



Краевые задачи и математическое моделирование

Тематический сборник научных трудов

**Новокузнецк
2017**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Межгосударственный совет по физике прочности и пластичности
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Международной академии наук высшей школы
Кемеровский государственный университет
Сибирский государственный индустриальный университет
Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения РАН
Новокузнецкий филиал (институт) Кемеровского государственного
университета
Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича
Сибирского отделения РАН

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Новокузнецк
2017

УДК 51-7+519,6+539.3

ББК 22

К 78

Краевые задачи и математическое моделирование : темат. сб. науч. тр. / М-во
К78 образования и науки Рос. Федерации, Новокузнец. ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та ;
под общ. ред. Е. А. Вячкиной, В. О. Каледина. – Новокузнецк, 2017. – 234 с. –
ISBN 978-5-8353-1965-7.

В сборнике приведены тексты статей по математическому моделированию
естественных, технических и экономических объектов, краевым задачам и методам их
решения.

Сборник предназначен для научных работников и аспирантов,
специализирующихся в области математического моделирования и решения краевых
задач для уравнений математической физики.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук профессор В. О. Каледин;
кандидат физико-математических наук Е. А. Вячкина

УДК 51-7+519,6+539.3

ББК 22

ISBN 978-5-8353-1965-7

© Авторы, 2017

© Новокузнецкий институт (филиал)
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный
университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Алтынбеков Ш.</i> О полученных результатах в области теории фильтрационной консолидации земляных пород.....	5
<i>Алтынбеков Ш., Курмыш Е. К., Джаманкараева М. А., Алимкулова Б. Т.</i> Об одной краевой задаче, возникающей в теории консолидации неоднородного грунта.....	11
<i>Арканова Ю. А.</i> Применение геоинформационных систем	
<i>Атаклычев М. С., Степанов Ю. А.</i> Анализ и прогнозирование уровня безработицы в Сибирском федеральном округе с применением ГИС-технологий.....	21
<i>Аульченко С. М., Картаев Е. В.</i> Моделирование управления синтезом субмикронных частиц диоксида титана.....	24
<i>Багмутов В. П., Денисевич Д. С., Захаров И. Н.</i> Математическое моделирование структуры и тепловых полей при термосиловом упрочении титанового сплава Ti6Al2V.....	30
<i>Базайкин В. И., Базайкина О. Л., Осолкова Т. Н., Темлянецев М. В.</i> Модель процесса теплопередачи при нагружении торца цилиндра тепловым импульсом.....	34
<i>Банщикова И. А., Иявойнен С. В., Ларичкин А. Ю., Леган М. А., Любашевская И. В.</i> Рациональные режимы формообразования полусферической оболочки из стали О9Г2С-12 в условиях ползучести.....	40
<i>Бурмин Л. Н., Степанов Ю. А.</i> Адаптация алгоритма нахождения кратчайшего пути для построения маршрута эвакуации из шахты.....	47
<i>Будадин О. Н., Каледин В. О., Козельская С. О., Шлагов Д. А.</i> Построение эффективного алгоритма для расчета ударных процессов в ткани.....	50
<i>Бурнышева Т. В.</i> Определение рациональных толщин окантовок выреза отсека космического летательного аппарата с учетом массы подкреплений.....	53
<i>Бычков А. Г., Степанов Ю. А.</i> Использование ГИС-технологий в сфере финансовых услуг.....	63
<i>Вахрушева Н. В., Степанов Ю. А.</i> Использование ГИС-технологий для получения данных о составе и физических свойствах грунта на малых площадках.....	65
<i>Вячкин Е. С., Каледин В. О.</i> Модель деформирования объектов, содержащих объемно несжимаемые элементы.....	68
<i>Гилева А. Е., Крюкова Я. С., Ульянов А. Д.</i> Подходы к решению задачи упругого деформирования тонкостенных деталей типа тел вращения.....	70
<i>Гиманова И. А.</i> Принятие решений при управлении потоковыми процессами торговой системы.....	73
<i>Декина А. И.</i> Оптимизация размещения объектов улично-дорожной сети.....	76
<i>Ерёмин А. М., Захаров П. В., Старостенков М. Д., Луценко И. С., Чаплыгин П. А.</i> К вопросу о классификации дискретных бризеров.....	82
<i>Ермак Н. Б., Филиппов А. С.</i> Проблема оценки емкости среды в математическом моделировании динамики численности популяций.....	86
<i>Исраилов С. В., Сагитов А. А.</i> Система дифференциальных уравнений высших порядков с присутствием фазовых координат без производных.....	90
<i>Каледин В. О.</i> Развитие инструментальных средств функционально-объектного программирования.....	92
<i>Лактионов С. А.</i> Классификация семейств прямых в пятимерном проективном пространстве с использованием программы Maple.....	95
<i>Леган М. А., Ларичкин А. Ю., Новоселов А. Н.</i> Разрушение цилиндрических тел из хрупких материалов сжатием по диаметру и гидроразрывом.....	103
<i>Линдин Г. Л., Лобанова Т. В.</i> Задача о штампе с прямолинейным гладким основанием.....	109
<i>Линдин Г. Л., Лобанова Т. В.</i> Потоки энергии в зависимости от формы штампа.....	119
<i>Лубяной Д. А., Толстикова Ю. А., Лубяная С. В., Арканова Ю. А.</i> Применение математических моделей резонансно-пульсирующего рафинирования для оптимизации внепечной обработки чугуна и сплавов алюминия.....	130
<i>Лузгин А. Н.</i> Тестирование коэффициента интервальной прогнозируемости по	

моделируемым данным.....	133
Макаров Г. В., Мышляев Л. П., Евтушенко В. Ф. Многовариантный генератор воздействий в виде замкнутой динамической системы.....	137
Мошкин Н. П., Фомина А. В., Черных Г. Г. Подobie по плотностному числу Фруда течения в дальнем турбулентном следе за буксируемым телом в линейно стратифицированной среде.....	141
Мышляев Л. П., Циряпкина И. В., Старовацкая С. Н., Грачев В. В. Моделирование структур с использованием механизма генерации фракталов.....	145
Никитина А. А., Степанов Ю. А. Оценка экологической ситуации с использованием ГИС-технологий.....	149
Савкин А. Н., Андроник А. В., Бадиков К. А., Леготин Е. С., Рыльцов Д. С. Использование метода сегментации материала для расчета местной циклической реакции материала при исследовании кинетики роста усталостной трещины.....	152
Сандлер Е. А. Рекуррентный алгоритм идентификации параметров асинхронной машины при наличии зашумленных измерений тока и напряжения статорной цепи.....	158
Сарычев В. Д., Громов В. Е., Невский С. А., Грановский А. Ю., Сарычева Е. В., Коновалов С. В. Математическое моделирование формирования наноструктурных состояний при развитии гидродинамических неустойчивостей при внешних энергетических воздействиях.....	161
Семакин А. Н. Возможные последствия аварии на АЭС «Фукусима-1» для российского Дальнего Востока.....	171
Сенкус Вал. В., Потюкина М. В., Сенкус В. В. Методика расчета глубины разреза при комбинированном способе разработки угольных месторождений.....	175
Сенкус Вал. В., Потюкина М. В., Сенкус В. В. Оптимизация вариантов вскрытия Макарьевского угольного месторождения Кузбасса комбинированным способом.....	178
Сеченов П. А., Цымбал В. П. Применение численных методов в имитационной модели гравитационного сепаратора.....	181
Тверитнева Ю. А., Степанов Ю. А. Использование ГИС-технологий в риэлторской деятельности.....	185
Фармонов Ш. Р. О задачах Гурса для одного вырождающегося гиперболического уравнения с сильным вырождением.....	188
Фёдорова Н. В., Дудина Д. В., Леган М. А., Новоселов А. Н. Анализ напряженно- деформированного состояния при изгибе круглых пластин, изготовленных методом искрового плазменного спекания.....	192
Фураев В. З. Смешанная краевая задача для обобщенного уравнения Буссинеска, траектории точек свободной поверхности.....	197
Хрущев П. А. Численное решение задачи деформирования параболической антенны.....	200
Целодуб О. Ю. Моделирование нелинейных волновых режимов на стекающей пленке жидкости, увлекаемой потоком газа.....	204
Шлагов Д. А., Решетникова Е. В. Моделирование течения жидкости на основе клеточных автоматов решетчатых газов.....	209
Штейнбрехер О. А. Определение оптимальных параметров сетчатой конической конструкции при критерии минимума массы.....	212
Шурина Э. П., Добролюбова Д. В., Михайлова Е. И. Особенности конечно-элементного моделирования сред с тонкими проводящими пластинами.....	218
Шурина Э. П., Иткина Н. Б., Кутищева А. Ю., Марков С. И. Математическое моделирование процесса упругой деформации пористой флюидонасыщенной среды.....	225

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГРАВИТАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА

При математическом описании процессов в колонном реакторе самоорганизующегося струйно-эмульсионного агрегата создана имитационная модель, которая основана на использовании «первых принципов» и метода статистических испытаний Монте-Карло. В качестве первого уровня рассматриваются дисперсные частицы шихты и продуктов реакций, а также все возможные варианты их превращений и взаимодействий. Ядром этой модели является процесс обтекания конденсированной частицы вертикальным потоком газа. Для моделирования течения потока газа и находящихся в нём частиц был применён лагранжев метод сглаженных частиц. Алгоритм позволяет имитировать витание большого числа частиц в потоке несущего газа, в том числе с учетом столкновений частиц и обмена векторными значениями импульсов.

В связи с прогрессом компьютерных технологий роль методов математического моделирования для комплекса взаимосвязанных физических процессов продолжает расти. Для численного моделирования необходима как мощная вычислительная техника, так и численные алгоритмы и коды для эффективной эксплуатации на компьютерах с целью изучения интересующих физических задач с высокой точностью и гибким подходом для введения новых физических процессов.

На основе существующих и хорошо апробированных методов решения системы газодинамических уравнений разработано большое количество пакетов программ для моделирования течений с целью предсказания их характеристик и рабочих параметров технических устройств: ANSYS Fluent [1, 2], FlowER, FlowVision [3, 4].

Но использование этих пакетов возможно только для случаев моделирования гомогенных и псевдогомогенных течений. В данной же статье рассматривается задача моделирования существенно гетерогенного потока, где допущение о псевдогомогенности неприемлемо, поэтому было принято решение использовать метод статистических испытаний в сочетании с подходом, аналогичным идее «от первых принципов».

В настоящее время из всего широкого диапазона численных методов моделирования течений используются следующие: лагранжев метод сглаженных частиц SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) и эйлеровы методы на адаптивных сетках AMR (Adaptive Mesh Refinement) [5]. В данной работе выбран бессеточный лагранжев метод, т. к. отсутствие сетки является особенно важным. В методе SPH для представления газовой среды используется распределенный в пространстве набор частиц. Каждая частица движется под действием обращенных на неё сил, распределение частиц в системе меняется в процессе её эволюции. Гидродинамические величины, такие как плотность или давление, определяются как результат вклада частиц в некоторой области.

Одним из несомненных преимуществ метода SPH по сравнению с сеточными методами является использование постоянной величины вычислительных ресурсов в течение всего времени счета. В отличие от методов с использованием адаптивных сеток, которые измеряют количество рассчитываемых точек в пространстве с целью уточнения результатов, метод сглаженных частиц обеспечивает высокое разрешение при постоянном числе частиц. Так как частицы концентрируются в областях более высокой плотности, в них гарантирована высокая точность расчетов [5].

Задача создания имитационной модели процессов физического взаимодействия дис-

персных частиц шихты, витающих в потоке газа, не имеет детерминированного решения. Одним из возможных путей её решения является имитационное моделирование с использованием подхода, аналогичного методу «первых принципов», в сочетании со стохастическим моделированием. При этом необходимо одновременно отображать процесс взаимодействия огромного числа частиц, которые соударяются: между собой, со стенками и решетками гравитационного сепаратора, что накладывает определенный отпечаток на разработку технологии создания имитационной модели рассмотренных выше процессов. Также требуется физическая адекватность и наглядности анимации, удобный для пользователя (исследователя) интерфейс статистических исследований и анализа.

Ниже дана краткая физическая постановка задачи.

На рис. 1 представлены силы, действующие на частицу [6]: сила давления потока F_C , направленная снизу вверх, сила тяжести F_G и архимедова сила F_A . В зависимости от соотношения этих сил частица может подниматься, опускаться или оставаться неподвижной.

В условиях динамического равновесия принцип Д'Аламбера для движущейся частицы приводит к уравнению:

$$F_G - F_C - F_A = m \frac{d\omega_s}{dt}, \quad (1)$$

где m – масса частицы, ω_s – скорость движения сферической частицы.

Сила тяжести выражается как:

$$F_G = mg, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения.

Сила давления потока:

$$F_c = c \cdot S \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2}, \quad (3)$$

где c – коэффициент лобового сопротивления, который зависит от формы обтекаемого тела и числа Рейнольдса; S – площадь сечения обтекаемого тела по миделю (площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную векторам скорости набегающего потока); ρ – плотность смеси; ω – скорость потока смеси. Для сферических частиц в турбулентном режиме, коэффициент $c = 0,44$.

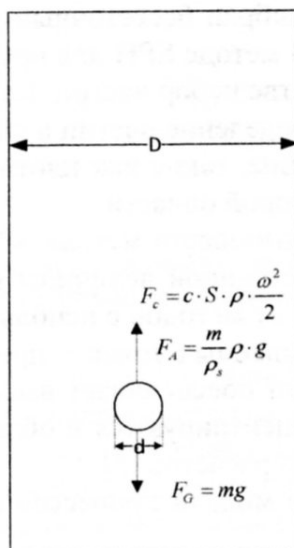


Рис. 1. Силы, действующие на частицу в гравитационном сепараторе

Подъёмная или архимедова сила:

$$F_A = \frac{m}{\rho_s} \rho \cdot g, \quad (4)$$

где ρ_s – плотность частицы.

Из уравнений (1) – (4) получим:

$$\frac{d\omega_s}{dt} = g \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right) - \frac{c \cdot \rho \cdot \omega^2}{2 \cdot m} \cdot S. \quad (5)$$

Перейдём к рассмотрению соударений частиц. Для упругих ударов из закона сохранения импульса и энергии получим:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \bar{\omega}_1 \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} + \bar{\omega}_2 \frac{2m_2}{(m_1 + m_2)}; \\ \omega_2 &= \bar{\omega}_1 \frac{2m_1}{(m_1 + m_2)} + \bar{\omega}_2 \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}. \end{aligned} \quad (6)$$

В программной реализации происходят следующие основные этапы вычисления:

1. Определение нового положения частицы с учетом сил, действующих на неё, которые зависят от характеристик потока (скорости и плотности), а также проверка граничных условий (столкновение со стенками и решетками) и проверка вылета частицы из сепаратора.

2. Поиск соседей для каждой частицы, определение столкновений и изменений векторов скоростей для столкнувшихся частиц.

3. Расчет характеристик потока (скорости и плотности) по высоте канала, с учётом текущего положения частиц.

Наиболее трудоёмкой задачей является задача поиска соседей, которая будет рассматриваться ниже.

Выбор языка программирования.

Для реализации поставленной задачи был выбран объектно-ориентированный язык программирования ActionScript 3.0 [7, 8], имеющий возможность отображения большого числа объектов на сцене, встроенные функции добавления (удаления) из массива объектов; функции проектирования 3D объекта на плоскость и др.

Интерфейс имитационной модели.

На рис. 2 представлен фрагмент реализации интерфейса задачи имитационного моделирования гравитационной сепарации металла, шлака и газа в колонном реакторе нового струйно-эмульсионного процесса СЭР [7].

Отображаются результаты движения и взаимодействия частиц, выводится информация: об общем количестве частиц в реакторе, количестве частиц железной руды, углерода, шлака, железа, CO, CO₂; средние массы за минуту железной руды, шлака и железа; графики массового содержания соответствующих частиц. Также предусмотрена возможность изменения количества подаваемых частиц железной руды и углерода.

Тестирование показало работоспособность данного алгоритма и удовлетворительное совпадение конечных результатов имитационного моделирования с законом сохранения вещества (подробнее см. в [7]).

Сравнение алгоритмов поиска соседей.

Как показали результаты экспериментов на имитационной модели, полный перебор поиска соседей, для определения столкновений и расчета сил между частицами является не тривиальной задачей сложности O(N₂) [9, 10].

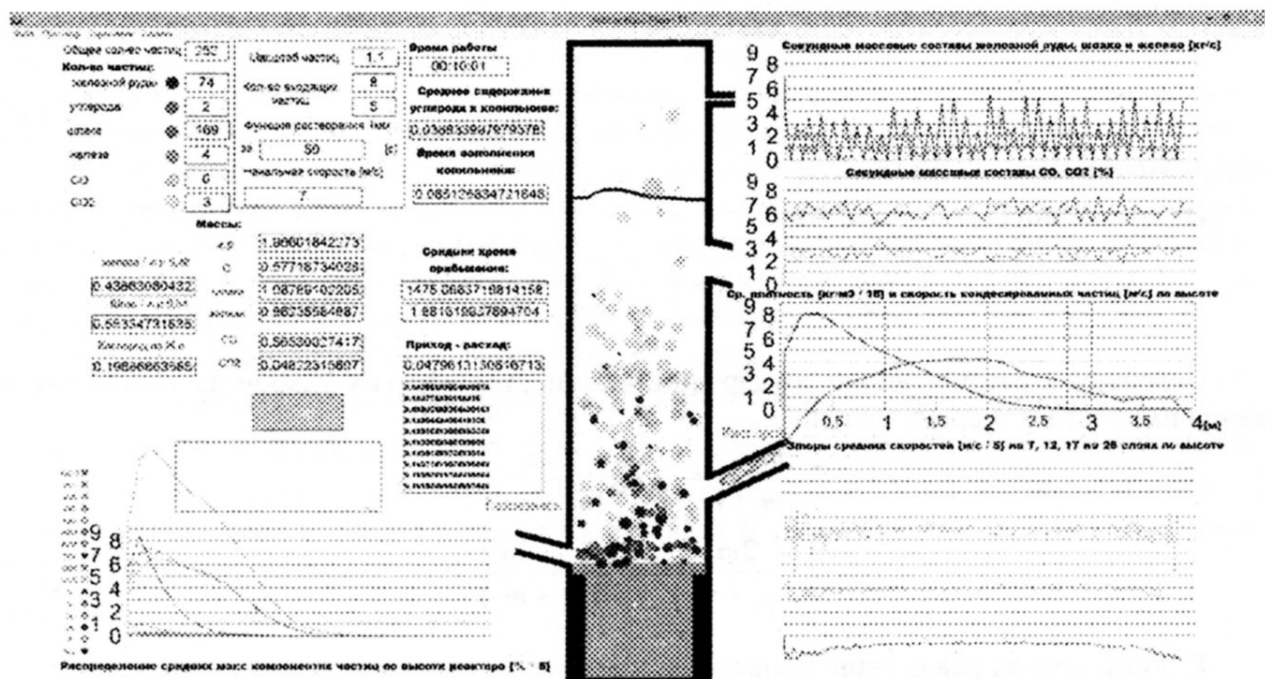


Рис. 2. Фрагмент реализации интерфейса имитационной модели

Поскольку большинство частиц находятся на значительном удалении друг от друга, а лишь небольшое количество других частиц находится рядом с ней, то производить расчет сил с другими частицами нет необходимости. Чтобы отсеять эти частицы, пространство делится на ячейки, при этом размеры ячейки не должны быть меньше, чем возможное перемещение частицы по направлению в промежутке времени между расчетами поиска соседей (в данном случае это расстояние, которое может пролететь частица за одну тридцатую секунды). Каждая такая ячейка содержит объекты, находящиеся в ней. Таким образом, для каждой частицы сужается круг поиска соседей.

Сложность такого алгоритма будет составлять $O(2 \cdot N \cdot k)$, где N – количество частиц, k – количество соседних частиц в ячейках.

Резюме. При численной реализации рассмотренной имитационной модели был выбран метод сглаженных частиц, позволяющий более эффективно решать данную задачу, т.к. неравномерное распределение по высоте колонного реактора не сказывается на точности результатов, по сравнению с методом на адаптивных сетках. В реализации алгоритма гравитационной сепарации наиболее ресурсоемкой операцией было нахождение поиска соседей, для чего был предложен более эффективный метод, позволивший увеличить количество отображаемых и рассчитываемых частиц в 4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальгер, С. А. Моделирование несжимаемых турбулентных течений в окрестности плохобтекаемых тел с использованием ПК ANSYS Fluent [Текст] / С. А. Вальгер, А. В. Федоров, Н. Н. Федорова // Вычислительные технологии. – 2013. – Т. 18, № 5. – С. 27-40.
2. Крюков, Ю. А. Моделирование движения сферической капли в ламинарном пограничном слое Блазиуса с помощью пакета ANSYS Fluent [Текст] / Ю. А. Крюков // Вест. Самар. гос. ун-та. – 2015. – № 3 (125). – С. 97-105.
3. Карасев, П. И. Качественное построение расчетной сетки для решения задач аэродинамики в программном комплексе FlowVision [Текст] / П. И. Карасев, А. С. Шишаева, А. А. Аксенов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2012. – № 47 (306). – С. 46-58.
4. Аксенов, А. А. Исследование эффективности распараллеливания расчета движения подвижных тел и свободных поверхностей во FlowVision на компьютерах с распределенной памятью [Текст] / А. А. Аксенов, А. А. Дядькин, С. А. Харченко // Вычислительные методы и програм-

мирование: новые вычислительные технологии. – 2009. – Т. 10, № 1. – С. 132-140.

5. Лазарева, Г. Г. Современные численные методы гравитационной газовой динамики [Текст] / Г. Г. Лазарева // Вест. НГУ. Сер. Математика, механика, информатика. – 2010. – Т. 10, № 1. – С. 40-64.

6. Имитационное моделирование взаимодействия дисперсных частиц в агрегате СЭР и гравитационная сепарация [Текст] / В. П. Цымбал, В. В. Павлов, П. А. Сеченов, А. А. Оленников // Черные металлы. – 2016. – № 6 (1014). – С. 54-60.

7. Сеченов, П. А. Имитационная модель разделения составляющих пыли марганцевого производства [Текст] / П. А. Сеченов, В. П. Цымбал, А. А. Оленников // Кибернетика и программирование. – 2016. – № 2. – С. 34-41.

8. Сеченов, П. А. Алгоритм и программная реализация имитационной модели гравитационного сепаратора колонного струйно-эмульсионного реактора [Текст] / П. А. Сеченов // Программные продукты и системы. – 2015. – № 3 (111). – С. 214-219.

9. Афанасьев, К. Е. Алгоритм поиска ближайших соседей в методе сглаженных частиц и его параллельная реализация [Текст] / К. Е. Афанасьев, Р. С. Макаrchук, А. Ю. Попов // Вычислительные технологии. – 2008. – Т. 13, № 5. – С. 9-13.

10. Гусев, Д. И. Алгоритм поиска ближайших соседей [Текст] / Д. И. Гусев // Программные продукты и системы. – 2012. – № 3. – С. 231-234.

УДК 004.9

Ю. А. Тверитнева, Ю. А. Степанов

Новокузнецкий институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В РИЭЛТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработано комплексное программное решение, позволяющее риэлторам получать необходимую информацию о недвижимости в городе и в автоматизированном режиме формировать пакет документов для проведения сделок.

Общее улучшение экономической ситуации в России инициирует развитие многих внутренних рынков. В частности, рынок коммерческой недвижимости в крупных городах находится в состоянии бума. Появляется большое количество новых объектов и участников рынка, увеличивается объем информации о них. Вместе с тем, повышается и профессиональный уровень риэлторских компаний, начинающих в своей деятельности применять новые для России технологии и методы исследований. Одной из таких технологий, активно применяющихся риэлторами на развитых рынках, является ГИС.

Геоинформационная система (ГИС) предназначена для накопления, анализа кадастровых данных о земле и объектах недвижимости в целях оперативного управления территориями, а также просмотра статистики об аренде и продаже [1].

ГИС стали настолько универсальны, что подходят для решения многих задач, встающих перед консультантами по недвижимости. Эти задачи можно разделить на три основные группы:

- разработка и ведение баз данных;
- создание электронных карт;
- маркетинговые исследования.

Карты и планы городов, населенных пунктов и зон застройки издавна используются всеми участниками рынка недвижимости – проектно-архитектурными, кадастровыми и хозяйственными организациями, застройщиками, агентствами по совершению торговых

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Алимкулова Б. Т.	11
Алтынбеков Ш.	5, 11
Андроник А. В.	152
Арканова Ю. А.	17, 130
Атаклычев М. С.	21
Аульченко С. М.	24
Багмутов В. П.	30
Бадиков К. А.	152
Базайкин В. И.	34
Базайкина О. Л.	34
Банищикова И. А.	40
Будадин О. Н.	50
Бурмин Л. Н.	47
Бурнышева Т. В.	53
Бычков А. Г.	63
Вахрушева Н. В.	65
Вячкин Е. С.	68
Гилева А. Е.	70
Гиманова И. А.	73
Грановский А. Ю.	161
Грачев В. В.	145
Громов В. Е.	161
Декина А. И.	76
Денисевич Д. С.	24
Джаманкараева М. А.	11
Добролюбова Д. В.	218
Дудина Д. В.	192
Евтушенко В. Ф.	137
Ерёмин А. М.	82
Ермак Н. Б.	84
Захаров И. Н.	30
Захаров П. В.	82
Исраилов С. В.	90
Иткина Н. Б.	225
Иявойнен С. В.	40
Каледин В. О.	50, 68, 92
Картаев Е. В.	24
Козельская С. О.	50
Коновалов С. В.	161
Крюкова Я. С.	70
Курмыш Е. К.	11
Кутищева А. Ю.	225
Лактионов С. А.	95
Ларичкин А. Ю.	40, 103
Леготин Е. С.	152
Леган М.А.	40, 103, 192
Линдин Г. Л.	109, 119
Лобанова Т. В.	109, 119

Лузгин А. Н.	133
Лубяная С. В.	130
Лубяной Д. А.	130
Луценко И. С.	82
Любашевская И. В.	40
Макаров Г. В.	137
Марков С. И.	225
Михайлова Е. И.	218
Мошкин Н. П.	141
Мышляев Л. П.	137, 145
Невский С. А.	161
Никитина А. А.	149
Новоселов А. Н.	103, 192
Осколкова Т. Н.	34
Потокина М. В.	175, 178
Решетникова Е. В.	209
Рыльцов Д. С.	152
Савкин А. Н.	152
Сагитов А. А.	90
Сандлер Е. А.	158
Сарычев В. Д.	161
Сарычева Е. В.	161
Семакин А. Н.	171
Сенкус В. В.	175, 178
Сенкус Вал. В.	175, 178
Сеченов П. А.	181
Старовацкая С. Н.	145
Старостенков М. Д.	82
Степанов Ю. А.	21, 47, 63, 65, 149, 185
Тверитнева Ю. А.	185
Темлянцева М. В.	34
Толстикова Ю. А.	130
Ульянов А. Д.	70
Фармонов Ш. Р.	188
Фомина А. В.	141
Фёдорова Н. В.	192
Филиппов А. С.	86
Фураев В. З.	197
Хрущев П. А.	200
Цвелодуб О. Ю.	204
Циряпкина И. В.	145
Цымбал В. П.	181
Чаплыгин П. А.	82
Черных Г. Г.	141
Шлагов Д. А.	50, 209
Штейнбрехер О. А.	212
Шурина Э. П.	218, 225