

інтелекту, інформаційні технології. Адреса: Україна, 46001, Тернопіль, вул. Руська, 56, тел. (032) 258-25-38.

Буров Євген Вікторович, канд. техн. наук, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: комп’ютерні мережі. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Вовк Олена Борисівна, канд. техн. наук, старший викладач кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: інтелектуальні системи прийняття рішень, інформаційні продукти, інтелектуальна власність. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Ришковець Юрій Володимирович, канд. техн. наук, асистент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: реляційні бази даних та бази часово-залежних даних, адаптивні інформаційні системи, технології консолідації даних, системи дистанційного навчання. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Зозуля Андрій Миколайович, ЛТЕ Консалтинг, регіональний представник західного регіону. Наукові інтереси: інформаційні технології. Адреса: Україна, 46000, Тернопіль, вул. Шевченка, 16, тел. (032) 258-25-38.

УДК 666.97+004

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ

МІХЄЄВ І.А.

Аналізуються сучасні інформаційні системи для визначення складу бетону. На основі проведеного аналізу формується ряд вимог до комп’ютерної програми, що розробляється. Описуються функціональні можливості та приклади інтерфейсу користувача комп’ютерної програми для розв’язання задачі проектування складу бетону з урахуванням впливу характеристик матеріалів та нормування рецептурно-технологічних параметрів «ПСБ УкрДАЗТ».

1. Вступ

Сучасна технологія виробництва бетону є складною стохастичною системою, яка функціонує в умовах невизначеності, відсутності строгих математичних моделей, які б адекватно описували технологічні, виробничі та фізико-хімічні процеси, відсутності єдиної методики розрахунку складів і методів оперативної оцінки якості бетонної суміші в реальному масштабі часу [1].

Більшість завдань управління виробництвом бетону: підбір складу бетонної суміші, вибір виду та концентрації добавки, управління ходом технологічного процесу вирішується, як правило, на основі евристичних знань оператора-технолога, який спирається на свій досвід і професійну майстерність. Об’єднання великої кількості наявних знань, даних та моделей в області бетонознавства і виробництва бетонних сумішей можливо за допомогою інформаційних технологій. Тому впровадження сучасних комплексів автоматизації та комп’ютеризації технологічних процесів повинно передбачати використання сучасних інформаційних систем обробки даних та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Застосування апарату експертних систем при виробництві бетону дозволить істотно допомогти оператору-технологу в рішенні слабоформалізованих задач, які виникають в процесі прийняття управлінських рішень [2-7]. Перевага використання систем штучно-

го інтелекту (експертних систем) перед традиційними системами управління полягає в тому, що вони спираються на багаторічний досвід роботи не одного, а декількох експертів, містять у собі знання, підкріплені нормативно-технічною документацією, а також вони інваріантні до людських факторів.

Метою дослідження є розробка структури та інтерфейсу користувача комп’ютерної програми для визначення складу бетону. Виходячи з поставленої мети, сформульовані такі задачі дослідження: аналіз сучасного стану проблеми застосування інформаційних технологій для розв’язання задачі проектування бетону, визначення сильних та слабких сторін кожного з наданих програмних засобів, формування списку вимог до комп’ютерної програми, що розробляється.

2. Аналіз інформаційних систем

Аналіз застосування сучасних інформаційних технологій для визначення складу бетону із заданими властивостями показав, що відбувається активний розвиток та вдосконалення вже розроблених програм [8], а також з’явився новий формат програмного забезпечення – он-лайн сервіс (web-додаток) для визначення складу бетону.

Програма «ФoБeC-01», розроблена Лихачовим Д.В. [9], служить для проектування складів бетонних сумішей з використанням нечіткої логіки і включає в себе три модулі: проектування складу, прогнозування властивостей бетонної суміші та корекція складу.

Комп’ютерна система управління складами бетонної суміші (КСУБС 6.3), розроблена Большаковим В.І. [10] і Дворкіним О.Л., здійснює проектування базових складів бетонної суміші (рис. 1). Комп’ютерна програма має три різномовні версії з інтерфейсом на українській, російській та англійській мовах.

Прикладна комп’ютерна програма «Состав», розроблена в Інституті хімії і технології рідкісних елементів і мінеральної сировини ім. І.В. Тананаєва [8], призначена для формування бази даних, автоматизації розрахунків і аналізу інформації з метою прийняття обґрунтованого рішення при оптимізації складів і властивостей композиційних матеріалів. Із запропонованого переліку матеріалів формується таблиця умовно-постійних значень для одного або серії складів.

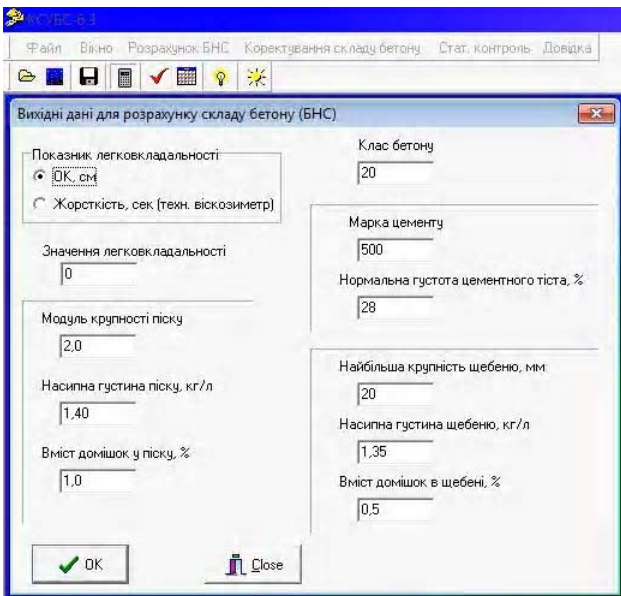


Рис. 1. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми КСУБС

Програма «Concrete 2.0», розроблена Федосовим С.В., Акуловою М.В., Базановим С.М. і Тороповою Н.В., призначена для визначення складу важкого і дрібнозернистого бетонів, оцінки однорідності їх міцності і техніко-економічної ефективності. У даній програмі передбачена можливість проектування складу з добавкою – пластифікатором (рис. 2).

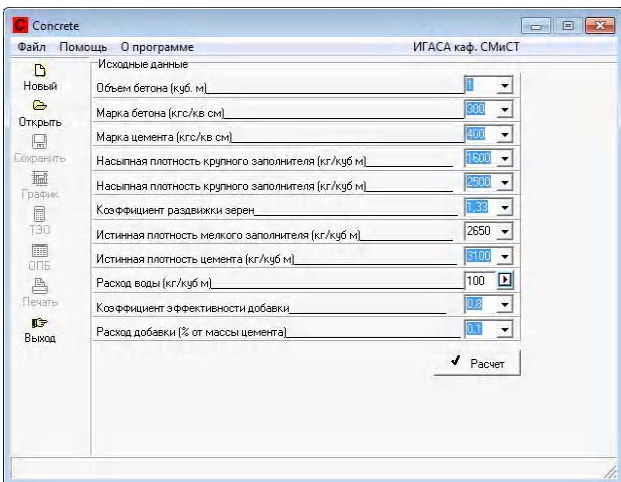


Рис. 2. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми Concrete 2.0

Комп'ютерна програма «ПСБ-УкрГАЗТ 1.3», розроблена в Українській державній академії залізничного транспорту, дозволяє визначати склад бетону за заданими характеристиками зручності, проектної міцності, морозостійкості і водонепроникності на основі авторської методики Плуґіна А.Н., Плуґіна А.А., Калініна О.А. [11]. В програмі реалізовано облік багатьох стандартних рецептурно-технологічних факторів, типів використовуваних в'язучих речовин, наповнювачів, умови експлуатації конструкції. Також реалізована можливість порівняння результатів проектування складів бетону із стандартною методикою «НИИЖБ». Комп'ютерна програма «ПСБ-

УкрГАЗТ 1.3» має два інтерфейси: україномовний та російськомовний (рис. 3).

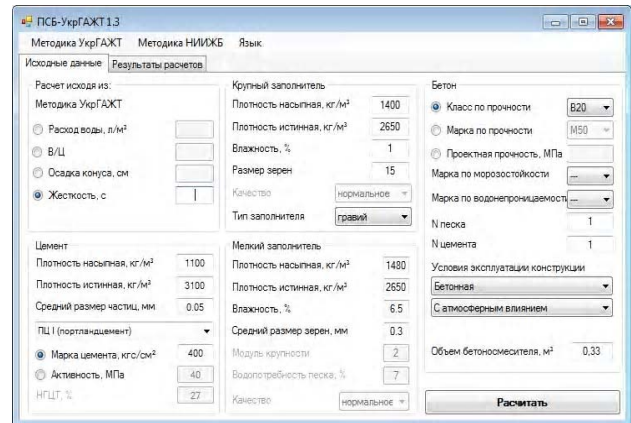


Рис. 3. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми «ПСБ-УкрГАЗТ 1.3»

Комп'ютерна програма «Concrete Design», розроблена у Харківському національному університеті будівництва та архітектури, дозволяє вирішити задачу проектування складу бетону із заданими властивостями [12]. Алгоритм програми побудовано на методі розв'язання задачі умовної оптимізації (комплексний метод Бокса) та включає експериментально-статистичні залежності властивостей бетону та бетонної суміші від рецептурно-технологічних факторів. (рис. 4). Комп'ютерна програма «Concrete Design» дає можливість зберігати дані про різні складові матеріали, накопичувати та використовувати їх в процесі розрахунку складу бетону. Також доступне варіантне проектування для вибору певних складових матеріалів з множини допустимих варіантів.

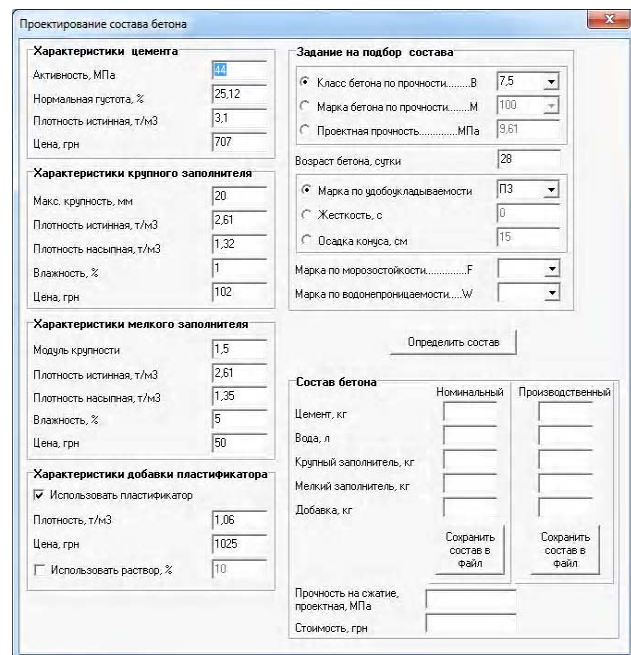


Рис. 4. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми «Concrete Design»

Програма «БЕТОН v.3.1», розроблена польськими вченими в Інституті основних проблем техніки

Польської академії наук, складається з декількох основних модулів: картотеки, що описують характеристики конструкції з бетону, склад якого необхідно спроектувати; картотеки, що описують вимоги до бетону, показники властивостей складових бетон матеріалів (цементу і заповнювачів) [13].

Програмний комплекс «Concrete Quality» (Іспанія-США) є багатофункціональним програмним забезпеченням для лабораторій, що виконують дослідження будівельних матеріалів. Програма має декілька модулів, у тому числі модуль «Mix Designs», що відповідає за проектування складу бетону. Для визначення складу бетону необхідно внести в базу даних інформацію щодо складових матеріалів та їх характеристик, обрати проектні характеристики бетону та методологію його визначення. Весь процес проектування є інтерактивним та супроводжується графічними підказками. Програма підтримує операційні системи останніх поколінь, у тому числі Windows 8 (рис. 5).

Важливо відзначити необхідність встановлення додаткового програмного забезпечення Microsoft .Net v 4.0, Microsoft SQL Server Compact, а також реєстрації на сервері розробників.

Широке застосування Web-технологій, можливість розробки Back-End додатків великої складності дозволяють створювати програми проектування складу бетону, що можуть працювати у браузері на комп'ютерах, підключених до всевітньої мережі Internet. Більшість сервісів надають звичайні рецептури заздалегідь визначених складів бетонів. Однак є сервіси, що дозволяють враховувати характеристики складових матеріалів та деякі технологічні особливості.

Сервіс «Он-лайн расчет и проектирование технологических карт» ООО «Категис» дозволяє користувачу проектувати склади бетону, використовуючи лише браузер без встановлювання будь-якого додаткового програмного забезпечення. Програма дозволяє враховувати основні характеристики складових матеріалів, у тому числі і вартість (рис. 6).

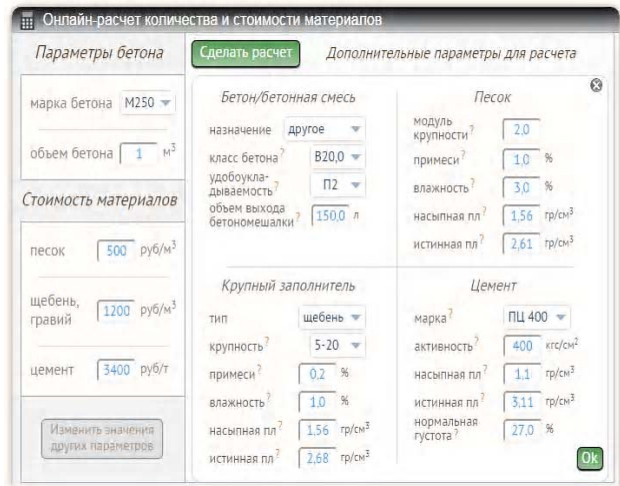


Рис. 6. Web-додаток для розрахунку кількості і вартості матеріалів у бетоні із заданими властивостями

Web-додаток для розрахунку складу бетону «RUKAMEN.RU» дозволяє враховувати не тільки властивості складових матеріалів, але і характеристики конструкції, для якої склад проектується. Програма дозволяє проектувати склади бетону із застосуванням пластифікаторів та повітров'ягуючих добавок (рис. 7).

Основна перевага он-лайн сервісів – доступність з будь-якої точки підключення до мережі Internet є

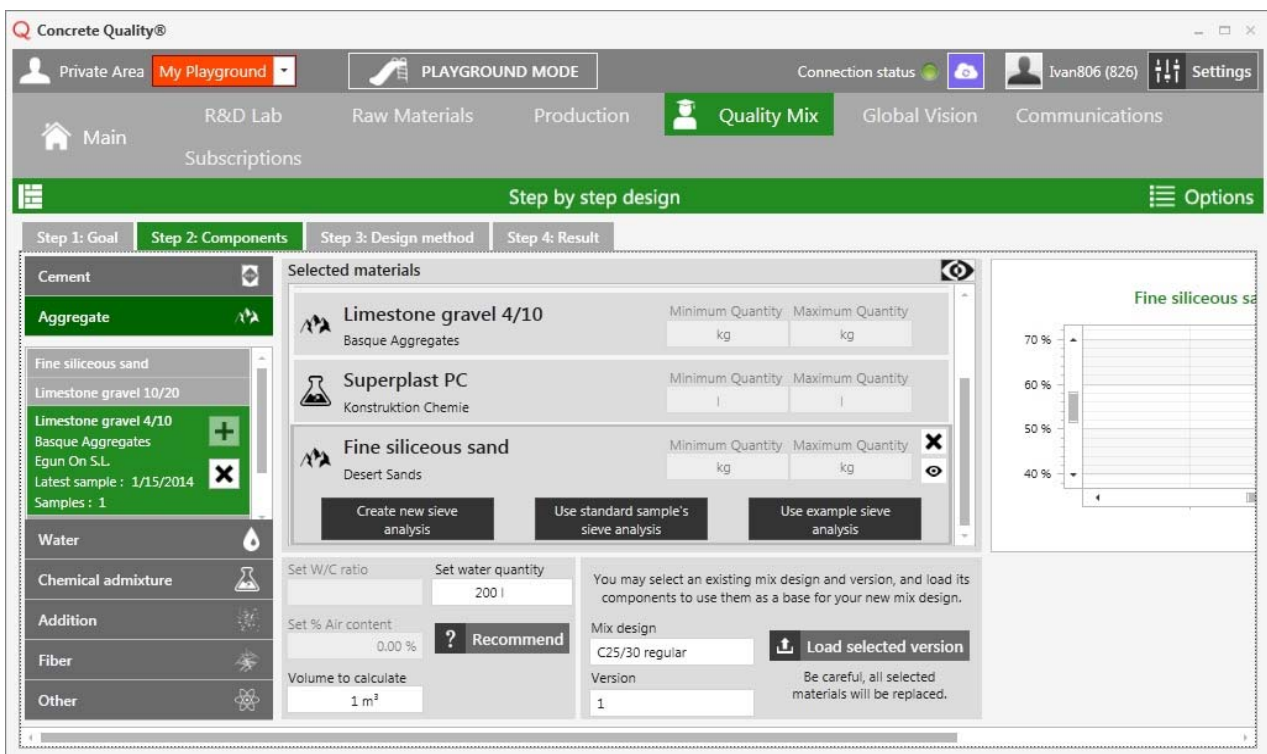


Рис. 5. Інтерфейс комп'ютерної програми «Concrete Quality»

одночасно і основним недоліком, оскільки більшість виробничих ліній не мають такого підключення.

Рис. 7. Web-додаток для розрахунку складу бетону «RUKAMEN.RU»

Проведений аналіз свідчить про те, що за всіх переваг багато методів не вирішують сучасних питань задачі проектування складу бетону для конструкцій і споруд залізниць, що характеризується вимогами забезпечення спеціальних властивостей бетону. Незважаючи на велику кількість різновидів програмного забезпечення для розв'язання задачі проектування складу бетону, всі вони різняться за своїми функціональними можливостями, вирішують питання проектування складу бетону, не враховуючи множини рецептурно-технологічних факторів та критеріїв ефективності.

Результат аналізу програмних продуктів дозволив узагальнити і сформулювати вимоги до функціональних можливостей розроблюваної комп'ютерної програми:

- робота під різними операційними системами;
- самодостатність, тобто не вимагати встановлення на комп'ютері користувача додаткового програмного забезпечення;
- налаштування інтелектуальної системи на різний рівень підготовки користувача (студент, спеціаліст-практик, дослідник);
- наявність розвинутого графічного інтерфейсу користувача;
- формування звітної документації у форматі текстових редакторів з можливістю подальшого корегування;
- оперативний зворотний зв'язок з розробником системи (режим електронної пошти);
- прийнятна компактність програмного забезпечення;
- забезпечення мультимовності інтерфейсу.

3. Основний матеріал

В ході виконання комплексного наукового проекту: «Розвиток теоретичних та експериментальних основ визначення складів водонепроникного тріщиностійкого бетону для конструкцій і споруд залізниць» та підтеми комплексного наукового проекту «Створення прототипу інтелектуальної системи управління складом і властивостями бетону для конструкцій і споруд залізниць» колективом авторів Української державної академії залізничного транспорту та Харківського національного університету будівництва та архітектури створено концептуальну модель експертної системи визначення складу бетону із заданими властивостями на основі побудованих математичних моделей та алгоритмів розв'язання задачі проектування складу бетону, а також комп'ютерну програму «ПСБ УкрДАЗТ», що дозволяє проектувати склад важких цементних бетонів із заданими властивостями, основне призначення якої – використання у вигляді автономної комп'ютерної програми та у складі комплексу автоматизованих систем управління виробництвом бетонних сумішей, бетонних і залізобетонних виробів [14].

Комп'ютерна програма «ПСБ УкрДАЗТ» має декілька функцій, основна з яких – визначити дозування складових матеріалів, виходячи з їх характеристик та проектних властивостей бетонної суміші і бетону в певному віці, що істотно спрощує завдання прийняття рішень в нестаціонарних лабораторних і виробничих умовах [15].

Інтерфейс користувача розроблено із забезпеченням принципів комфортності використання, високої функціональності та підтримки користувача на всіх етапах використання розв'язання поставленої задачі.

Для кожного поля вводу, в яке користувач може помилково ввести неприпустимі значення, в код програми закладено інтервал/список можливих значень, а модуль виправлення помилок в коректній формі виводить повідомлення із рекомендованими значеннями. Пріоритетність результатів розробки комп'ютерної програми «ПСБ УкрДАЗТ» оформлено у вигляді авторського свідоцтва.

Комп'ютерна програма «ПСБ УкрДАЗТ» призначена для широкого кола технологічної спільноти, перш за все працівників будівельних організацій і підприємств, що спеціалізуються на виробництві бетону й виробів з нього, включаючи заводи ЗБВ, виробників товарного бетону, а також наукових співробітників і слухачів ВНЗів. Використання комп'ютерної програми дозволяє підвищити продуктивність праці, культурний рівень прийняття рішень, знизити матеріалоємність виробництва та отримати економічний ефект шляхом проектування та оперативного коригування складів бетону залежно від змін рецептурно-технологічних параметрів.

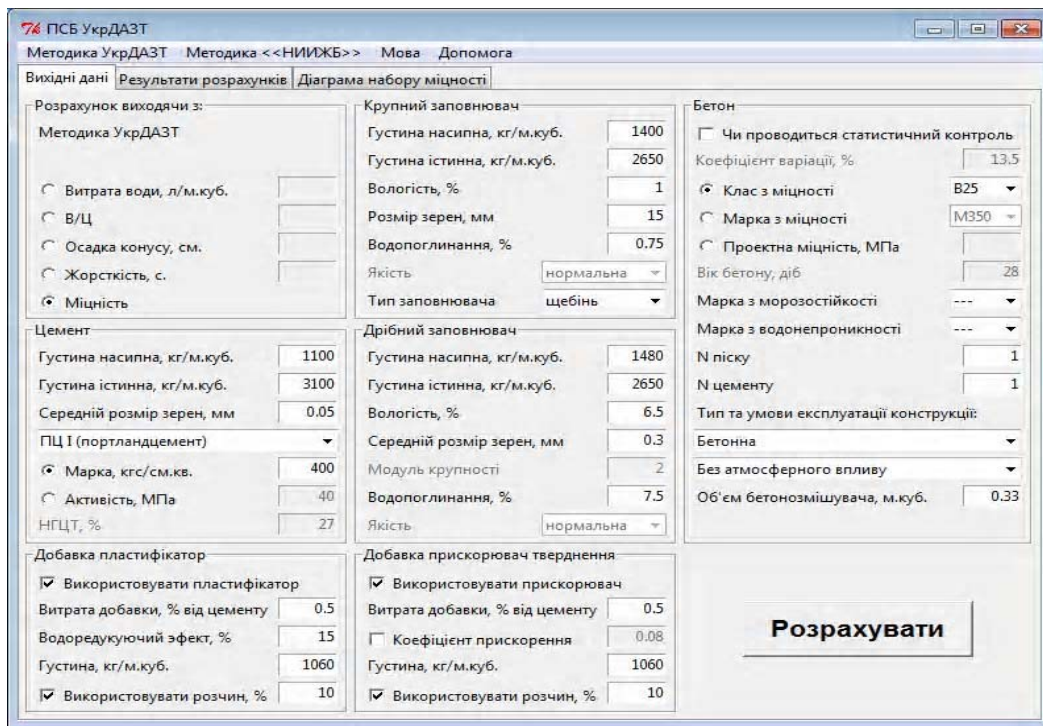


Рис. 8. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми «ПСБ УкрДАЗТ»

4. Висновок

Проведений аналіз сучасних програмних продуктів для розв'язку задачі проектування складу бетону показав шляхи його удосконалення і покращення. На основі цього сформовано ряд вимог до майбутньої комп'ютерної програми. Розроблено прототип інтелектуальної системи для визначення складу і управління властивостями бетону у вигляді комп'ютерної програми. Розроблено структуру та кросплатформний інтерфейс користувача. Застосування комп'ютерної програми на виробництві бетонних/залізобетонних виробів забезпечить оператору-технологу можливість ефективно і максимально зручно керувати якістю продукції, дозволить приймати раціональні рецептурно-технологічні рішення для конкретної виробничої ситуації в умовах невизначеності та при достатньо жорстких вимогах до ресурсозбереження.

Література: 1. Сизова Н.Д., Михеев І.А. Алгоритм рішення задачі проектування состава бетону методами математического планирования експеримента // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Х.: ЕЕJET, 2010. №2/6 (44). С. 8-10. 2. Большаков В.И., Дубров Ю.И., Ткаченко А.Н., Ткаченко В.А. Экспертные системы как один из эффективных методов решения численно-неприводимых задач материаловедения // Строительство, материаловедение, машиностроение. 2007. Ч. 2 №42. С. 3-6. 3. Дубницький В.Ю., Чернявський В.Л. Макет експертної системи по вибору состава композитов и его модификаторов // Тезиси докладов научно-технічного семінару «Комп'ютерний пошук оптимальних модификаторов качества композитов». Киев.: Знання, 1992. 20 с. 4. Петрова Е.А., Михеев І.А. Практика разработки и внедрения экспертной системы в производстве бетонных изделий // Наук. вісн. будівництва. Х.: ХДТУБА, ХОТВАБУ, 2009. Вип. 43. С. 242-244. 5. Gonzalez A.J., Dankel D.D. The Engineering of Knowledge-Based Systems Theory and Practice. New Jersey: Prentice-Hall, Incorporated, Englewood Cliffs, 1993. 523 p. 6. Kaetzel L.J., Clifton J.R. Expert/Knowledge Based Systems for Materials in the Construction Industry: State-of-Art Report. Washington:

SHRPNAS, 1993. 36 p. 7. Users Guide to the Highway Concrete (HWYCON) Expert System. Strategic Highway Research Program, SHRP-C-406. – Washington DC: SHRP NAS, 1994. – 30 p. 8. Латорець Е.В., Михеев І.А. Анализ применения современных информационных технологий для решения задач производства товарного бетона // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков: ЕЕJET, 2011. №3/9 (45). С. 4-6. 9. Лухачев Д.В. Автоматизация процесса проектирования составов бетонных смесей и их корректировки на основе прогнозирования качества будущего бетона с использованием четких и нечетких моделей: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук. Специальность 05.13.06. Орел, 2004. 18 с. 10. Дворкин О.Л. Многопараметрическое проектирование составов бетонов. Ровно: РГТУ, 2001. 121 с. 11. Сносіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону / А.М. Плугін, О.А. Калінін, С.В. Мірошніченко, А.А. Плугін та ін.. Патент України №62613 UA. публ. 15.06.2005. Бюл. №6. 12. Михеев І.А. Комп'ютерна програма «Concrete Design». А.с. 39817 Україна. Опубл. 30.08.2011. 13. Sliwinski J. Beton zwykly – projektowanie i podstawowe wlasnosci. Krakow: Polski Cement Sp. z o.o., 1999. 164 s. 14. Сизова Н.Д., Михеев І.А. Особенности создания программного обеспечения для проектирования состава бетона // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2013, № 6/2(66). С. 27-31. 15. Сизова Н.Д., Плугін А.А., Калінін О.А., Михеев І.А. Фізическе и математическое моделирование в задаче проектирования состава бетона // Моделирование и оптимизация композиций: Материалы к международному семинару, посвященному 80-летию В.А. Вознесенского (Одесса, 22-23 апр. 2014). Одесса: Астропринт, 2014. С.90-94.

Надійшла доредколегії 18.04.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Гороховатський В.О.

Міхеев Іван Андрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри економічної кібернети та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: математичне моделювання складних процесів і систем, методи оптимізації будівельного матеріалознавства, сучасні інформаційні технології в будівельній галузі. Адреса: Україна, 61002, Харків, вул. Сумська, 40, тел. (057) 7062049 E-mail: i.a.mikheev@gmail.com