

УДК 528.23+(69:721)

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-5-142-154

Установление локальной системы координат при создании поэтажного плана

М. С. Чуприн¹✉

¹Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва,
Российская Федерация

e-mail: chuprin.max@yandex.ru

Аннотация. Использование методов теории математической обработки геодезических измерений, установление локальной системы координат и возможность использования формулы Гаусса для определения площадей помещений позволяет повысить степень автоматизации обработки результатов кадастровых работ в отношении объектов капитального строительства, в частности, при составлении поэтажных планов. Для составления параметрических уравнений связи используются соотношения измеренных длин линий и координат соответствующих векторов. Задается прямоугольная плоская система условных координат. Для уменьшения количества необходимых измерений и приведения результатов уравнивания к общепринятому виду поэтажного плана все отрезки на плане подразделяются на вертикальные и горизонтальные. Для каждого вертикального отрезка (вектора) абсциссы верхней и нижней координаты точки равны, соответственно, для горизонтального отрезка равны ординаты крайних точек. Размеры наружных стен здания являются заданными, поэтому уравнения связи толщин наружных стен имеют простой вид. Дополнительно измеряются длины диагоналей в прямоугольных комнатах. В отличие от существующих методик предлагаемый подход позволяет однозначно описать и формализовать процесс установления размеров помещения и его площади при составлении поэтажного плана.

Ключевые слова: кадастровые работы, площадь помещения, объект капитального строительства, информационное моделирование, поэтажный план

Для цитирования:

Чуприн М. С. Установление локальной системы координат при создании поэтажного плана // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 5. – С. 142–154. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-5-142-154

Введение

Создание поэтажного плана является одним из важных этапов кадастровых работ. Именно этот графический документ служит основой для определения площадей помещений, выдачи в составе выписок из Единого государственного реестра недвижимости (далее – ЕГРН) графического описания объекта права. Переоценить такую характеристику недвижимости, как площадь, невозможно, она является одной из ключевых для совершения сделок и налогообложения. С 2014 г. кадастровые инженеры получили возможность работать с объектами капитального строительства (далее – ОКС) и сразу столкнулись

с рядом проблем [1]. Таковыми стали неопределенность требований, сложности с обработкой растровых поэтажных планов как исходных данных в составе сведений ЕГРН. Ранее этим занимались исключительно бюро технической инвентаризации (далее – БТИ), которые составляли поэтажные планы, в том числе в векторном виде для включения в государственный реестр недвижимости (О реализации положений Приказа Минэкономразвития России от 11.01.2011 N 1 «О сроках и порядке включения в государственный кадастр недвижимости сведений о ранее учтенных объектах недвижимости: распоряжение Росреестра от 27.05.2011 № Р/48. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-

Плюс». – Текст : электронный). Актуальными проблемами являются неизбежные ошибки при проведении измерений, неидеальная ортогональность стен и перегородок, которая допускается нормативами (ГОСТ Р 58942–2020. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. – М., 2020. – С. 13–16. – Текст : непосредственный). Типовые стандарты кадастровой деятельности (Стандарты кадастровой деятельности: юбилейное издание в честь 10-летия Национальной палаты кадастровых инженеров / Под общ. ред. М. И. Петрушиной, А. Г. Овчинниковой. – М. : Кадастр недвижимости, 2022. – 544 с., 151 ил. – ISBN 978-5-9906474-5-9.– Текст : непосредственный) предлагают усреднять результаты изменения в отдельных комнатах, но при накоплении округлений качество поэтажного плана ухудшается [2]. Профессиональные стандарты упоминают о возможности использовать метод наименьших квадратов и параметрический способ уравнивания. Именно эту возможность предлагается использовать по результатам измерений при создании поэтажного плана. Данный подход возможно применять и для целей актуализации цифровой информационной модели здания на этапе одновременного кадастрового учета и ввода в эксплуатацию.

Существует значительное количество зарубежных исследований, посвященных качеству и валидации геометрических данных при создании поэтажных планов. Международной коалицией из более чем двухсот профессиональных объединений разработана серия стандартов по определению площадей объектов недвижимости (Стандарты кадастровой деятельности: юбилейное издание в честь 10-летия Национальной палаты кадастровых инженеров / Под общ. ред. М. И. Петрушиной, А. Г. Овчинниковой. – М. : Кадастр недвижимости, 2022. – 544 с., 151 ил. – ISBN 978-5-9906474-5-9.– Текст : непосредственный). При всем разнообразии нормативных требований различных юрисдикций удалось создать документы, определяющие универсальные принципы измерений для целей составления поэтажных планов и определения площадей объектов недвижимости. В ста-

тье «К процедурам управления качеством в 3D-кадастре» (Nenad Višnjevac, Mladen Šoškić, Rajica Mihajlović) рассмотрены процедуры управления качеством в контексте модернизации текущей кадастровой системы и гибридной модели данных, которая поддерживает как 2D-, так и 3D-геометрию объектов недвижимости. Делается вывод о необходимости преобразования поэтажных планов в векторный вид для целей перехода к трехмерным моделям объектов недвижимости как безусловной необходимости для развития кадастровой системы [3]. В статье «Регистрация квартир и офисных помещений в 3D-кадастре – пример из Хорватии» (Никола Вучич, Саша Вранич, Майкл Сазерленд, Питер ван Оостерум) рассматриваются вопросы создания трехмерной модели объектов недвижимости как с применением технологий информационного моделирования, так и фактических измерений согласно международным стандартам [4]. Технологическая схема создания геодезического обеспечения для целей трехмерного кадастра недвижимости Е. И. Аврунова, А. И. Гиниятова может быть использована кадастровыми инженерами для создания геодезического обоснования и выбора измерительного технологического оборудования для определения параметров ОКС в пространственной системе координат в соответствии с заданными нормативными допусками в ходе выполнения кадастровых работ [5].

Методы и материалы

Автором [1] описаны основные нормативные источники, регламентирующие сбор пространственных данных о недвижимости. Развитием данной темы стала разработка Методики определения пространственных характеристики и моделирования объектов капитального строительства для целей кадастрового учета (далее – методика). Ввиду очевидной необходимости обеспечить надежный контроль измерений внутренних размеров всех помещений этажа здания единицей применения данной методики может являться этаж или отдельная блок-секция здания, обладающая отдельным контуром, учитываемым в ЕГРН.

Для создания поэтажного плана локальной системе координат необходимо выполнить следующие шаги (рис. 1).

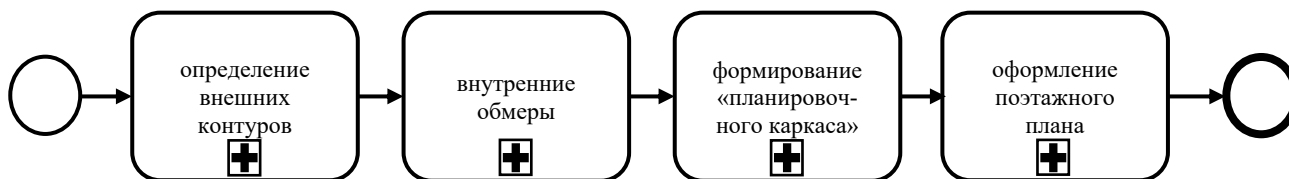


Рис. 1. Алгоритм создания поэтажного плана

После определения координат контуров каждого этажа здания выполняются его внутренние обмеры. Для корректного составления поэтажного плана обмеры следует проводить в отношении всего этажа или его изолированной (отделенной своим контуром) части. Следует избегать ситуаций, когда обмеры делаются в отношении отдельных помещений, так как это не дает возможности сопоставить сумму внутренних размеров помещений с учетом толщин стен и перегородок с внешними габаритами этажа здания. Внутренние размеры помещений определяются согласно разрабатываемой методике лазерными рулет-

ками. В отдельных случаях, когда перегородки и стены примыкают не под прямыми углами или размеры помещений более 30–40 метров, возможно применять электронные тахеометры или лазерные рулетки с угломерной частью и большей дальностью работы. Толщины внешних и внутренних стен, перегородок могут измеряться как непосредственно, например с помощью кронциркулей, так и вычисляться исходя из разницы внутренних размеров помещений с измерениями, выполненными через дверные проемы смежных помещений. Сами размеры, используемые для построения планов, показаны на рис. 2.

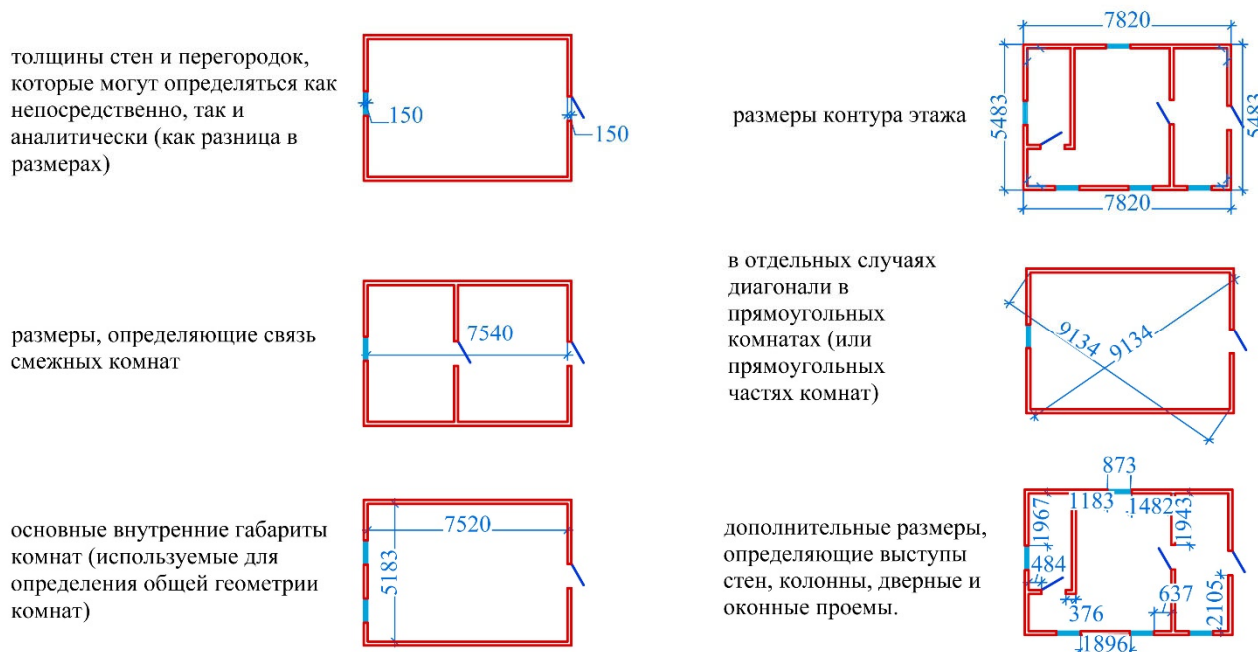


Рис. 2. Типы размеров

Обмеры следует выполнять покомнатно с обязательным ведением абриса. Наиболее удобно проводить измерения в одном направ-

лении (например, по часовой стрелке) от входа в комнату, что упрощает ведение абриса и позволяет осуществлять контроль из-

мерений. Сначала определяются дополнительные размеры (от дверного проема до угла комнаты, от угла комнаты до оконного проема и т. д.), после чего определяют основные внутренние габариты и связи с другими комнатами, определяются доступные к измерениям толщины стен и перегородок. Допустимо применение косвенных измерений [6], использование кронциркуля или толщинометра (в случае однородности материала стен). Задача состоит в обязательном наличии избыточных измерений, которые в дальнейшем

будут использованы для уравнивания результатов измерений и оценки точности.

Предлагаемая методика подразумевает выполнение обмеров здания целиком или его обособленных частей с обязательной связью наружных измерений контура этажа или части этажа с внутренним обмером помещений. Таким образом, возникает задача классификации объектов обмеров и применения оборудования, обеспечивающего достаточную точность измерений. Предлагается выделить три группы объектов [7, 8], классификация приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация объектов

Тип №	Описание	Предложения
1	Совокупность комнат и помещений для постоянного или временного пребывания людей	Применять разрабатываемую методику с учетом подходящего по габаритам и дальности работы измерительного оборудования
2	Совокупность строительных объемов, создаваемых для решения производственных задач. помещения для пребывания людей составляют незначительную часть объема, обусловленную производственной необходимостью.	Применять разрабатываемую методику с учетом подходящего по габаритам и дальности работы измерительного оборудования
3	Уникальные объекты, содержащие подавляющую часть внутреннего объема, составляют помещения сложной геометрической формы, которые проблематично разбивать на прямоугольные составляющие в процессе обмерных работ.	Применять ГОСТ Р 56905-2016 Объекты культурного наследия

При составлении поэтажного плана объектов типов 1 и 2 по этой классификации после составления абриса помещения с достаточным количеством размеров составляются параметрические уравнения связи и поправок, определяются свободные члены уравнения поправок, производится уравнивание результатов измерений методом наименьших квадратов (параметрический способ уравнивания) [9]. Для создания поэтажного плана задается условная прямоугольная система координат. За точку отсчета принимается левый нижний угол этажа. При вычислениях на новом абрисе нумеруются по часовой стрелке точки углов комнат на всем этаже (нумерация сквозная по этажу), составляется список раз-

меров. У каждой измеренной величины добавляется индекс из двух чисел, обозначающих, какие точки связывает этот размер. Толщинам стен и перегородок присваиваются произвольные порядковые индексы. Все эти обозначения номера точек, номера измерений и толщин наносятся на абрис для последующей идентификации при вычислениях. За параметры принимаются координаты (x, y) векторов, из которых состоят контуры помещений. Параметрические уравнения должны описывать связь измерений длин стен, углов (при необходимости) и координат точек контуров помещений. Измерений должно быть больше, чем координат векторов, участвующих в уравнивании. Таким образом, в случае

работы с четырехугольником минимальное количество измерений должно составлять 9. Это могут быть 4 угла, 4 стороны, толщина одной стены и связь с другой комнатой. Пара-

метрические уравнения связи основаны на связи размера стены и разницы значений координат двух противоположных отрезков. Пример абриса приведен рис. 3.

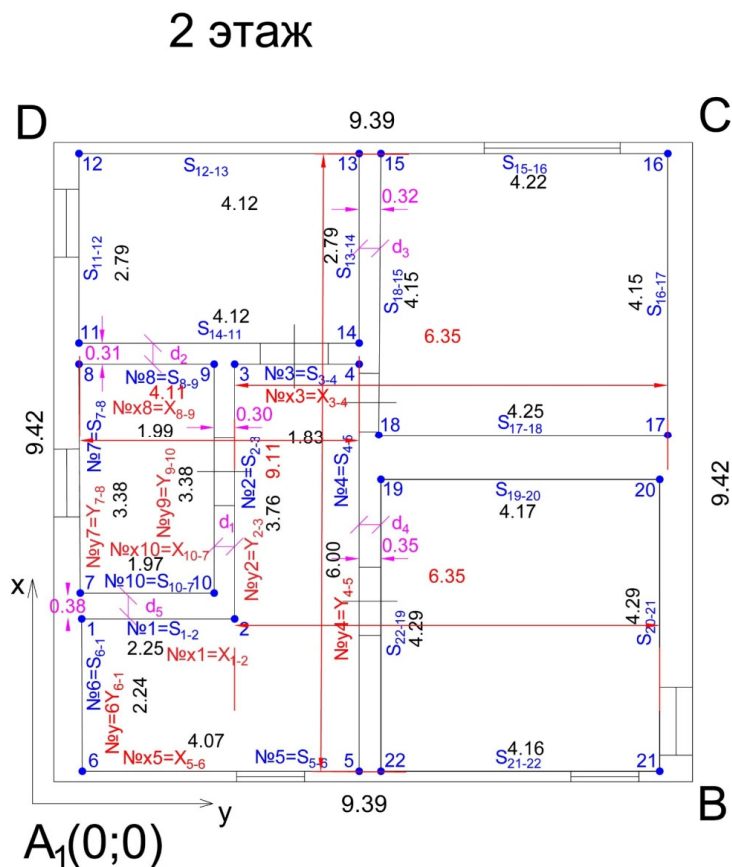


Рис. 3. Абрис с указанием связей параметров

Для участков стен связь между координатами характерных точек контуров помещений и размерами выглядит следующим образом:

$$S_{2-3} = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2}, \quad (1)$$

где S – результат измерения длины стены или перегородки; x, y – прямоугольные координаты в локальной системе.

В случае ортогональности стен и перегородок (1) значительно упрощается (по причине отсутствия приращения координат по одной из осей) и выглядит следующим образом:

$$S_{6-1} = \sqrt{(x_1 - x_6)^2} \quad (2)$$

или

$$S_{6-5} = \sqrt{(y_5 - y_6)^2}. \quad (3)$$

Для связи помещения с наружной стеной, измеренной геодезическим методом, определяется ее толщина. Такое измерение можно провести кронциркулем в оконном проеме, узнать из проектной документации или сопоставить внутренние размеры помещений, толщины стен и перегородок с результатами определения контура этажа геодезическим методом.

После составления параметрических уравнений связи нужно составить параметрические уравнения поправок. Представим различные виды таких уравнений в виде таблицы (табл. 2).

Виды параметрических уравнений поправок

Параметрическое уравнение поправок	Условие
$v_s = -\cos \alpha_{12} \partial x_1 - \sin \alpha_{12} \partial y_1 + \cos \alpha_{12} \partial x_2 + \sin \alpha_{12} \partial y_2 + l_s$ (4), где α – угол между примыкающими конструкциями; v_s – значение поправки в выполненное измерение; ∂y_1 – коэффициент (частная производная из параметрического уравнения связи); l_s – свободный член уравнения поправок	Для стороны в общем виде для стен и перегородок, пересекающихся в плане не под прямым углом
$v_{1-2} = -\partial y_1 + \partial y_2 + l_s$ (5), где v_{1-2} – значение поправки в выполненное измерение; ∂y_1 – коэффициент (частная производная из параметрического уравнения связи); l_s – свободный член уравнения поправок	При условии ортогональности стен для горизонтальных участков («вправо» или $\alpha = 90^\circ$)
$v_s = \partial y_1 - \partial y_2 + l_s$ (6), где v_s – значение поправки в выполненное измерение; ∂y_1 – коэффициент (частная производная из параметрического уравнения связи); l_s – свободный член уравнения поправок	При условии ортогональности стен для горизонтальных участков («влево» или $\alpha = 270^\circ$)
$v_s = -\partial x_1 - \partial x_2 + l_s$ (7), где v_s – значение поправки в выполненное измерение; ∂x_1 – коэффициент (частная производная из параметрического уравнения связи); l_s – свободный член уравнения поправок	При условии ортогональности стен для вертикальных участков («вверх» или $\alpha = 0^\circ$)
$v_s = \partial x_1 - \partial x_2 + l_s$ (8), где v_s – значение поправки в выполненное измерение; ∂x_1 – коэффициент (частная производная из параметрического уравнения связи); l_s – свободный член уравнения поправок	При условии ортогональности стен для вертикальных участков («вниз» $\alpha = 180^\circ$)

Свободные члены в свою очередь выражаются как разность координат и результатов измерений

$$l_{1-2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_3 - y_2)^2} - S_{1-2}, \quad (9)$$

где l – свободный член параметрического уравнения поправок; S – размер стены или перегородки; x , y – прямоугольные координаты в локальной системе.

Для оптимизации процесса вычислений исходим из безусловной ортогональности поэтажного плана, тогда каждый отрезок является строго вертикальным или горизонтальным. В таком случае у точек любого отрезка на плане в зависимости от ориентации совпадают абсциссы или ординаты, а количество связанных размеров при выполнении обмеров можно снизить до 5. В общем виде в прямо-

угольной комнате должны быть минимум определены два размера комнаты, две толщины стены и одна связь со смежной комнатой (дополнительные размеры не учитываются). По результатам измерений вычисляются приближенные координаты векторов, значения частных производных и свободных членов. Результаты вносятся в матрицы A и L . Коэффициенты из параметрических уравнений поправок для каждого измерения вносятся в матрицу A , свободные члены уравнения поправок – в матрицу L . Далее происходит приближенное вычисление всех парамет-

ров (координат характерных точек контуров помещений). После составления уравнений связи составляются параметрические уравнения поправок, вычисляются свободные члены, вычисляются значения поправок и вносятся в матрицу L . Вычисления производятся согласно теории математической обработки геодезических измерений (далее – ТМОГИ), в результате определяем вектор поправок в измеренные длины стен [9].

Результаты

С использованием методов ТМОГИ разработана программа для ЭВМ «Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner)», автоматизирующая данный процесс вычислений [10], самыми трудоемкими из которых являются создание электронного абриса (с указанием результатов измерений) и приближенные вычисления значений параметров, осуществляемые путем откладывания отрезков по сетке заданным шагом. Шаг сетки составляет 10 сантиметров, но при вводе существует возможность указать точное значение; на рис. 4 показан пример.

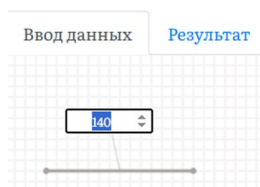


Рис. 4. Ввод данных в среде программы для ЭВМ «Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner)»

Эти задачи решаются с помощью создания электронного абриса по существующей сетке. Исходя из заданного шага сетки и данных результатов внутренних обмеров (абриса) создается его электронная версия с внесением результатов измерений для дальнейшей обработки. Далее вычисления идут по описанному выше алгоритму. В результате ΔX вносят в приближенные вычисленные координаты (параметры), получая уравненные значения, проводят оценку точности. Уравненные значения

координат характерных точек контуров помещений служат для создания «планировочного каркаса здания». Ниже на рис. 5–7 приведены примеры готового абриса, результата расчета площадей и уравнивания соответственно.

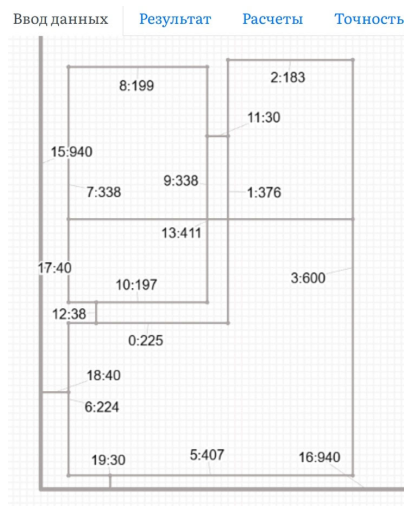


Рис. 5. Электронный абрис в среде программы для ЭВМ «Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner)»

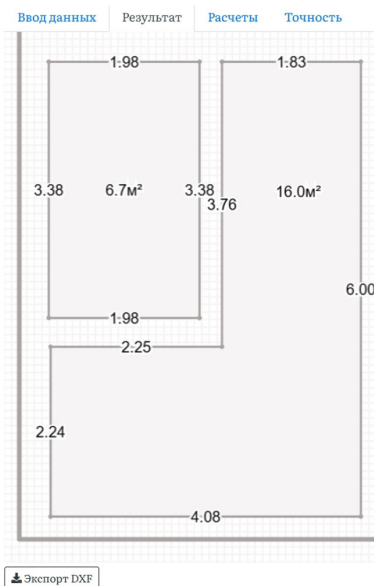


Рис. 6. Результаты вычисления площадей в среде программы для ЭВМ «Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner)»

Из рис. 5 следует, что проведено 14 измерений, которые связывают 10 параметров. Па-

раметрами, как указано выше, являются координаты векторов, образующих контуры комнат. В рассматриваемом случае при заданном условии ортогональности стен для каждого отрезка за параметр принимается в зависимости от ориентации одна координата (x или y). При этом в матрице A не предполагается учета параметрических уравнений углов со

свободными членами. Разрабатываемая методика подразумевает предварительную классификацию объектов, приведенную в табл. 2, и использование одного вида измерительного оборудования для типов 1 и 2, поэтому все измерения принимаются равноточными, что исключает необходимость применения в расчетах весовой матрицы P.

Ввод данных	Результат	Расчеты	Точность
#	S _{изм} , см	V, см (поправка)	S _{урavn} , см
1	225	0.29	225.29
2	376	0.00	376.00
3	183	-0.34	182.66
4	600	0.00	600.00
5	407	0.94	407.94
6	224	0.00	224.00
7	338	0.00	338.00
8	199	-0.63	198.37
9	338	0.00	338.00
10	197	1.37	198.37

Средняя квадратическая ошибка измеряемого расстояния $\mu = 0.92$ см

Рис. 7. Результаты уравнивания в среде программы для ЭВМ «Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner)»

На рис. 7 приведены поправки в измеренные значения длин стен для части этажа (вектор поправок в измеренные длины стен). Стандартом (ГОСТ Р 58942–2020. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. – М., 2020. – С. 13–16. – Текст : непосредственный) предписывается допуск по ортогональности до 12 сантиметров. Из отчета на рис. 7 исключены размеры, определяющие

связи смежных комнат, измерения толщин стен и перегородок, так как эти значения не приводятся на итоговом поэтажном плане. Исходя из условия ортогональности перегородок в условной системе координат с использованием средств компьютерной графики создается поэтажный план. Общая последовательность выполнения операций при создании планировочного каркаса приведена ниже (рис. 8).

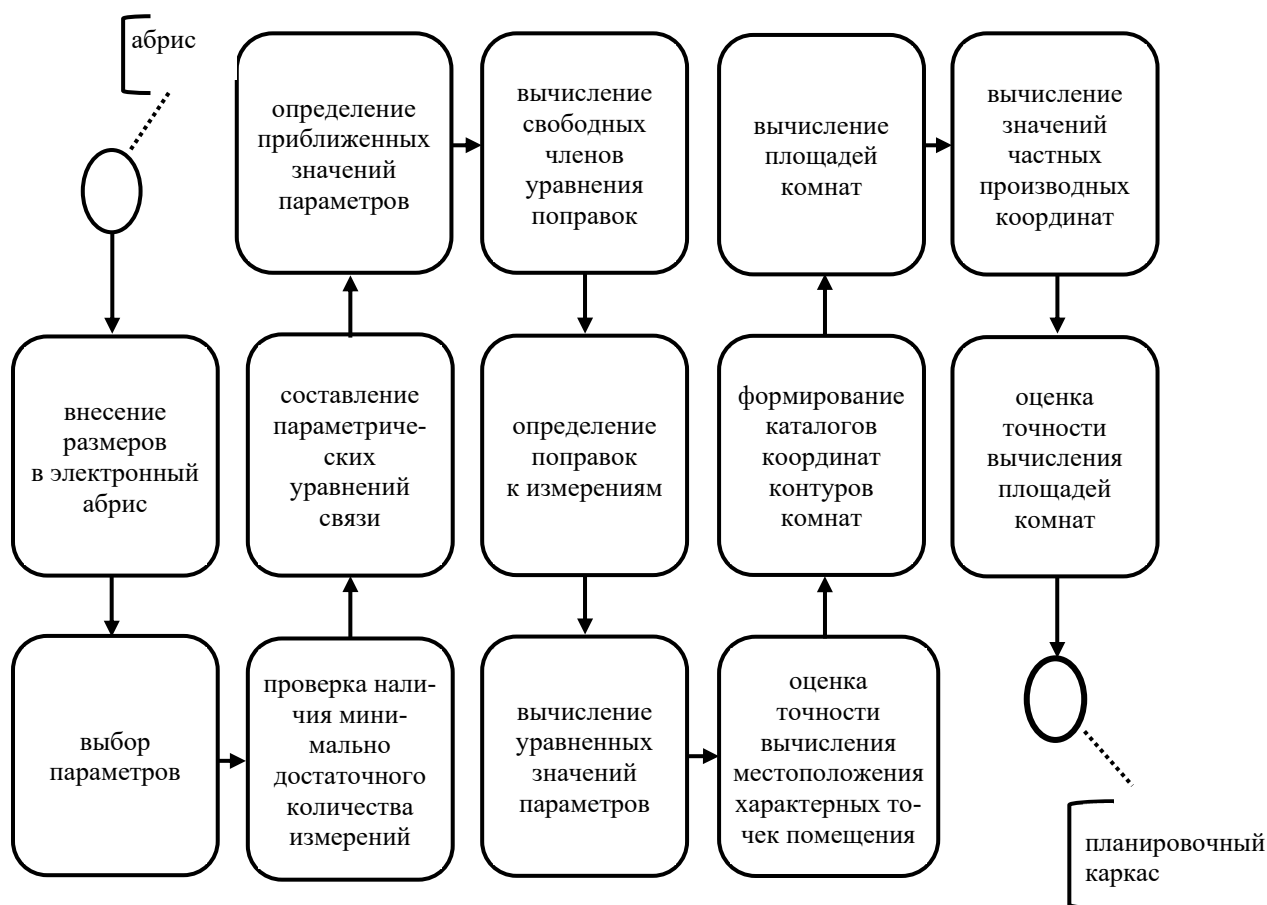


Рис. 8. Алгоритм работы Planner

Дальнейшие исследования по апробации разрабатываемой методики с использованием Planner должны дать ответы о корректности принятия угловых и линейных измерений равноточными и, как следствие, о возможном допуске по ортогональности поэтажного плана для кадастровой деятельности.

Обсуждение

Результатом вычислений является внесение поправок в выполненные измерения, а уравненные значения параметров (уже объединенные в связанные между собой векторы) позволяют в локальной системе координат создать чертеж, который служит основой для оформления поэтажного плана. Используя вспомогательные размеры, вычерчиваются условные знаки окон, дверей и прочих архитектурных элементов, которые согласно требованиям к составлению по-

этажного плана необходимо отображать на чертеже. Планировочный каркас является исходными данными для составления файлов xml и ifc [11, 12]. Далее следует оценить точность подобных построений, сравнить с существующей методикой (Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места : приказ Росреестра от 23.10.2020 N П/0393 (ред. от 29.10.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс». – Текст : электронный) и сделать вывод о возможности вычислять подобным образом площади в отношении помещений и зданий. В отличие от традиционных мето-

дов создания поэтажных планов предлагаемая методика позволит сразу переходить к определению площадей помещений, исключив этап разбиения помещений на простые геометрические фигуры, вычисляя площадь как функцию от локальных координат контура помещения на плане этажа. Кроме того, применение данной методики позволит обеспечить воспроизводимость результатов составления поэтажного плана и определения площади в случаях расхождения линейных размеров у разных исполнителей, так как для каждого измерения длин стен и перегородок на плане будет проводиться оценка точности. Составление поэтажного плана в векторном формате для дальнейшего использования в различных информационных системах является теоретически востребовано в любом из возможных сценариев развития отечественной системы учета недвижимости [13]. В отличие от существующих методик предлагаемый подход позволяет однозначно описать и формализовать процесс установления размеров помещения и расчета площади при составлении поэтажного плана.

Заключение

Использование методов ТМОГИ и установление локальной системы координат ОКС позволяет автоматизировать составление поэтажного плана, использовать формулу Гаусса для определения площадей помещений, что создаст условия для повышения объективности отражения пространственных характеристик в ЕГРН [14], поскольку в отличие от существующих методик позволяет однозначно описать и формализовать процесс установления размеров помещения и расчета площади. Установление локальной системы координат при создании поэтажного плана позволит автоматизировать процесс вычисления площадей, повысит технологичность (степень автоматизации) создания поэтажных планов. Кроме того, поэтажный план, составленный с применением разрабатываемой методики, может послужить инструментом разрешения споров о площади и линейных размерах помещений, дополнять перспективные технологии лазерного сканирования для большей автоматизации трехмерного моделирования, что является направлением продолжения исследований автора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чуприн М. С., Григорьев С. А. Анализ методов сбора пространственных данных для формирования эксплуатационной модели здания и последующего кадастрового учета // Управление объектами недвижимости и комплексное развитие территорий : сборник статей III Международного научно-практического семинара. Санкт-Петербург, 2024. – СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2024. – С. 204–211. – EDN BQUENY.
2. Жабицкий М. Г., Черненко К. В. Метод цифрового определения координат измерительного комплекса при выполнении измерений в замкнутом помещении // International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Vol. 11. – No 6.
3. Višnjevac N., Šoškic M., Mihajlović R. Towards Quality Management Procedures in 3D Cadastre // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2024. – Vol. 13. – No 5. – P. 160. – DOI 10.3390/ijgi13050160.
4. Vučić N., Vranić S., Sutherland M., van Oosterom, P. Registration of apartments and office spaces in 3D land administration – A case study in Croatia // Land Use Policy. – 2024. – Vol. 142. – DOI 10.1016/j.landusepol.2024.107187.
5. Аврунев Е. И., Гиниятов А. И. Технологическая схема создания геодезического обеспечения для целей трехмерного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Международ. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 49–55. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-3-49-55.
6. Лебедев Н. Н. Курс инженерной геодезии. Геодезические работы при проектировании и строительстве городов и тоннелей : учебное пособие. – 2-е изд. – М. : Недра, 1974. – 360 с.

7. Майничева А. Ю., Груздева Е. А., Орлова Е. Ю. Методика обмеров зданий методом лазерного сканирования (на примере двух объектов культурного наследия Новосибирской области) // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. – 2023. – № 51. – С. 258–269. – DOI 10.17223/22220836/51/22.
8. Яхина Е. П., Светлова О. И. Анализ тенденций использования технологии лазерного сканирования при сохранении объектов культурного наследия России // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 2 (48). – DOI 10.52684/2312-3702-2024-48-2-58-63.
9. Голубев В. В. Геодезия. Теория математической обработки геодезических измерений : учебник для вузов. – М. : МИИГАиК, 2016. – 422 с.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024666929 Российская Федерация. Веб-сервис для создания планировочного каркаса объекта капитального строительства (Planner) : № 2024664603 : заявлено 20.06.2024; опубликовано 17.07.2024, Бюл. № 7 / Чуприн Максим Сергеевич (RU), Атаманов Сергей Александрович (RU), Голубев Владимир Викторович (RU). Правообладатель Чуприн Максим Сергеевич (RU). – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ.
11. Бачурина С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 128 с.
12. Бачурина С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 3: Примеры лучших практик использования цифровых моделей в градостроительстве. – М. : ДМК Пресс, 2022. – 192 с.
13. Атаманов С. А., Григорьев С. А., Косаруков З. С., Чуприн М. С. Перспективы развития системы учета недвижимости // Пространственные данные: наука и технологии. – 2023. – Т. 14, № 4. – С. 28–46. – DOI 10.30533/scidata-2023-14-16. – EDN BUZFDJ.
14. Григорьев С. А. Достоверность сведений ЕГРН и ее критерии // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 100–107. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-100-107. – EDN MMOIGV.

Об авторах

Максим Сергеевич Чуприн – преподаватель кафедры землеустройства и кадастров.

Получено 26.02.2025

© М. С. Чуприн, 2025

Establishing local coordinate systems for accurate floor plan creation

M. S. Chuprin^{1✉}

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

e-mail: chuprin.max@yandex.ru

Abstract. A novel approach to automating the processing of cadastral survey results for capital construction objects, specifically in the development of floor plans is presented in the paper. The methodology integrates mathematical processing techniques for geodetic measurements, establishment of a local coordinate system, and the application of Gauss's formula for precise area calculation of rooms. Parametric constraint equations are formulated based on measured segment lengths and corresponding vector coordinates within a defined rectangular planar coordinate system. To optimize measurement efficiency and standardize adjustment outcomes to conventional floor plan formats, line segments are categorized as either vertical or horizontal. Vertical segments maintain constant x-co-

ordinates across endpoints, while horizontal segments have equal y-coordinates. Known external wall dimensions simplify constraint equations related to wall thickness. Additional diagonal measurements in rectangular rooms enhance accuracy. Unlike traditional methods, this approach offers a rigorous, formalized process for defining room sizes and areas, improving accuracy and reliability in floor plan generation.

Keywords: cadastral works, room area, capital construction object, information modelling, floor plan

REFERENCES

1. Chuprin M. S., Grigoriev S. A. (2024). Analysis of methods for collecting spatial data for the formation of an operational building model and subsequent cadastral accounting. In *Sbornik statey III Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminar: Upravlenie obektami nedvizhimosti i kompleksnoe razvitie territorii: [Proceedings of the III International Research and Practical Seminar: Real estate management and integrated territorial development]* (pp. 204-211). St. Petersburg: St. Petersburg Mining University Publ. ISBN 978-5-94211-993-5. EDN BQUENY [in Russian].
2. Zhabitsky M. G., Chernenko K. V. (2023). Method for digital determination of coordinates of a measuring complex when performing measurements in a closed space *International Journal of Open Information Technologies*, 11(6). ISSN 2307-8162 [in Russian].
3. Višnjevac, N., Šoškić, M., Mihajlović, R. (2024). Towards Quality Management Procedures in 3D Cadastre. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 13 (5), P. 160. DOI 10.3390/ijgi13050160.
4. Vučić N., Vranić S., Sutherland M., van Oosterom, P. (2024). Registration of apartments and office spaces in 3D land administration – A case study in Croatia. *Land Use Policy*, 142. DOI 10.1016/j.landusepol.2024.107187.
5. Avrunev E. I., Giniyatov A. I. (2022). Technological scheme for creating geodetic support for the purposes of a three-dimensional real estate cadastre. In *Sbornik materialov Interexpo GEO-Sibir'-2022: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 3. Ekonomicheskoe razvitie Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodopol'zovaniia, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravlenii e nedvizhimost'iu [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2022: International Scientific Conference: Vol. 3. Economic Development of Siberia and the Far East. Environmental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management]* (pp. 49–55). Novosibirsk: SSUGT Publ. DOI 10.33764/2618-981X-2022-3-49-55 [in Russian].
6. Lebedev N. N. (1974). Course of engineering geodesy. *Geodezicheskie raboty pri proektirovanii i stroitel'stve gorodov i tonnelei [Geodetic works in the design and construction of cities and tunnels]*. Moscow: Nedra Publ. 360 p. [in Russian].
7. Mainicheva A. Yu., Gruzdeva E. A., Orlova E. Yu. (2023). Methodology for measuring buildings using laser scanning (on the example of two cultural heritage sites in the Novosibirsk region) *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Kul'turologiia i iskusstvovedenie [Vestnik Tomsk State University Journal. Cultural Studies and Art History]*, 5, 258–269. DOI 10.17223/22220836/51/22 [in Russian].
8. Yakhina E. P., Svetlova O. I. (2024). Analysis of trends in the use of laser scanning technology in preserving cultural heritage sites in Russia *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiia [Engineering and Construction Herald of the Caspian Region]*, 2(48). DOI 10.52684/2312-3702-2024-48-2-58-63 [in Russian].
9. Golubev V. V. (2016). *Geodesy. Theory of Mathematical Processing of Geodetic Measurements [Teoriia matematicheskoi obrabotki geodezicheskikh izmerenii]*. Moscow: Izdatel'stvo MIIGAiK Publ., 422 p. ISBN 978-5-91188-073-6 [in Russian].
10. Certificate of State Registration of the Computer Program No. 2024666929 Russian Federation. Web service for creating a planning framework for a capital construction project (Planner) : No. 2024664603 : filed 06/20/2024, published 07/17/2024, Bull. No. 7 / Chuprin Maxim Sergeevich (RU), Atamanov Sergey Alexandrovich (RU), Golubev Vladimir Viktorovich (RU). Copyright

holder: Chuprin Maxim Sergeevich (RU) Registered in the Register of Computer Programs [in Russian].

11. Bachurina S. S. (2021). *Informatsionnoe modelirovanie: metodologiya ispol'zovaniia tsifrovyykh modelei v protsesse perekhoda k tsifrovomu proektirovaniyu i stroitel'stvu. CH. 2: Perekhod k tsifrovomu proektirovaniyu i stroitel'stvu. Metodologiya* [Information Modeling: Methodology for Using Digital Models in the Transition to Digital Design and Construction. Part 2: Transition to Digital Design and Construction. Methodology]. Moscow: DMK Press Publ., 128 p. ISBN 978-5-97060-994-1 [in Russian].

12. Bachurina S. S. (2022). *Informatsionnoe modelirovanie: metodologiya ispol'zovaniia tsifrovyykh modelei v protsesse perekhoda k tsifrovomu proektirovaniyu i stroitel'stvu. CH. 2: Primery luchshikh praktik ispol'zovaniia tsifrovyykh modelei v gradostroitel'stve* [Information Modeling: Methodology for Using Digital Models in the Transition to Digital Design and Construction. Part 3: Examples of Best Practices in Using Digital Models in Urban Planning]. Moscow: DMK Press Publ., 192 p. ISBN 978-5-93700-158-0 [in Russian].

13. Atamanov S. A., Grigoriev S. A., Kosarukov Z. S., Chuprin M. S. (2023). Prospects for the development of the real estate accounting system *Prostranstvennyye dannye: nauka i tekhnologii* [Spatial Data: Science and Technology], 14(4), 28–46. DOI 10.30533/scidata-2023-14-16. EDN BUZFDJ [in Russian].

14. Grigoriev S. A. (2021). The reliability of the Unified State Register of Real Estate information and its criteria *Vestnik SGUGiT* [Vestnik SSUGT], Vol. 26, № 4. Pp. 100–107. DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-100-107. EDN MMOIGV [in Russian].

Author details

Maksim S. Chuprin – Lectuer of the Department of Land Management and Cadastre.

Received 26.02.2025

© *M. S. Chuprin*, 2025