

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОГЛАСОВАНИЯ ГРАНИЦ И ПЛОЩАДЕЙ КАДАСТРОВЫХ УЧАСТКОВ

С.И. Матвеев (Московский государственный университет путей сообщения)

В 1963 г. окончил геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (в настоящее время — Государственный университет по землеустройству) по специальности «инженер-геодезист». После окончания института работал в Государственном институте проектирования городов, с 1966 г. — в ЦНИИГАиК. С 1969 г. работает в Московском государственном университете путей сообщения (МИИТ), в настоящее время — профессор кафедры «Геодезия, геоинформатика и навигация». Доктор технических наук.

А.С. Матвеев (Московский государственный университет путей сообщения)

В 1994 г. окончил факультет «Транспортные средства» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «автоматика и управление техническими системами». С 1995 г. работает в МИИТ, в настоящее время — доцент кафедры «Геодезия, геоинформатика и навигация». Кандидат технических наук.

А.С. Судоргин (НИИ ТП)

В 2005 г. окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «физик». После окончания университета работает в АО «Научно-исследовательский институт точных приборов» (НИИ ТП), в настоящее время — начальник лаборатории. Кандидат технических наук.

В настоящее время при постановке земельных участков на кадастровый учет у собственников возникают спорные вопросы, вызванные наложением или пересечением границ с соседними участками, ранее поставленными на кадастровый учет и принадлежащими другим владельцам. В таких случаях согласование новых границ в соответствии с требованиями [1] может быть проведено путем повторного согласования в форме досудебного урегулирования спора. Если заинтересованное лицо не соглашается с местоположением границ смежного землепользователя, то спор может быть решен только через суд с предоставлением результатов повторного межевания участка, выполненного кадастровым инженером.

Исключить судебное разбирательство и дать объективную

оценку положения границ земельного участка, определяемых в соответствии с Федеральным законом № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [2], может предлагаемая и запатентованная авторами адаптивная автоматизированная система согласования границ кадастровых участков (рис. 1) [3, 4].

Технический результат использования системы достигается за счет включения в специализированную ГИС, состоящую из базы данных координат кадастровых участков, базы растровых данных карт, планов, аэрокосмических снимков, универсального модуля центраоффинных преобразований координат и трансформирования растровых и векторных изображений, отличающегося повышенной точностью преобразований за счет возможности уче-

та разномасштабности и косоугольности осей координат.

Автоматизированная система согласования границ и площадей соседних кадастровых участков (рис. 2), описанная в патенте, состоит из базы данных координат углов кадастровых участков (1), базы данных аналоговых данных: карт, планов, аэро и космических снимков (2) и специализированной ГИС, содержащей модуль переычисления систем прямоугольных координат и трансформирования растровых изображений (3), основанный на известном универсальном методе центраоффинных преобразований, позволяющем учесть разномасштабность, перекося осей координат и ряд других погрешностей. Специализированная ГИС включает модуль векторизации кадастровых участков (4) и основной модуль — подсистему со-



Рис. 1
Патент на полезную модель № 150423

гласования границ и площадей соседних кадастровых участков (на рис. 2. она ограничена штрихпунктирной линией), в которой формируются и адаптируются проектная (5) и фактическая (6) модели участков с помощью рекуррентного стохастического фильтра, использующего известный метод регуляризации.

Предлагаемая система функционирует следующим образом. Имеющиеся в базе данных (1) координаты углов кадастровых участков используют при трансформировании растровых изображений в модуле (3) в качестве контрольных точек (не менее трех для каждого изображения), затем в модуле векторизации (4) определяют координаты углов всех кадастровых участков и формируют слой границ кадастровых участков. Координаты углов кадастровых участков из базы данных (1) и недостающие координаты из модуля векторизации (4) вводят в модуль (5) подсистемы согласования границ и площадей, в котором вычисляют пло-

щади кадастровых участков по известной формуле:

$$2s_j = \sum_1^k x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (1)$$

где x_i — абсцисса i -го угла кадастрового участка;

y_{i+1} и y_{i-1} — ординаты предыдущего и последующего углов.

Параллельно в модуль (6) вводят проектные значения площадей кадастровых участков.

Далее, к сформированным проектной (5) и фактической (6) моделям площадей применяют адаптивный стохастический фильтр (7), работающий по среднеквадратическому критерию рассогласования моделей.

Поскольку исходная модель (1) нелинейна по параметрам (координатам), то она линеаризуется по правилам тейлоровского разложения [5], при этом получается линейная статистическая модель Гаусса — Маркова:

$$A dx = S - S_0 + v, \quad (2)$$

где $A = (\partial S / \partial x_0)$ — известная матрица частных производных;

dx — вектор поправок к измеренным координатам;

S — проектный вектор площадей;

$S_0 = F(x_0)$ — вектор площадей, вычисленный по вектору x_0 измеренных координат;

v — вектор поправок к вектору S .

В модели (2) математическое ожидание вектора поправок принимается равным нулю, а ковариационная матрица вектора измеренных площадей определяется по формуле:

$$K(S_0) = \sigma^2 P^{-1},$$

где σ — стандарт ошибок измерения площадей;

P — диагональная матрица весов площадей.

В матрице весов вес i -го кадастрового участка предлагается определять по формуле:

$$p_i = c_i s_i,$$

где c_i — стоимость единицы площади i -го участка.

Оценить параметры модели, описываемой системой уравнений (2), с помощью стандартных процедур невозможно по двум причинам:

— сумма частных производных $(\partial s_i / \partial x_i)$ и $(\partial s_i / \partial y_i)$ по каждой строке равна нулю, из чего следует, что матрица A является матрицей неполного ранга;

— число строк матрицы A , равное числу кадастровых участков, значительно меньше числа столбцов (числа координат точек кадастровых участков).

Поэтому система уравнений (2) имеет бесчисленное множество решений. Для поиска единственного и оптимального решения применяют двойную оптимизацию поправок площадей — методом регуляризации некорректных геометрических ре-

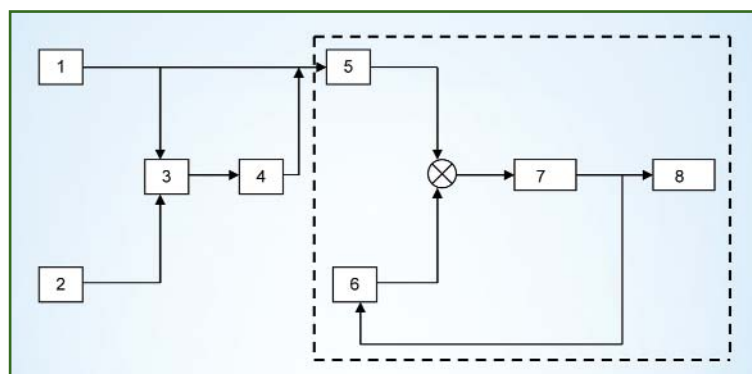


Рис. 2
Схема автоматизированной системы согласования границ и площадей соседних кадастровых участков

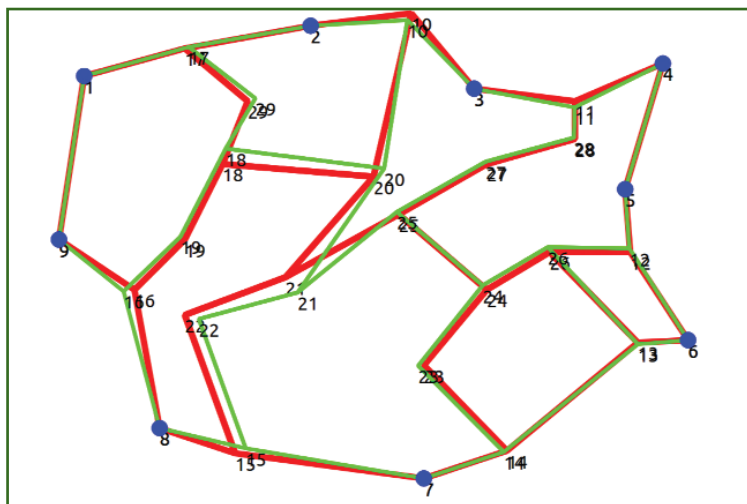


Рис. 3

Пример согласования границ соседних земельных участков

шений академика Тихонова и оптимизацию поправок в координаты межевых знаков методом взвешенного параллельного проектирования.

Поступившими из модуля (7) оптимальными решениями корректируют исходные координаты и проектные площади, формируя окончательную кадастровую документацию в виде файла оптимальных координат и площадей, обеспечивающих минимальность изменений и координат, и площадей. При этом и координаты, и площади будут иметь максимальную точность.

Изложенный алгоритм решает задачу согласования невязок площадей и границ смежных землепользований оптимальным образом. Он легко реализуется в программном модуле для равноточных измерений и может быть преобразован для неравноточных измерений (рис. 3, исходная модель показана линиями зеленого цвета, оптимальная — линиями красного цвета). Кроме того, фактическая модель площадей может быть дополнена ограничениями на параметры (координаты) и их функции (направления, углы и расстояния).

Известные автоматизированные системы земельного кадастра [6, 7], основанные на геоинформационных технологиях,

позволяют упростить процесс сбора пространственных данных и формирования кадастровой документации. Однако в существующих системах отсутствует возможность автоматизированного согласования границ смежных кадастровых участков, что в настоящее время неприемлемо по двум причинам.

Во-первых, в связи с необходимостью создания информационных систем обеспечения городской деятельности, которые до сих пор не разработаны, поскольку они не имеют геометрической и финансовой основ, предлагаемых авторами в адаптивной автоматизированной системе согласования границ кадастровых участков [4].

Во-вторых, из-за необходимости постановки на кадастровый учет земельных участков под каждым зданием и сооружением для объективного обоснования налога за их аренду.

Особую актуальность задача создания Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним и информационных систем обеспечения городской деятельности приобретает в связи с переходом к единой государственной системе геодезических координат 2011 г. (ГСК–2011) [8]. ГСК–2011 с 1 января 2017 г.

должна заменить действующие в настоящее время систему геодезических координат 1995 г. (СК–95) и систему геодезических координат 1942 г. (СК–42), применяемые Росреестром при проведении геодезических работ и создании картографических материалов.

Все это накладывает на Росреестр особую ответственность, а в решении этих задач может помочь адаптивная автоматизированная система согласования границ кадастровых участков.

▼ Список литературы

1. Приказ Минэкономразвития России от 24.11.2008 г. № 412 «Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков».
2. Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (ред. от 30.12.2015 г.).
3. Матвеев С.И. О возможности автоматизированного согласования границ кадастровых участков // Геопрофи. — 2007. — № 1. — С. 53–54.
4. Матвеев С.И., Матвеев А.С. Адаптивная автоматизированная система согласования границ кадастровых участков // Патент на полезную модель №150423. Срок действия с 24 марта 2014 г. по 24 марта 2024 г.
5. Инженерная геодезия и геоинформатика: Учебник для вузов / Под ред. С.И. Матвеева. — М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2012. — 484 с.
6. Волков С.Н. Землеустройство. Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве. — Т. 6. — М.: Колос, 2002. — 328 с.
7. Угаров С.Г., Ефимов С.А., Казакова Г.Н. Применение геоинформационных технологий в индексно-кадастровом картографировании // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. — Т. 22. — 2009. — № 1. — С. 129–141.
8. Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат».