

12. Совпель, И. В. Система автоматического извлечения знаний из текста и ее приложения [Текст] / И. В. Совпель // Науч.-теорет. журнал "Искусственный интеллект", ИПШ "Наука і освіта". – 2004. – Вып. 3 – С. 668–677.
13. Wu, Z. Verb semantics and lexical selection [Текст] / Z. Wu, M. Palmer // In Proc. of ACL-94, 1994. – P. 133-138.
14. Никитина, С. Е. Тезаурус по теоретической и прикладной лингвистике [Текст] / С. Е. Никитина. – М.: Наука, 1978. – 220 с.
15. Lytvyn, V. Searching the Relevant Precedents in Dataspaces Based on Adaptive Ontology [Текст] / V. Lytvyn, N. Shakhovska, V. Pasichnyk, D. Dosyn // Computational Problems of Electrical Engineering. – 2012. – V. 2, N. 1. – Lviv. – P. 75-81.
16. Dosyn, D. Planning of Intelligent Diagnostics Systems Based Domain Ontology [Текст] / V. Lytvyn, D. Dosyn // The VIIIth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design. – 2012. – Polyana. – P. 103.
17. Lytvyn, V. Intelligent agent on the basis of adaptive ontologies construction [Электронный ресурс] / V. Lytvyn, D. Dosyn, M. Medkovskiy, N. Shakhovska // Signal Modelling Control. – 2011. – Lodz.
18. Свами, М. Графы, сети и алгоритмы [Текст] / М. Свами, К. Тхуласираман. – М.: Наука, 1984. – 256с.
19. Montes-y-Gómez M. Comparison of Conceptual Graphs [Электронный ресурс] / M. Montes-y-Gómez, A. Gelbukh, A. López-López // Lecture Notes in Artificial Intelligence. – 2000. – Vol. 1793. – Springer-Verlag: <http://ccc.inaoep.mx/~mmontesg/publicaciones/2000/ComparisonCG>.
20. Кнаппе, Р. Perspectives on Ontology-based Querying [Электронный ресурс] / R. Кнаппе, Н. Bulskov, Т. Andreasen // International Journal of Intelligent Systems. – 2004. <http://akira.ruc.dk/~knappe/publications/ijis2004.pdf>.
21. Lytvyn, V. Design of intelligent decision support systems using ontological approach [Текст] / V. Lytvyn // An international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. – 2013. – Vol. II. – No 1. – P. 31-38.

Розглядаються методи розв'язання задачі проектування складу бетону різних науково-дослідних шкіл матеріалознавства в Україні. Підкреслено доцільність застосування інформаційних технологій для формалізації різних методів проектування складу бетону. Викладено функціональні вимоги до програмного забезпечення, які розв'язують подібні задачі. Представлена логічна структура та інтерфейс користувача програмного забезпечення розробленої інформаційної системи для розв'язку задачі проектування складу бетону

Ключові слова: технологія бетону, проектування складу бетону, інформаційні технології, інтелектуальні системи

Рассматриваются методы решения задачи проектирования состава бетона различных научно-исследовательских школ материаловедения в Украине. Отмечена целесообразность применения информационных технологий для формализации различных методов проектирования состава бетона. Изложены функциональные требования к программному обеспечению, решающему подобные задачи. Представлена логическая структура и интерфейс пользователя программного обеспечения разработанной информационной системы для решения задачи проектирования состава бетона.

Ключевые слова: технология бетона, проектирование состава бетона, информационные технологи, интеллектуальные системы

УДК 666.97.07+004

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА БЕТОНА

Н. Д. Сизова

Доктор физико-математических наук,
профессор*

E-mail: sizova@ukr.net

И. А. Михеев

Кандидат технических наук*

*Кафедра экономической кибернетики и
информационных технологий

Харьковский национальный университет
строительства и архитектуры

ул. Сумская, 40, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: i.a.mikheev@gmail.com

1. Введение

Для получения качественного продукта или изделия необходимы качественные материалы (комплексующие), из которых изготавливают конечный продукт. Производство бетона, кроме этого, выдвигает

требование соблюдения рецептуры и технологии производства. Даже использование высококачественных составляющих материалов (цемента высокой марки, щебня необходимой формы и песка с минимальным содержанием пылевидных частиц, модифицирующих высокоэффективных добавок) не гарантирует высокое

качество конечной продукции, если будут нарушены дозировки материалов или технология производства бетонной смеси, ее укладки и дальнейшего ухода за твердеющим бетоном.

Выявление множества рецептурно-технологических факторов, степени и характера их влияния на свойства бетонной смеси и бетона – все это ключевые задачи исследований многих материаловедческих школ, решение которых приводит к решению ключевой задачи технологии бетона – проектирование состава бетона с наперед заданными свойствами. Т.к. направленность исследований у каждой материаловедческой школы разная, то и методики расчета состава бетона предлагаются различные. Однако необходимо отметить, что, несмотря на различия предлагаемых методов проектирования состава бетона, существенными являются вопросы автоматизации расчетов и получения конечного результата вне зависимости от избранного метода. В результате этого появляется специализированное программное обеспечение, различное по функциональным возможностям и по уровню исполнения, направленное на решение задачи проектирования состава бетона [1 – 3].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Для решения задач проектирования состава бетона общепризнанным является расчетно-экспериментальный метод, в основе которого лежат фундаментальные закономерности бетоноведения. Однако, в связи с существенными изменениями, как в технологиях бетона, так и в технологиях возведения зданий и сооружений, применение этого метода является нецелесообразным, хотя многие производственные лаборатории продолжают его использовать в качестве базового, дополняя собственными наработками и корректировками, поправочными коэффициентами [4, 5].

Одним из лидеров в области проектирования состава бетона различных видов является Ровенская школа материаловедов, во главе с Л. Й. Дворкиным и О. Л. Дворкиным [5, 6]. Объем проведенных ими исследований огромен и результативен, что ярко выражено формализацией предлагаемых теорий, концепций, законов и методов в научных специализированных изданиях, учебных пособиях, книгах и монографиях, докладах на международных конференциях, симпозиумах и семинарах. Авторами разработан метод многопараметрического проектирования состава бетона, а также алгоритм программного обеспечения для решения задачи проектирования состава бетона, уровень которого позволяет использовать его в производственных условиях.

Немалый вклад в развитие материаловедения в целом и бетоноведения в частности принадлежит Одесской школе материаловедов под руководством В. А. Вознесенского [7, 8]. Именно он заложил основы отечественного компьютерного материаловедения – взаимозависимой системы методов статистического анализа, математического моделирования, вычислительного эксперимента и методов поиска оптимальных решений в синтезе с приемами и методами физико-химической механики материалов. Кроме того, Одесская

школа активно пропагандирует планирование эксперимента – мощнейший аппарат исследования свойств материалов [8].

Существуют разработки специализированных методов проектирования состава бетона с учетом специфики направления научных исследований и дальнейшей области применения. Так, в Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков) коллективом авторов во главе с А. Н. Плугиным запатентован метод проектирования состава бетона с повышенными требованиями к водонепроницаемости, морозостойкости и трещиностойкости [9]. Основное назначение спроектированного бетона – производство железобетонных шпал, а также конструкций и сооружений на железных дорогах. Эксплуатация подобных изделий характеризуется жесткими климатическими условиями, неравномерными, попеременными нагрузками, поэтому качественные показатели имеют больший вес, нежели экономические характеристики. Дальнейшее развитие предлагаемого метода направлено на учет влияния добавок на свойства бетонной смеси и бетона, в первую очередь, пластификаторов и ускорителей твердения [2].

3. Цель и задачи исследования

Известно [1, 10], что основными источниками для анализа и принятия решения является информация (проектные требования к бетонной смеси и бетону, характеристики составляющих материалов, технологические параметры), поэтому решение может быть получено с помощью применения современных информационных систем, позволяющих эффективно обрабатывать огромные массивы данных, реализовывать алгоритмы работы технологического оборудования, поведения и операции персонала, находить оптимальные решения многих технологических задач.

4. Структура и алгоритм информационной системы

Для автоматизации решения задачи проектирования состава бетона разработана структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР). В ее состав входят несколько информационных блоков, а также функциональные связи между ними (рис. 1.).

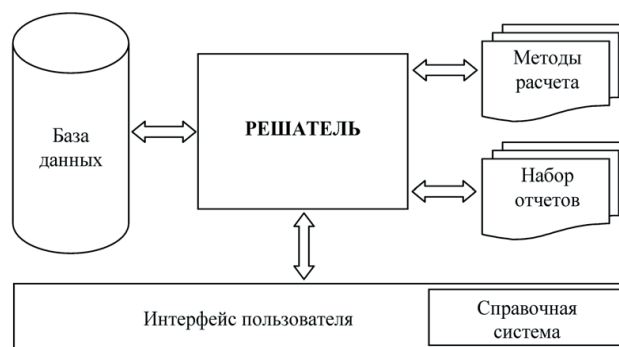


Рис. 1. Структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Программная реализация системы усложнена слабой формализованностью предметной области, поэтому за основы взяты устоявшиеся, проверенные временем и востребованные методы расчета состава бетона [4, 5, 7, 9].

Алгоритм решения задачи проектирования состава бетона с помощью интеллектуальной системы поддержки принятия решений состоит из нескольких этапов (рис. 2):

- формальное представление задания на определение состава бетона с указанием проектного возраст бетона (по умолчанию принимается равным 28 суткам), прочностные характеристики бетона в проектном возрасте (задаются классом, маркой или значением прочности бетона на сжатие), характеристики удобоукладываемости бетонной смеси (марки подвижности/жесткости), дополнительные требования по обеспечению заданных марок по морозостойкости и водонепроницаемости;
- выбор из базы данных составляющих бетон материалов (цемента, мелкого, крупного заполнителя, химических и минеральных добавок) и значений их характеристик (плотности материалов, активности цемента, модуля крупности песка, наибольшей крупности щебня и т.д.);
- выбор метода проектирования состава бетона в зависимости от поставленной задачи;
- решение задачи проектирования состава бетона, согласно выбранного метода, и проверка результатов

на удовлетворение всех проектных требований, в противном случае – вывод пользователю рекомендаций по возможным вариантам решения задачи: изменить постановку задачи, выбор других исходных материалов для бетона, предложение альтернативного метода решения задачи проектирования состава бетона.

5. Требования к информационной системе

Детальнее хотелось бы остановиться на требованиях, которым должно удовлетворять современное программное обеспечение для возможности его широкого применения не только для исследовательских целей, но и в промышленных условиях:

- *простота интерфейса.* Несмотря на процесс всеобщей информатизации общества, большинство производственного персонала владеют начальным уровнем знаний и навыков работы в области информационных технологий. Поэтому дружелюбный и понятный интерфейс может стать основным катализатором в понимании и желании использовать программное обеспечение и компьютерной техники для решения технологических задач. Этому могут способствовать четкие формулировки подписей элементов управления (кнопок, полей ввода, переключателей, списков и т.д.), а также группировка элементов, относящихся к одному объекту в реальном мире, очевидность и наглядность результатов

работы программного обеспечения (отчеты, таблицы, графики, объяснения и подписи). Немаловажным фактором является поддержка мультязычности интерфейса;

- *требования к аппаратному обеспечению.* Потребность программного обеспечения в аппаратных ресурсах компьютерной техники должна ограничиваться сугубо функциональными возможностями. Однако при разработке компьютерных программ экономия аппаратных ресурсов должна достигаться за счет оптимизации алгоритмов и программного кода, а не за счет применения абсолютно утилитарного интерфейса пользователя;

- *надежность и безопасность.* Всплывающие подсказки, минимализм в интерфейсе, защита от неправильных действий пользо-

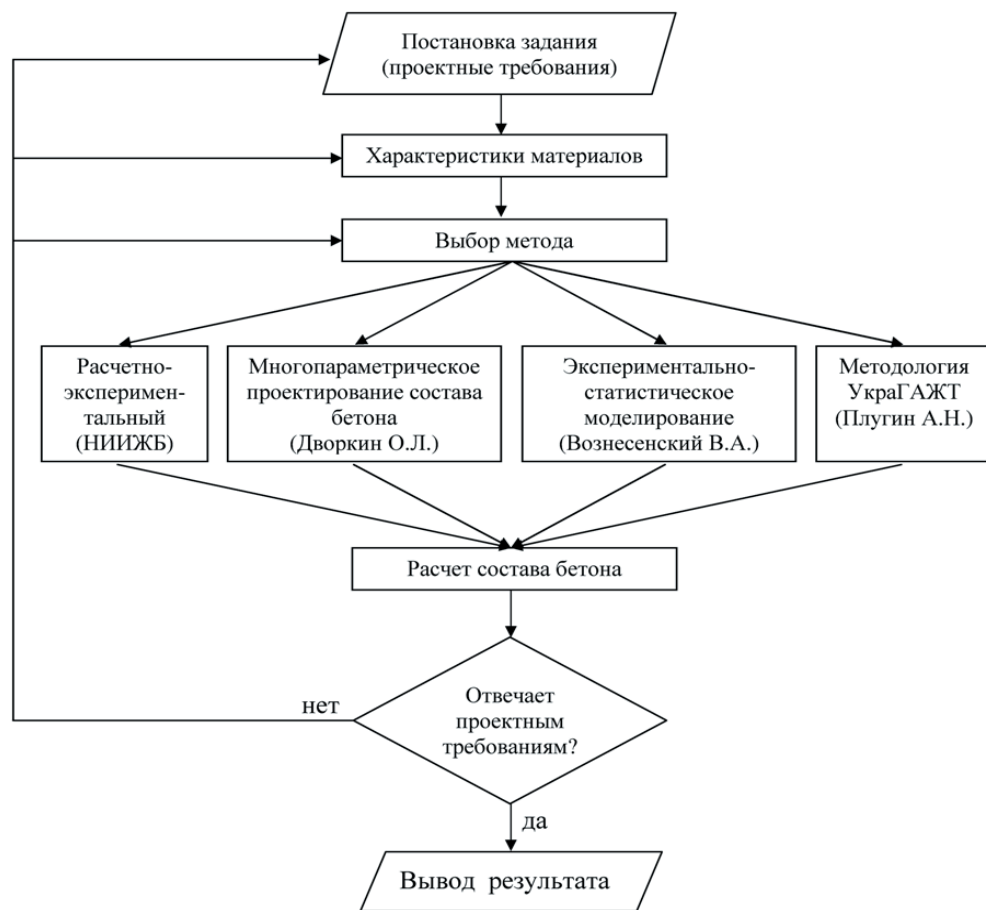


Рис. 2. Алгоритм работы программного обеспечения ИСППР

вателя – обязательные требования к программному обеспечению для производственной эксплуатации. Возможные неотработанные ошибки пользователя могут привести к неправильным результатам работы и как следствие к существенным материальным, временным потерям;

- *эффективность.* Основная цель разработки программного обеспечения – повышение эффективности решения различных задач, т.е. снижение времени и ресурсов, необходимых для ее решения. Задача проектирования состава бетона является сложной и в то же время одной из наиболее популярной в технологии бетона. От эффективности решения этой задачи зависит эффективность последующих стадий и задач, а также всего процесса производства бетонной смеси, бетона, бетонных и железобетонных изделий;

- *поддержка пользователей.* Это требование становится актуальным уже при первом использовании программного обеспечения (необходимым является разработка руководства пользователя, тестовых примеров и т.д.), не говоря об интенсивном использовании в повседневной работе (необходимо наличие справочного руководства с глубокой детализацией всех осо-

бенностей, специфик и возможностей программного обеспечения, а также наличие обратной связи с разработчиками для устранения возможных ошибок в программе, ее обновления и разрешения возникших вопросов).

Разработанное программное обеспечение удовлетворяет всем приведенным требованиям, выполняет основную задачу – проектирование состава бетона с наперед заданными свойствами (заложено несколько алгоритмов расчета), а также ряд дополнительных задач:

- формирование базы данных используемых материалов;
- хранение и анализ результатов проведения экспериментов исследований, а также отобранных проб с производственной линии;
- контроль и учет внешних факторов, например, изменения температуры окружающей среды и т.д.

Интерфейс пользователя проработан с точки зрения комфортного использования, наделен всеми необходимыми элементами управления (рис. 3), имеет справочную систему и поддерживает три языка отображения: русский, украинский, английский.

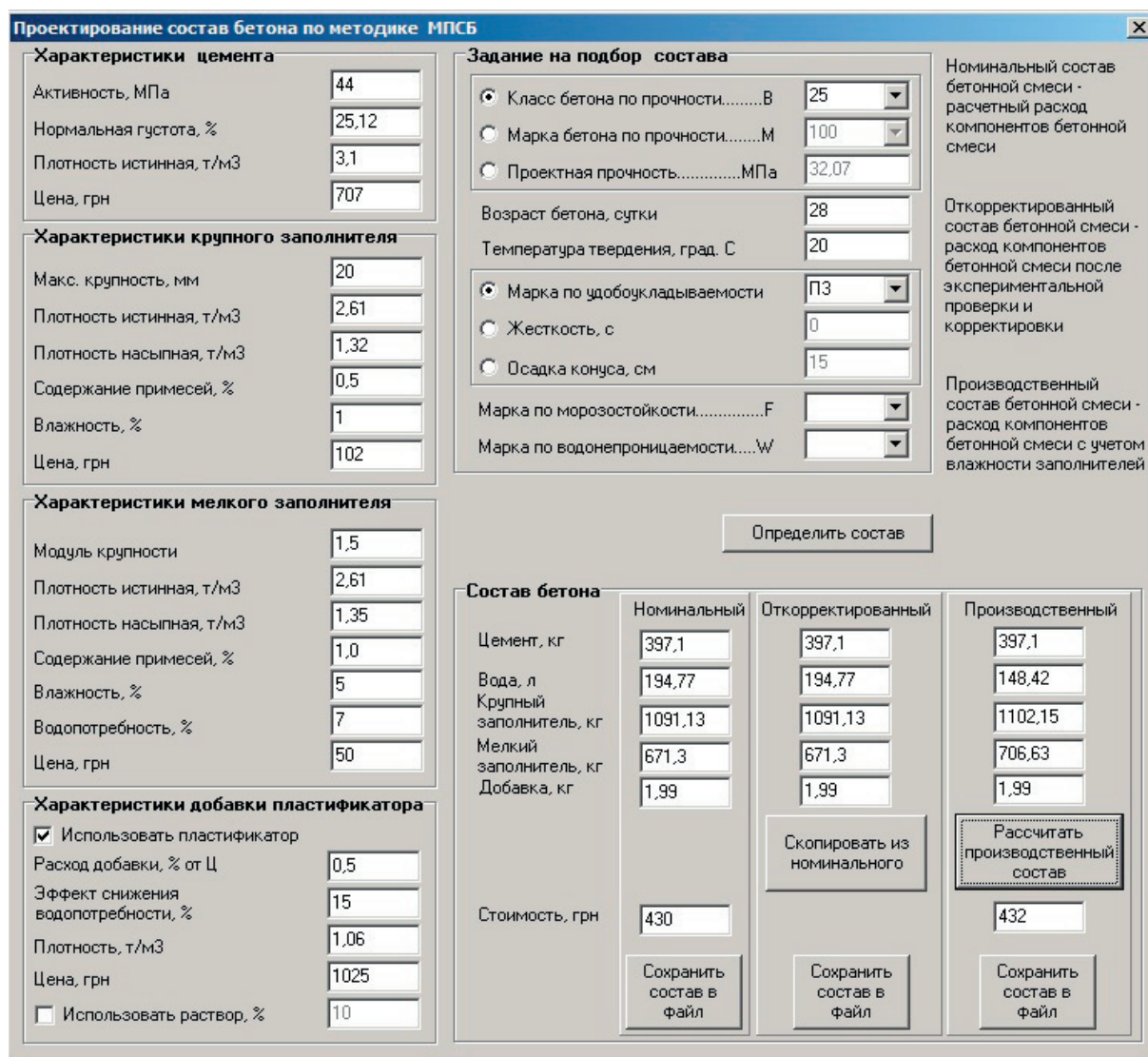


Рис. 3. Интерфейс пользователя программного обеспечения ИСППР

Результаты расчетов номинальных и производственных рецептур могут быть представлены в интерактивной форме и в виде отчетов с функциями сохранения, печати, экспорта в текстовые/табличные редакторы.

Представленная интеллектуальная система поддержки принятия решений позволяет решать ряд исследовательских задач: экспресс - расчет новых составов бетона, оценка эффективности применения различных составляющих материалов, выдача рекомендаций по оптимизации составов бетона с учетом выбранного критерия. Открываются перспективные возможности решения ряда производственных задач: повышение эффективности принятия решений в условиях нестационарности технологических процессов, снижение материалоемкости производства, получение экономического эффекта за счет оптимизации составов бетона и оперативной корректировки составов в зависимости от изменений рецептурно-технологических параметров.

Программное обеспечение внедрено и используется в лабораториях Харьковского национального университета строительства и архитектуры, в производственной лаборатории ООО «РОСТА» (г. Харь-

ков, Украина), а также входит в состав прикладных решений автоматизированной системы управления бетоносмесительным узлом ЧАО «КВП» (г. Полтава, Украина).

5. Выводы

Использование информационных систем для решения задачи проектирования состава бетона обусловлено их высокой эффективностью, которая проявляется:

- в возможности заложить в алгоритмы программного обеспечения трудноформализуемые методы расчета,
- в возможности учета влияния множества рецептурно-технологических факторов на свойства бетонной смеси и бетона,
- в возможностях интерфейса пользователя,
- в представлении и сохранении результатов в доступной и интуитивно-понятной форме,
- в возможности накопления и анализа результатов исследований для дальнейшего совершенствования методов расчета.

Литература

1. 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. – №2/6 (50). – С. 32-34.
2. Актуальные проблемы физико-химического материаловедения [Текст] : тез. докл. науч.-практ. конф. (окт. 2013) / отв. ред. Д. В. Гуляк. – Донецк: Норд Компьютер, 2013. - 132 с.
3. А.с. 39817 Україна. Комп'ютерна програма «Concrete Design» / Міхеев І. А. (Україна). – Опубл. 30.08.2011.
4. Руководство по подбору составов тяжелого бетона [Текст]/ НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1979. – 102 с.
5. Дворкин, О. Л. Многопараметрическое проектирование составов бетонов [Текст] / О.Л. Дворкин. – Ровно: РГТУ, 2001. – 121 с.
6. Дворкин, Л. И. Многофакторное прогнозирование свойств и проектирование составов бетона [Текст] / Л. И. Дворкин, И. Б. Шамбан. – М.: Стройиздат, 1992. – 132с.
7. Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В. А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
8. Вознесенский, В. А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ [Текст] / В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарков. – К.: Высшая школа, 1989. – 328 с.
9. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону [Текст] : пат. 62613 UA Україна. МПК 7С04В28/12 / А. М. Плугін, О. А. Калінін, С. В. Мірошніченко, А. А. Плугін та ін. ; заявл. 15.04.03 ; опубл. 15.06.05, Бюл. №6.
10. Латорец, Е. В. Анализ современных методов проектирования состава бетонной смеси [Текст] / Е. В. Латорец, И. А. Михеев // Наук. вісн. будівництва. – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 63. – С. 204-209.