховані значення індикаторів і знайдена підсумкова оцінка стану енергетичної безпеки для кожного із сценаріїв (табл. 3 і рис. 4).

Таблиця 3

Підсумковий рівень енергетичної безпеки при відключенні межсистемної Запоріжобленерго.

	Сценарій ВЛ №2 вимкнена							
	A	B	C	D1	D2	D3	D4	D5
Підсумковий з урахуванням коефіцієнтів забезпеченості	4.42	17,17	8,66	4,77	5,35	6,02	7,08	8,58

Аналіз отриманих результатів показує, що найбільш важким варіантом розвитку ситуації за сценарієм Вступінь погіршення ситуації для сценаріїв А, С, D1- D5 відображена на графіку підсумкового рівня енергетичної безпеки (рис. 4).

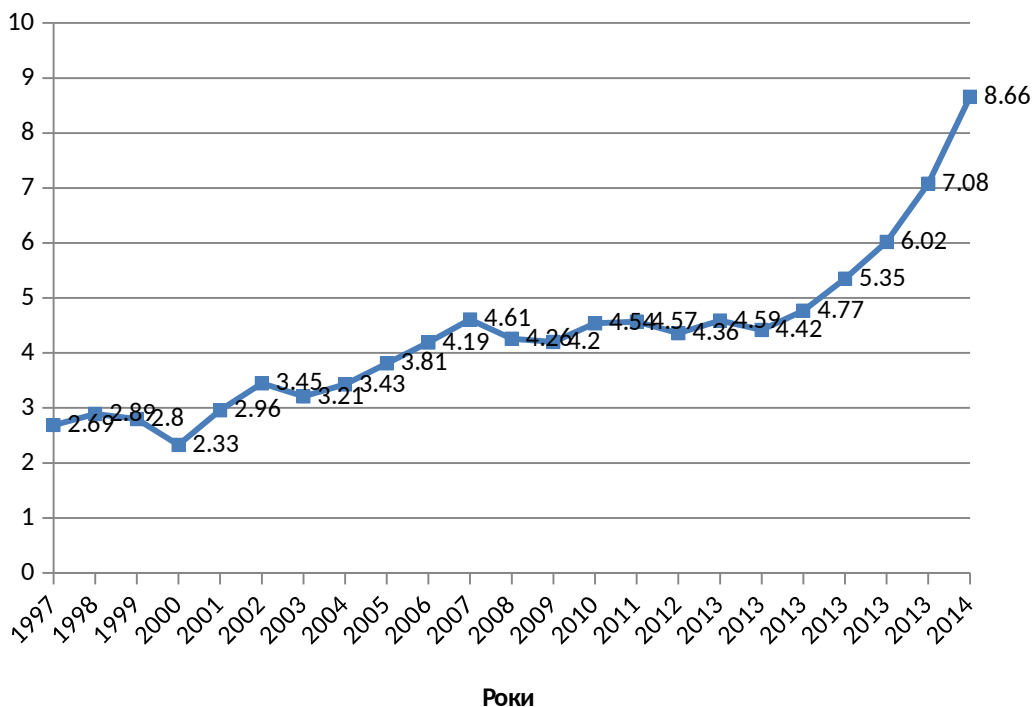


Рис. 4. Підсумкова оцінка рівня енергетичної безпеки для ряду сценаріїв, які можуть мати місце при відключенні межсистемної Запоріжобленерго (сценарії А, С, D1- D5).

У даному випадку розглянуті сценарії розвитку ситуації при відключенні тільки одного елемента енергосистеми. За допомогою даного обчислювального комплексу можливо

дослідження ряду та інших завдань.

Для моніторингу та аналізу енергетичної безпеки розроблений обчислювальний комплекс, в якому є модулі: інформаційний (бази даних по енергетиці Excel і Access), розрахунковий, аналітичний, прогнозування.

Розраховані показники (табл. 4) енергетичної ефективності ПАТ «Запоріжсталь» такі як: енергоефективність, енергетична незалежність, надійність, економічна стабільність показують що підприємство знаходиться в стані недостатньо стабільному як і сама економіка на даний час.

Таблиця 4

Показники енергетичної безпеки підприємства

Р ік	Критерії енергетичної безпеки					Модель енергетичної безпеки			Стан енергетич ної безпеки
	ЕЕ	ЕН	ЕЗ	НТ	ЕС	адитив на	мультип лікативн а	ступенева функціо нальна	
2 012	0,749 8	0,000 10	1,00 0	0,32 8	0,102 7	0,436	0,076	0,0000005	недостатній
2 013	0,523 1	0,000 61	0,99 0	0,46 9	0,068 3	0,410	0,100	0,0000020	небезпека
2 014	0,011 5	0,571 08	1,00 9	0,57 5	0,060 2	0,445	0,187	0,0000457	достатній

Отже, згідно порогових значень достатнього рівня досягнув тільки критерій енергонезалежності підприємства у 2014 році. Усі інші часткові показники мають критичний рівень або свідчать про загрозу енергетичної небезпеки, що демонструють і загальні показники за усіма моделями. Дещо кращий рівень за адитивною моделлю обумовлений певним компенсаційним впливом показника енергозабезпеченості.

"Запоріжсталь" має намір до 2018 р скоротити споживання природного газу майже на чверть. Запорізький металургійний комбінат "Запоріжсталь", що входить до групи "Метінвест", має намір в 2017 році знизити споживання природного газу на 23% в порівнянні з 2014 роком - з 221 млн куб. м (очікуване) до 171 млн куб. м (прогноз) за рахунок використання коксового газу.

Підприємство також займається питаннями зниження споживання електроенергії, завдяки чому питома витрата електроенергії на нерафіновану сталь в 2010-2014гг постійно знижувалась. Зокрема, якщо в 2013 році він становив 351 кВт/год/тонна, з яких 297 кВт/год/тонну - покупна електроенергія, а 54 кВт/год/тонна - власна енергія, то в 2014 році витрати склали 341 кВт/ч/тонну, 285 кВт/год/тонну і 57 кВт/год/тонну відповідно на (рис. 5). Крім того, приділяється увага питанням скорочення споживання кисню. В цілому це дозволяє знизити витрати на випуск металопродукції та підвищити її конкурентоспроможність на ринках.

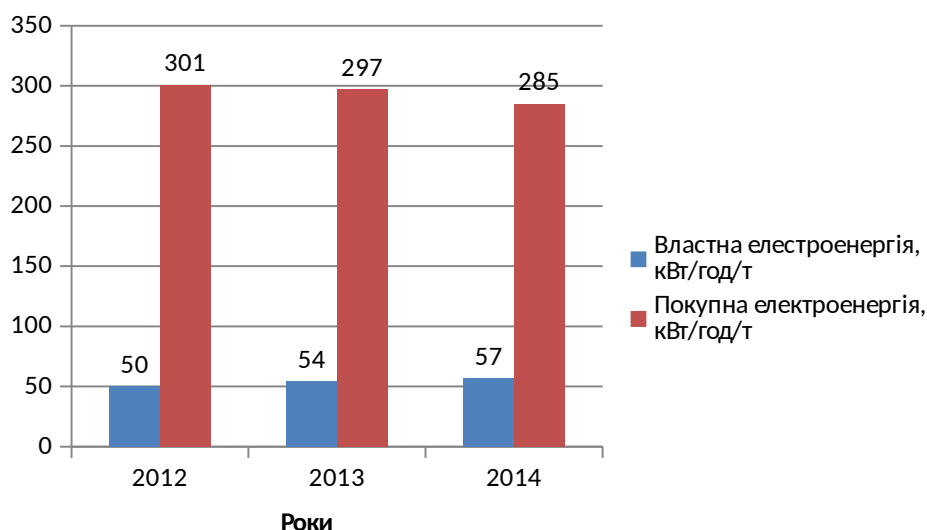


Рис. 5. Стан електроенергії за період 2012-2014 роки

З графіка видно, що з кожним роком підприємство все менше купує електроенергію, на відміну від того що з кожним роком все більше її виробляє сама. Незважаючи на те, що підприємство все менше споживає електроенергії та природного газу вона все більше нарощує свої потужності.

65% в структурі собівартості Запоріжсталля займають залізорудна сировина, кокс і природний газ, причому їх норми витрат одні з найнижчих серед конкурентів. Низька витрата залізорудних матеріалів пояснюється високим вмістом заліза в агломераті, зниженням відходів і отсортіровок, а також безперервним вдосконаленням технології виробництва (рис. 6).

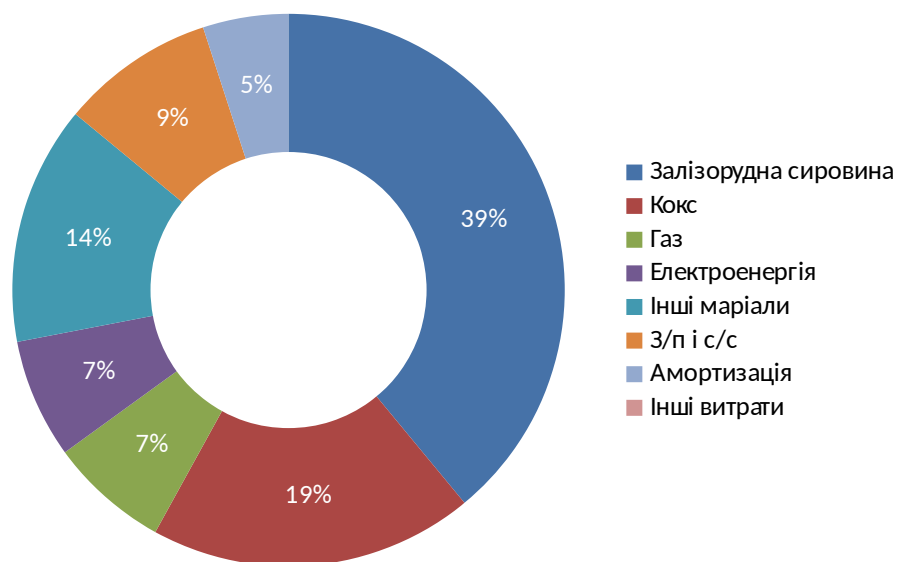


Рис. 6. Собівартість товарів

Порівняємо виробництво сталі на ПАТ «Запоріжсталь» за період з 2011 по 2014 на (рис. 7). Сталь - це основна продукція підприємства, яка відіграє важливу роль.

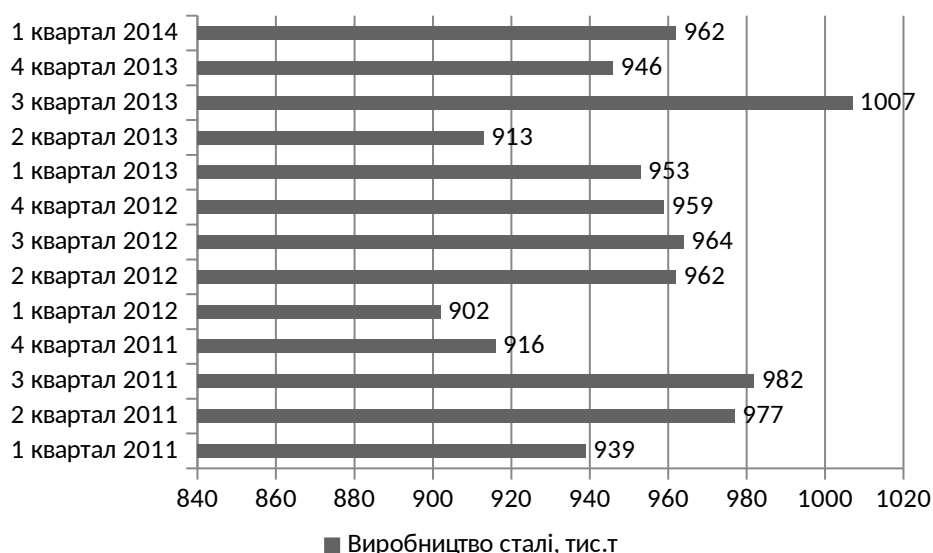


Рис. 7. Виробництво сталі

З графіка видно, що виробництво сталі за період 2011-2014 роки найбільш набуло потужностей у 3 кварталі 2013 року. Але дивлячись на усю картину, бачимо що виробництво сталі загалом йде майже рівномірно.

Представимо таблицю порівняльної характеристики виробничих показників з галузевими (табл. 5):

Таблиця 5

Порівняння виробничих показників з галузевими за 2014 рік

№	Назва підприємства	Витрати газу	Простой доменних печей	Витрати шихти	Витрати коксу
		м/куб на тонну чавуну	% робочого часу	кг на тонну сталі	кг на тонну сталі
1	Запоріжсталь	0,3	0,46	1108,8	14,9
2	ММКІ	1,1	2,23	1119,6	26,4
3	Євраз ДМЗ	14	0,74	1124	32,2
4	Дніпровський металургійний завод	38,3	2,36	1127,2	66,9
5	Єнакієвський мет.завод	39,2	1,46	1122,8	85
6	Арселор Миттал	54,9	3,6	1139	86,7
7	Азовсталь	31,7	1,14	1142,6	12,6
8	Алчевський мет.завод	3,5	2,67	1100,8	17,7

Розглянемо більш детально кожен з показників на графіках. На графіку з витрат газу (рис. 8), видно що «Запоріжсталь» з восьми підприємств найменше витрачає газу для виробництва чавуну. Це ще раз підтверджує, що підприємство намагається шукати аналоги

цьому паливу.

Енергозберігаючі заходи, здійснювані в різних структурних підрозділах МК «Запоріжсталь» на постійній основі дозволили в 1 кварталі 2014 року, порівняно з аналогічним періодом 2013 скоротити споживання природного газу на 18 % на тлі збільшення обсягів виробництва продукції на 5 %.

У числі ключових енергозберігаючих проектів, які успішно впровадив МК «Запоріжсталь», - введення в експлуатацію установки вдування пиловугільного палива, що дозволило комбінату повністю відмовитися від споживання природного газу в доменному виробництві. У цілому для підприємства це дало істотний ефект.

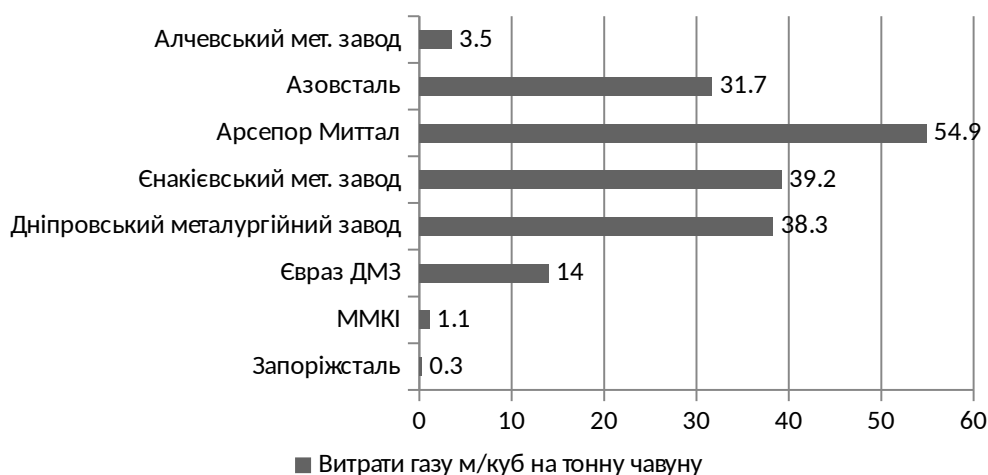


Рис. 8. Витрати газу

Порівняльну характеристику по показнику простої доменних печей зображено на (рис. 9). На рисунку чітко видно, що доменні печі «Запоріжсталія» порідняно з іншими підприємствами працюють неприврно, так як складають 0,46 %.

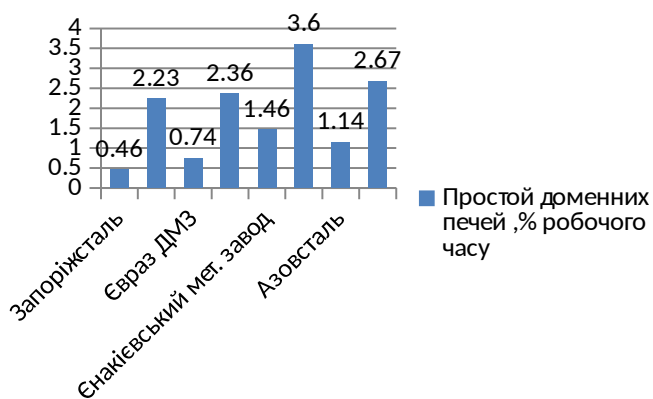


Рис. 9. Простой доменних печей

По витратам витратам шихти та коксу можна сказати, що досліджуване підприємство займає одну з кращих позицій. Стосовно витрат на шихти, Запоріжсталь витрачає порівняно з своїми конкурентами 1108,8 кг на тонну сталі. Хоча якщо дивитися на це реально усі вісім підприємств витрачають приблизно на одному рівні. Дивлячись на показник витрати на кокс, Запоріжсталь займає лідируючі позиції, тобто витрачає найменше кг на тонну сталі. Зоб'явимо ці витрати на (рис. 10).

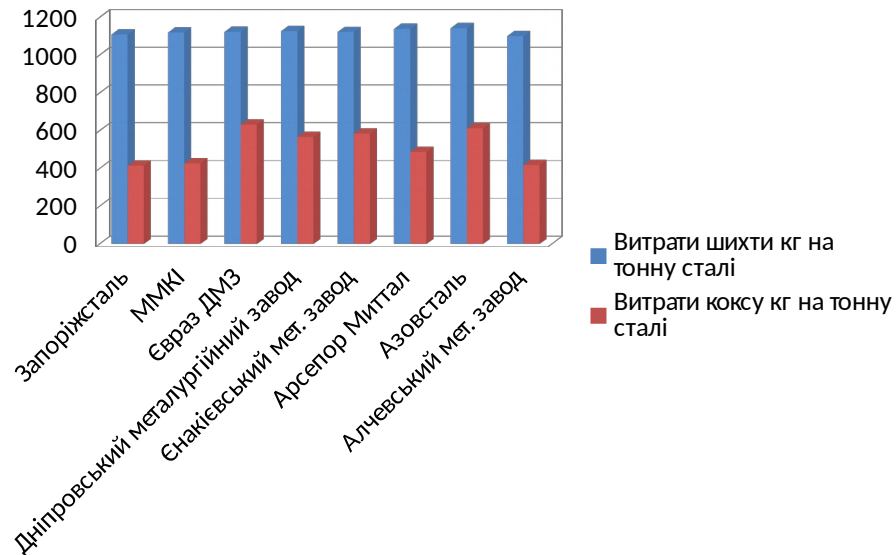


Рис. 10. Витрати шихти та коксу за 2014 рік

Як повідомлялося, в 2014 році "Запоріжсталь" щомісячно демонструє стабільну динаміку скорочення споживання природного газу та покупних енергоресурсів, слідуючи технологічній стратегії групи "Метінвест", яка передбачає модернізацію виробництва та реалізацію енергозберігаючих заходів.

Програма енергозбереження йде в декількох напрямках:

- активна модернізація виробництва;
- підвищення ефективності використання вторинних енергоресурсів;
- зниження використання енергоресурсів у виробництві.

Це особливо актуально в існуючих умовах дефіциту природного газу і зростання цін на енергоресурси.

У **Висновках** узагальнено результати дослідження.

В ході вивчення теми магістерської роботи було проведено ознайомлення з теоретичними засадами енергетичної безпеки підприємства, розглянуто методи і моделі оцінки енергетичної безпеки підприємства та проведено аналіз забезпеченості енергетичної безпеки ПАТ «Запоріжсталь».

Також було розроблено комплекс економіко-математичних моделей, що підтримують оцінку, аналіз енергетичної безпеки підприємства (ЕНБП), формування та ухвалення управлінських рішень стосовно підвищення її рівня.

АНОТАЦІЯ

Лазарєва Н.В. Моделювання енергетичної безпеки ПАТ «Запоріжсталь». – Рукопис. Наукова робота на здобуття кваліфікації магістра зі спеціальності 8.03050201 – економічна кібернетика, Запорізька державна інженерна академія. – Запоріжжя, 2016.

Магістерська робота присвячена дослідженню та моделюванню енергетичної безпеки ПАТ «Запоріжсталь». Реалізовано розрахунковий комплекс для моніторингу та аналізу індикаторів енергетичної безпеки підприємства, розрахунок показників енергетичної безпеки ПАТ Запоріжсталь та оцінювання результативності запропонованих заходів. Розроблено комплекс економіко-математичних моделей, що підтримують оцінку, аналіз енергетичної безпеки підприємства (ЕнБП), формування та ухвалення управлінських рішень стосовно підвищення її рівня.

Теоретичні й практична значимість результатів дослідження полягає в тому, що основні положення, висновки й рекомендації орієнтовані на широке використання при вирішенні задач підвищення рівня енергетичної безпеки підприємства. Тому результати дослідження, отримані в ході магістерської роботи можуть бути корисними для всіх підприємств.

Ключові слова: Моделювання, енергетична безпека, модель, енергетична безпека підприємства, конкурентоспроможність.

АННОТАЦІЯ

Лазарева Н.В. Моделирование энергетической безопасности ОАО «Запорожсталь». - Рукопись.

Научная работа на соискание квалификации магистра по специальности 8.03050201 - экономическая кибернетика, Запорожская государственная инженерная академия. - Запорожье, 2016.

Магистерская работа посвящена исследованию и моделированию энергетической безопасности ОАО «Запорожсталь». Реализовано расчетный комплекс для мониторинга и анализа индикаторов энергетической безопасности предприятия, расчет показателей энергетической безопасности ПАО Запорожсталь и оценки эффективности предлагаемых мероприятий. Разработан комплекс экономико-математических моделей, поддерживающих оценку, анализ энергетической безопасности предприятия (ЕнБП), формирование и принятие управленческих решений по повышению ее уровня.

Теоретические и практическая значимость результатов исследования заключается в том, что основные положения, выводы и рекомендации ориентированы на широкое использование при решении задач повышения уровня энергетической безопасности предприятия. Поэтому результаты исследования, полученные в ходе магистерской работы могут быть полезными для всех предприятий.

Ключевые слова: Моделирование, энергетическая безопасность, модель, энергетическая безопасность предприятия, конкурентоспособность.

ABSTRACT

Lazareva N.V. Simulation of the energy security of JSC "Zaporizhstal". - Manuscript.

Research for the Master's qualification in the speciality 8.03050201 - economic cybernetics, Zaporozhye State Engineering Academy. - Zaporozhye, 2016.

Master's thesis is devoted to the study and modeling of the energy security of JSC "Zaporizhstal". Implemented billing system for monitoring and analysis of indicators of energy security of the enterprise, the calculation of energy safety indicators PAT Zaporizhstal and evaluate the effectiveness of the proposed activities. A complex mathematical economic models that support the assessment, the analysis of the energy security of the enterprise (EnBP), the formation and management decisions to improve its level.

Theoretical and practical significance of the study results is that the main provisions, conclusions and recommendations are focused on the widespread use in solving problems of increasing the energy security of the enterprise. Therefore, findings obtained in the course of the master's work can be useful for all businesses.

Keywords: Modeling, energy security, the model, energy security, enterprise competitiveness.