

перспективные проекты к реализации в соответствие с определенной стратегией развития.

**Список литературы:** 1. Мазорчук М.С., Яшина Е.С., Климова Т.В. Комплексное планирование реализации портфеля проектов на предприятиях машиностроительной отрасли // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. - 2006.- №4(16). - С.65-70. 2. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов/ Пер с англ. Под ред. Л.П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.– 631 с. 3. Балабанов И.Т. Риск – менеджмент. – М.: “Финансы и статистика”, 1996. – 192 с. 4. Климова Т.В. Метод формирования портфеля проектов в условиях отсутствия внешнего инвестирования // Сборник научных трудов Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Выпуск 41, часть 3 . – Днепропетровск: 2007. – С. 66-73 5. Шарп, Уильям Ф. и др. Инвестиции: Пер. с англ. /Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бэйли. – М.: Изд. дом “ИНФРА-М”, 1997. – 1024 с 6. Панджер Х., Бойль Ф., Кокс С. и др. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу , Пер с англ.. – М: Янус-К, 2005. – 546 с.

*Поступила в редколлегию 17.03.2012*

**УДК 658.783.2:658.27**

**Ю.Г. КАЧАН**, докт.техн.наук, проф., зав.каф., ЗДІА, Запоріжжя,  
**В.Л. КОВАЛЕНКО**, канд.техн.наук, доц., ЗДІА, Запоріжжя,  
**А.Г. ЛОХМАТОВ**, канд.техн.наук, доц., ЗДІА, Запоріжжя

### **ПЕРЕВІРКА АДЕКВАТНОСТІ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ЗБОРУ ВТОРИННИХ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

У статті поставлена задача перевірки адекватності розробленої математичної моделі системи збору вторинних гідроенергетичних ресурсів на прикладі промислових підприємств металургійного профілю.

**Ключові слова:** математична модель системи збору, гідроенергетичні ресурси.

В статье поставлена задача проверки адекватности разработанной математической модели системы сбора вторичных гидроэнергетических ресурсов на примере промышленных предприятий металлургического профиля.

**Ключевые слова:** математическая модель системы сбора, гидроэнергетические ресурсы.

In this article set the task of checking the adequacy of the model system of the collection secondary power resources on the example of metallurgical industry enterprises.

**Keywords:** mathematical model the system of the collection, hydropower resources.

Для практичного застосування математичної моделі системи збору вторинних гідроенергетичних ресурсів промислових підприємств [1] необхідно, насамперед, перевірити її придатність на конкретному об'єкті, тобто довести адекватність. Оскільки конфігурація вже існуючої системи промислового підприємства є незмінною, то визначальною величиною, що впливає на енергетичні показники систем гідроенергетичної утилізації є витрата, що надходить від джерела вторинної води. Тому, очевидно, слід перевірити і

спрогнозувати саме цю величину, що, в результаті, забезпечить нові можливості в питаннях оцінки потенціалу вторинних гідроенергетичних ресурсів.

Адекватність моделі розглянемо на прикладі електросталеплавильного цеху №2 ВАТ «Дніпроспецсталь», який вже має систему збору, що використовується на охолодження встановлених і введених в експлуатацію чотирьох сталеплавильних печей.

Параметри об'єкту:

електросталеплавильна піч ДСП – 50 №2,4,5,6;

номінальна місткість – 50 т;

фонд робочого часу – 7992 год/рік;

середньорічна витрата води на охолодження кожної печі – 435 м<sup>3</sup>/год.

Витрата води послідовно відстежувалася у період з 01.06.11 по 03.08.11 р. з інтервалом 1 година за допомогою регістратора серії ДИСК-250 класу точності 1. Отримавши статистичну вибірку витрат кожного з вищезазначених джерел вторинної води були задані параметри стохастичних генераторів у відповідності з [2]. Витрати води на охолодження печей ДСП – 50 даного об'єкта гідроенергетичної утилізації підпорядковується закону розподілу Пуассона з параметрами  $\lambda = 3,56$  і  $k = 1 \dots 12$  [2].

Параметри існуючої системи збору вторинної води об'єкта, що розглядається, передбачають відведення останньої від кожної з печей окремим трубопроводом, з яких вона самопливом поступає в єдину магістраль. Потім, з вузлового пункту збору (де саме і необхідно перевіряти адекватність реального водотоку прогнозованому) вже сумарний потік з невизначеними параметрами перекачується для охолодження на градирні. Врахувавши вищеперелічене, в модель вводяться необхідні для розрахунку дані і визначаються характеристики спільного водотоку у зазначеній точці.

Похибка моделювання визначалася згідно [3]. Відповідність прогнозованої витрати вторинної води  $Q_n$  для охолодження печі дійсному  $Q_d$  представимо у вигляді:

$$Q_n = a_0 + a_1 Q_d, \quad (1)$$

$$\text{де } a_0 = \overline{Q_n} - r_{Q_d Q_n} \sigma_{Q_n} / \sigma_{Q_d} \overline{Q_d}; \quad a_1 = r_{Q_d Q_n} \sigma_{Q_n} / \sigma_{Q_d}.$$

Тут  $\overline{Q_n}, \overline{Q_d}$  – середні значення прогнозованих і дійсних значень витрати води, м<sup>3</sup>/Г;  $r_{Q_d Q_n}$  – коефіцієнт кореляції між ними;  $\sigma_{Q_n}, \sigma_{Q_d}$  – середньоквадратичні відхилення.

Зазначені величини обчислювалися за формулами:

$$r_{Q_d Q_n} = \frac{\sum_1^L (Q_d - \overline{Q_d})(Q_n - \overline{Q_n})}{L \sigma_{Q_d} \sigma_{Q_n}}; \quad (2)$$

$$\sigma_{Q_d} = \sqrt{\sum_1^L (Q_d - \overline{Q_d})^2 / (L - 1)}; \quad (3)$$

$$\sigma_{Q_n} = \sqrt{\sum_1^L (Q_n - \overline{Q_n})^2 / (L - 1)}, \quad (4)$$

де  $L$  – об'єм статистичної вибірки (кількість проведених вимірів).

Середньоквадратична абсолютна похибка вимірів визначалася як:

$$\Delta Q_n = t_p \sigma_{Q_n}^* \quad (5)$$

де  $t_p$  – коефіцієнт Стьюдента, що береться з таблиці відповідного розподілу [4] для заданої вірогідності й числа ступенів вільності дії  $k = L - 1$ . У розглянутому випадку вірогідність приймаємо  $p = 0,05$ . Тут  $\sigma_{Q_n}^*$  – залишкове середньоквадратичне відхилення, що обчислюється за формулою:

$$\sigma_{Q_n}^* = \sqrt{\sum_1^L (Q_n - Q_n^*)^2 / (L - 1)}. \quad (6)$$

У результаті середньоквадратична відносна похибка прогнозу визначалася в такий спосіб:

$$\delta_{Q_n} = |\Delta Q_n| / Q_{n \max} \cdot 100\%, \quad (7)$$

де  $Q_{n \max}$  – граничне значення прогнозованої величини витрати води.

Вихідні дані спостережень і проміжних розрахунків представлені на рис. 1.

Тут об'єм статистичної вибірки склав  $L = 1536$ . У підсумку

середньоквадратична

відносна похибка прогнозу

склала  $\delta_{Q_n} = 3,6\%$ , що

достатньо для

розглядуваних задач.

Аналогічні розрахунки було

проведено, також, по

іншому об'єкту

гідроенергетичної утилізації,

а саме доменним печам № 2-

5 доменного цеху

підприємства

ВАТ «Запоріжсталь». Для

останнього, похибка склала

3,8%.

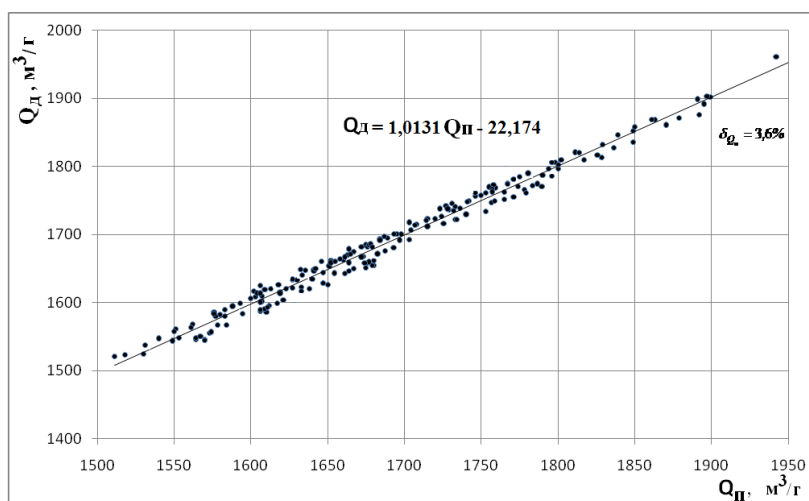


Рис. Відповідність прогнозованої сумарної витрати вторинної води дійсній

В результаті перевірки математичної моделі системи збору вторинних гідроенергетичних ресурсів промислових підприємств підтверджена її адекватність реальним процесам. Викладені дослідження проведені разом зі співробітниками зазначених підприємств, а розроблена модель в цілому отримала схвалення їх керівництвом, що підтверджено відповідними актами. Остання з достатньою точністю дозволяє визначити в динаміці енергетичні характеристики як окремих, так і сумарних вторинних водотоків у будь-якому місці розосередження системи збору. За її допомогою можуть бути удосконалені вже існуючі системи збору або створенні нові більш енергоефективні, там, де вони поки що відсутні.

**Список літератури:** 1.Коваленко, В.Л. Алгоритм синтезу оптимальної системи утилізації вторинного гідроенергетичного ресурсу / В.Л. Коваленко, Ю.Г. Качан // Меліорація та

гідротехнічне будівництво. – Рівне. – № 34. – 2010. – С. 72 – 77. **2.Коваленко, В.Л.** К вопросу прогнозирования расходов вторичных водотоков промышленных предприятий / В.Л. Коваленко, Ю.Г. Качан // Відновлювана енергетика. – 2009. – № 3. – С. 45 – 48. **3.Лемешко, Б.Ю.** Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим : методические рекомендации / Б.Ю. Лемешко, С.Н. Постовалов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1999. – 85 с. **4.Зайцев, Е.П.** Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с индивидуальными заданиями и решениями типовых вариантов: учеб.-метод. пособ. / Зайцев Е.П. – Кременчуг : Изд-во Кременчуг, 2005. – 484 с.

*Поступила в редколлегию 17.03.2012*