

## Література

1. Гаврилов, Е. В. Системология на транспорті. Організація дорожнього руху [Текст] / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін.; під ред. М. Ф. Дмитриченка. — Кн. 4. — К.: Знання України, 2007. — 452 с.
2. Рэнкин, В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения [Текст] / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. — М.: Транспорт, 1981. — 592 с.
3. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст]: пер с англ. / Х. Иносэ, Т. Хамада; под ред. М. Я. Блинкина. — М.: Транспорт, 1983. — 248 с.
4. Єресов, В. І. Шляхи підвищення ефективності управління дорожнім рухом [Текст] / В. І. Єресов // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. — К., 1984. — № 34. — С. 95–99.
5. Живогляд, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков [Текст] / В. Г. Живогляд. — Ростов-на-Дону: Изд. Вуз. Сев., 2005. — 182 с.
6. Лобашов, О. О. Про вплив рівня розвитку транспортної мережі міста на ефективність дорожнього руху [Текст] / О. О. Лобашов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. — 2010. — № 5–6. — С. 45–47.
7. Лобашов, О. О. Вплив параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст на швидкість транспортних потоків [Текст] / О. О. Лобашов, С. Б. Дульфан // Комунальне господарство міст. — 2013. — Вип. 109. — С. 107–110.
8. Helbing, D. MASTER: Macroscopic traffic simulation based on a gas-kinetic, non-local traffic model [Text] / D. Helbing, A. Hennecke, V. Shvetsov, M. Treiber // Transpn. Res. B. — 2001. — № 35. — P. 183–211.
9. Shvetsov, V. I. Expected distributions in the intervening opportunities model [Text] / V. I. Shvetsov, Yu. A. Dubov // Envir. & Plan. A. — 1997. — № 29. — P. 1229–1241.
10. Shvetsov, V. I. Macroscopic dynamics of multilane traffic [Text] / V. I. Shvetsov, D. Helbing // Phys. Rev. E. — 1999. — № 59. — P. 6328–6339.
11. Лобашов, О. О. Методика дослідження впливу транспортної мережі на параметри транспортних потоків у містах [Текст] / О. О. Лобашов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. — 2010. — № 2. — С. 24–25.

## О НАПРАВЛЕНИЯХ СНИЖЕНИЯ ЗАГРУЗКИ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ ГОРОДОВ

Представлены анализ и классификация современных направлений снижения загрузки дорожным движением транспортных сетей городов. Определены наиболее актуальные в современных условиях мероприятия — устройство дублирующих магистралей и устройство «перехватывающих» парковок. Разработана методика исследования эффективности выбранных мероприятий по снижению загрузки движением транспортных сетей городов.

**Ключевые слова:** транспортная сеть, транспортный поток, моделирование транспортных потоков, дорожное движение, эффективность.

*Дульфан Сергій Борисович, директор, Департамент транспорту та зв'язку, Харківська міська рада, Україна, e-mail: dts@citynet.kharkov.ua.*

*Лобашов Олександр Олександрович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Харківська національна академія міського господарства, Україна, e-mail: lobashov61@mail.ru.*

*Дульфан Сергей Борисович, директор, Департамент транспорта и связи, Харьковский городской совет, Украина.*

*Лобашов Алексей Александрович, доктор технических наук, профессор, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковская национальная академия городского хозяйства, Украина.*

*Dulfan Sergiy, Kharkov city council, Ukraine, e-mail: dts@citynet.kharkov.ua.*

*Lobashov Alexey, Kharkiv National Academy of Municipal Economy, Ukraine, e-mail: lobashov61@mail.ru.*

УДК 666.97.031.1

**Плугин А. А.,  
Калинин О. А.,  
Сизова Н. Д.,  
Михеев И. А.**

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА БЕТОНА ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Рассматривается возможность и целесообразность использования программного обеспечения для решения задач проектирования и управления составом бетона для конструкций и сооружений железных дорог. Обозначены особенности проектирования состава бетона для железнодорожных конструкций и основные требования, выдвигаемые к таким бетонам. Приведено описание программного обеспечения, пример интерфейса пользователя и результаты расчета состава бетона.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, информационная система, проектирование состава бетона, железнодорожные конструкции.

### 1. Введение

Характерная для последних лет тенденция к интенсивному развитию транспортной системы Украины, в частности железнодорожного сектора, обуславливает увеличение объемов применения современных высококачественных строительных материалов для прокладки новых и модернизации существующих железнодорожных путей. Большую роль в транспортных системах,

качестве перевозок и безопасности движения играют бетоны, ведь они являются основой большинства железнодорожных конструкций и сооружений. Известно, что проектирование и эксплуатация конструкций для железнодорожного транспорта требует применения бетонов, которые имеют повышенную прочность, высокую морозостойкость, водонепроницаемость и трещиностойкость. Эти свойства бетона обеспечивают надежность и долговечность конструкций и сооружений.

Производство бетона, отвечающего выдвинутым требованиям по обеспечению высокого уровня эксплуатационных свойств, — сложный многостадийный процесс, каждый из этапов которого формирует качество конечного материала. Первым этапом является проектирование состава бетона — важная технологическая задача, решение которой обуславливает результативность всех последующих этапов.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Проблеме проектирования состава бетона уделяется много внимания в учебной литературе [1–6], специализированных изданиях [7–9], а также на конференциях и семинарах. С одной стороны это подтверждает актуальность рассматриваемой проблемы, а с другой — наличие множества нерешенных вопросов относительно методологии проектирования состава бетона, в том числе использование химических и минеральных добавок, которые позволяют значительно повысить эффективность составов, достичь существенных изменений определенных свойств и т. д.

Свойства бетонной смеси и бетона, особенно виброрасстекаемость, безнапорная водопроницаемость, ползучесть, морозостойкость, трещиностойкость и др., зависят от характеристик каждого структурного уровня — коэффициентов раздвижки зерен крупного заполнителя раствором, мелкого заполнителя цементным тестом (камнем), водоцементного отношения, соотношения между кристаллическими (положительно заряженными) и гелевыми (негативно заряженными) продуктами гидратации. На этом построен способ определения состава водонепроницаемого трещиностойкого бетона [10]. Однако, в последние годы в связи с применением новых типов железнодорожного транспорта, использованием новых технологий возведения конструкций и сооружений, удорожанием энергоресурсов выдвигаются новые повышенные требования к составам бетона.

## 3. Цель работы

Разработка и апробация информационной системы для решения задач проектирования и управления составом бетона для железнодорожных конструкций и сооружений на основе алгоритма авторской методики [10].

## 4. Основной материал

Подавляющее большинство требований к бетону и методам проектирования его состава обусловлено условиями эксплуатации конструкции. При проектировании бетонных и железобетонных конструкций для железных дорог необходимо придерживаться требований, выдвигаемых спецификой работы конструкций в особых условиях (в среде с агрессивной степенью влияния, в условиях повышенной влажности, с переменными температурными характеристиками и т. д.). В таком случае основными требованиями до бетона является его прочность на сжатие, морозостойкость, водонепроницаемость, трещиностойкость.

Управление свойствами бетона может быть реализовано за счет введения в бетонную смесь добавок: суперпластификаторов, ускорителей твердения, которые

раньше для бетонов железнодорожных конструкций и сооружений не применялась. Оптимальные дозировки добавок позволяет обеспечивать в определенные сроки твердения оптимальное соотношение между кристаллогидратными и гелевыми продуктами гидратации, минимальную капиллярную пористость, т. е. улучшить показатели прочности, водонепроницаемости, деформативности и трещиностойкости.

Большое количество входных параметров в задаче проектировании состава бетона (характеристики составных материалов, характеристики бетонной смеси и бетона в проектном возрасте), сложность методов расчета и важность оперативного получения результата обусловили необходимость применения современных информационных технологий для решения поставленных задач. Целесообразность и актуальность предложенного подхода подтверждается существованием программного обеспечения для решения подобных вопросов (как отечественных [11], так и зарубежных разработчиков [12]), его активным развитием и усовершенствованием, а также позитивным опытом авторов в разработке подобных проектов.

Методология определения состава бетона [10] дополнена возможностью учета действия добавок: суперпластификатора и ускорителя твердения, и положена в основу алгоритма компьютерной программы.

При разработке информационной системы управления составом и свойствами бетона к программному обеспечению были выдвинуты следующие требования:

- возможность работы под операционной системой Windows (XP или более поздних версий);
- самодостаточность, то есть не требовать установления на компьютере пользователя дополнительного программного обеспечения;
- наличие развитого графического интерфейса пользователя (клиентская часть);
- возможность формирования отчетной документации в формате текстовых редакторов с возможностью последующего редактирования;
- возможность оперативной обратной связи с разработчиком системы (режим электронной почты);
- обеспечение приемлемой компактности программного обеспечения;
- обеспечение мультиязычного интерфейса пользователя.

Сервисы и функциональные возможности разработанной компьютерной программы полностью отвечают поставленным требованиям (рис. 1).

Компьютерная программа является реализацией интеллектуальной системы поддержки принятия решений (экспертной системы), что позволяет в интерактивной и удобной форме решать задачи проектирования состава бетона с заданными свойствами, учитывая характеристики компонентов бетонной смеси. В алгоритме программы для бетонной смеси учтены такие свойства как удобоукладываемость (пользователем задается осадка конуса или жесткость), для бетона — прочность в проектном возрасте, морозостойкость и водонепроницаемость, а также учитываются тип конструкции, в которой будет использован бетон, и условия ее эксплуатации.

Результаты расчетов подаются в виде отчета, который может быть сохранен в нескольких форматах (\*.pdf, \*.doc, \*.xls) или распечатан на принтере (рис. 2).

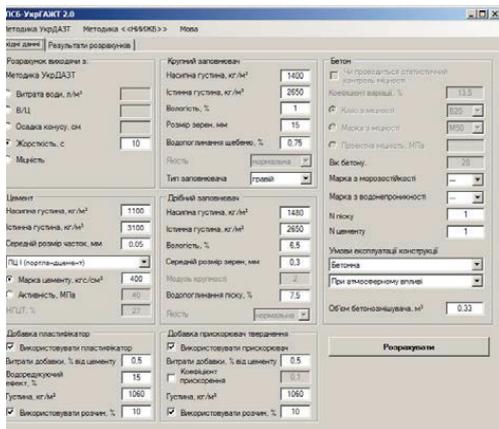


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения информационной системы

Склад	Крупный заполнитель	Дробный заполнитель	Цемент	Вода	Добавка пластификатор сух. рещ./рощ.	Добавка прискорочувач сух. рещ./рощ.
Номинальный:						
- на 1 м <sup>3</sup> , кг	1320	481	503	113	2.52/25	2.52/25
- водный	2,62	0,96	1	0,22	0,005/0,0497	0,005/0,0497
Зробовий:						
- на 1 м <sup>3</sup> , кг	1333	512	503	114	2,52/25	2,52/25
- водный	2,65	1,02	1	0,23	0,005/0,0497	0,005/0,0497
Дозування на 1 заміс						
- на 0,33 м <sup>3</sup> , кг	440	189	166	38	0,83/8,3	0,83/8,3
- на 0,33 м <sup>3</sup> , л	314	114	151	38	0,78/8,3	0,78/8,3
- водный за об'ємом	2,1	0,8	1	0,25	0,005/0,055	0,005/0,055

Рис. 2. Результирующий отчет решения задачи проектирования состава бетона с заданными свойствами

5. Выводы

Для решения задачи проектирования состава бетона с заданными свойствами для конструкций и сооружений железных дорог предложено использование информационных технологий. Разработано программное обеспечение, в алгоритм работы которого заложен разработанный метод проектирования состава бетона. Программное обеспечение имеет развитый графический интерфейс и все необходимые сервисы для быстрого и удобного использования конечными пользователями.

Литература

1. Скрамтаев, Б. Г. Способы определения состава бетона различных видов [Текст] / Б. Г. Скрамтаев, П. Ф. Шубенкин, Ю. М. Баженов. — М.: Стройиздат, 1966. — 159 с.
2. Баженов, Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов [Текст] / Ю. М. Баженов. — М.: Стройиздат, 1975. — 272 с.
3. Вознесенский, В. А. Современные методы оптимизации композиционных материалов [Текст] / В. А. Вознесенский, В. Н. Выровой, В. Я. Керш и др.; под ред. В. А. Вознесенского. — К.: Будівельник, 1983. — 144 с.
4. Сизов, В. П. Рациональный подбор составов тяжелого бетона [Текст] / В. П. Сизов. — М.: Стройиздат, 1995. — 174 с.
5. Дворкин, Л. И. Проектирование составов бетона с заданными свойствами [Текст] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. — Ровно: РГТУ, 1999. — 202 с.
6. Файнер, М. Ш. Новые закономерности в бетоноведении и их практическое приложение [Текст] / М. Ш. Файнер. — К.: Наукова думка, 2001. — 448 с.

7. Коваль, С. В. Бетоны, модифицированные добавками: моделирование и оптимизация [Текст] / С. В. Коваль // Строительные материалы. — 2004. — № 6. — С. 23—25.
8. Баженов, Ю. М. Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композиционных материалов [Текст] / Ю. М. Баженов, В. А. Воробьев, А. В. Илюхин // Строительные материалы. — Наука, 2006. — № 7. — С. 2—4.
9. Сизова, Н. Д. Алгоритм решения задачи проектирования состава бетона методами математического планирования эксперимента [Текст] / Н. Д. Сизова, И. А. Михеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 2/6(44). — С. 8—10.
10. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону [Текст] : пат. 62613 UA Україна. МПК 7C04B28/12 / А. М. Плугін, О. А. Калінін, С. В. Мірошніченко, А. А. Плугін та ін.; заявл. 15.04.03; опубл. 15.06.05, Бюл. № 6.
11. Латорец, Е. В. Анализ применения современных информационных технологий для решения задач производства товарного бетона [Текст] / Е. В. Латорец, И. А. Михеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 3/9(45). — С. 4—6.
12. Sliwinski, J. Beton zwykly — projektowanie i podstawowe wlasciwosci [Текст] / J. Sliwinski. — Krakow: Polski Cement Sp. z o.o., 1999. — 164 s.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД ЗАЛІЗНИЦЬ

Розглядається можливість і доцільність використання програмного забезпечення для розв'язання задач проектування та управління складом бетону для конструкцій і споруд залізниць. Визначено особливості проектування складу бетону для залізничних конструкцій і основні вимоги, що висувуються до таких бетонів. Наведено опис програмного забезпечення, приклад інтерфейсу користувача і результати розрахунку складу бетону.

**Ключові слова:** програмне забезпечення, інформаційна система, проектування складу бетону, залізничні конструкції.

*Плугін Андрій Аркадійович, доктор технічних наук, професор, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна, e-mail: plugin-aa@rambler.ru.*  
*Калінін Олег Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.*  
*Сизова Наталія Дмитрівна, доктор фізико-математических наук, професор, кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна, e-mail: sizova@ukr.net.*  
*Михеев Іван Андрійович, кандидат технічних наук, кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна, e-mail: i.a.mikheev@gmail.com.*

*Плугін Андрій Аркадійович, доктор технічних наук, професор, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.*  
*Калінін Олег Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.*  
*Сизова Наталія Дмитрівна, доктор фізико-математических наук, професор, кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна.*  
*Михеев Іван Андрійович, кандидат технічних наук, кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна.*

*Plugin Andrei, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine, e-mail: plugin-aa@rambler.ru.*  
*Kalinin Oleg, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine.*  
*Sizova Natalia, Kharkiv National University of Construction and Architecture, Ukraine, e-mail: sizova@ukr.net.*  
*Mikheev Ivan, Kharkiv National University of Construction and Architecture, Ukraine, e-mail: i.a.mikheev@gmail.com*