

УДК 528.7

СОЗДАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КАДАСТРОВОГО УЧЁТА ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

Беличенко О.Д.¹, студент гр. КНб-241, I курс
Московских И.Ю.¹, ассистент кафедры

¹Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Современное развитие городов и эффективное управление земельными ресурсами неразрывно связаны с применением передовых технологий, обеспечивающих высокую точность и актуальность пространственных данных. Ключевую роль в этом процессе играют ортофотопланы – это геометрически исправленные изображения земной поверхности, созданные на основе аэрофотосъемки или данных со спутников. Они представляют собой детальное и точное отображение местности, лишенное геометрических искажений, характерных для обычных фотографий, снятых с высоты. Эти изображения служат незаменимым источником информации для самых разных задач, от планирования городской застройки до мониторинга изменения окружающей среды [7].

Ортофотопланы – это, по сути, своего рода «цифровая карта», отображающая не только контуры зданий, дорог и других объектов инфраструктуры, но и детали рельефа, растительности, водоемов. Благодаря своей высокой геометрической точности, они позволяют проводить точные измерения расстояний, площадей и углов, что критически важно для градостроительства, кадастрового учета и землеустройства. Например, при планировании новой жилой застройки ортофотопланы позволяют оценить рельеф местности, определить оптимальное расположение зданий с учетом существующей инфраструктуры и ландшафта, рассчитать площади земельных участков с высокой степенью точности [8].

Ортофотопланы передают точную картографическую информацию и являются актуальными для проведения мониторинга изменений городской среды и способствуют эффективному управлению земельными ресурсами, что особенно важно в условиях активного градостроительного развития.

Цель данной статьи является изучение разработки и внедрения современных методов создания ортофотопланов как основы для эффективного градостроительного проектирования и ведения кадастрового учёта городских земель.

Задачи:

– Изучить существующие методы и технологии создания ортофотопланов.

- Проанализировать требования к точности и детализации ортофотопланов для градостроительной деятельности.

- Исследовать нормативно-правовую базу в области кадастрового учёта и градостроительного проектирования.

Процесс создания ортофотопланов включает в себя несколько этапов, начиная с получения исходных аэро- или космических снимков. Затем проводится сложная обработка данных, включающая в себя геометрическую коррекцию, орторектификацию – устранение искажений, вызванных рельефом местности и наклоном камеры – и мозаичивание отдельных снимков в единое целое изображение.

Этапы создания ортофотоплана:

1. Сбор сведений о целях использования ортофотоплана. Составление технического задания на работы / съемку. Разработка маршрута съемки таким образом, чтобы соблюдались минимальные значения перекрытия снимков.

2. Размещение точек привязки на необходимом участке (на местности): создание контрольных опознавательных точек, каждая из которых устанавливается на свободных участках, без застройки и растительности и на каждую из которых создается абрис в цифровом виде, заметный на исходных снимках. Определение координат контрольных опознавательных точек на местности с высокой точностью.

3. Создание снимков участка с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [6]. Снимки, сделанные в процессе аэрофотосъемки, имеют точную привязку к заданной системе координат (за счет встроенного GNSS-приемника).

Полученные фотоснимки обрабатываются в специализированном ПО, где все элементы сшиваются в ортофотоплан. Задача сшивки – сделать так, чтобы не возникало разрывов, смещений, искажений, чтобы высотные здания не перекрывались частью ортофотоплана, а снимки были четкие без бликов, разрывов, пятен.

4. Формирование итогового документа. Составление технического отчета с указанием использованного оборудования, перечисления методов съемки, пояснениями важных моментов, касающихся выполненных работ. Выдача результата работ - отчета в электронном и бумажном виде, каталога координат опознавательных знаков, ортофотоплан (ортофотопланы), копии документов на БПЛА, разрешений на проведение работ и пр. Для этого используются специализированное программное обеспечение и высокопроизводительные вычислительные системы. Качество полученного ортофотоплана напрямую зависит от разрешения исходных снимков, точности координатной привязки и применяемых методов обработки. Существуют различные методы орторектификации, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, выбор метода зависит от конкретных условий съемки и требований к точности.

В сфере градостроительства ортофотопланы используются для планирования городской инфраструктуры, разработки проектов застройки,

мониторинга состояния объектов недвижимости, оценки степени застроенности территорий, а также для создания трехмерных моделей городов. В кадастровом учете они незаменимы для определения границ земельных участков, оценки их площади, выявления самовольных построек и нарушений земельного законодательства. Кроме того, ортофотопланы широко применяются в других отраслях, таких как сельское хозяйство, лесное хозяйство, геология и мониторинг окружающей среды.

Нормативная база, регулирующая создание и использование ортофотопланов, включает в себя государственные стандарты, технические регламенты и ведомственные инструкции. Эти документы определяют требования к точности, разрешению и форматам данных, а также порядок проведения геодезических работ и обработки полученных результатов. Соблюдение этих требований обеспечивает высокое качество ортофотопланов и их надежное использование в различных областях. Важно отметить, что актуальность и точность ортофотопланов напрямую связаны с периодичностью обновления исходных данных – регулярная аэрофотосъемка позволяет поддерживать актуальность информации и отслеживать изменения, происходящие в городской среде. Таким образом, ортофотопланы являются не просто статичными изображениями, а динамическим инструментом, способствующим эффективному управлению городским пространством и земельными ресурсами.

В отличие от обычной аэрофотосъемки, ортофотоплан обеспечивает географическую привязку каждого пикселя изображения, что позволяет точно отображать объекты на местности. Это делается с помощью фотограмметрической обработки изображений и геодезических данных, что позволяет исключить искажения, связанные с углом съемки, топографией и другими факторами.

Ортофотопланы обладают рядом характеристик, таких как:

- масштаб – обычно от 1:500 до 1:5000, в зависимости от задачи;
- точность – высокая степень географической точности, которая достигается за счет использования геодезической привязки;
- детализация – возможность отображать как крупные объекты (здания, дороги), так и мелкие элементы (деревья, освещённые элементы).

Существует несколько методов создания ортофотопланов, среди которых наибольшее распространение получили методы аэрофотосъемки и спутниковых технологий, а также использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [2].

Аэрофотосъемка остаётся одним из самых популярных методов создания ортофотопланов, особенно для больших территорий. В процессе аэрофотосъемки используются специально оборудованные воздушные судна, оснащенные фотокамерами высокого разрешения. Такие снимки затем обрабатываются с использованием фотограмметрии для устранения геометрических искажений, вызванных рельефом и углом съемки.

Беспилотные летательные аппараты (дроны) в последние годы становятся всё более востребованными для создания ортофотопланов, особенно для малых и средних территорий. БПЛА позволяют получать снимки с более высокой детализацией и в реальном времени, что делает этот метод удобным для оперативных кадастровых и градостроительных работ.

Преимущества использования БПЛА включают:

- высокое разрешение снимков, которое невозможно получить при аэрофотосъёмке;
- меньшие затраты на съёмку малых территорий;
- возможность проведения съёмки в условиях городской застройки, где традиционные методы могут быть неэффективны.

Типы БПЛА:

- мультикоптеры (например, DJI Phantom, Inspire, Matrice) популярны благодаря своей высокой маневренности и возможности работать на малых и средних территориях. Мультикоптеры подходят для съёмки в городах и в условиях плотной застройки;
- крылатые БПЛА (например, eBee, SenseFly) — используются для съёмки больших площадей. Они способны летать на больших высотах и обеспечивать более широкий угол обзора;
- гибридные БПЛА сочетают в себе преимущества мультикоптеров и крылатых аппаратов, что позволяет эффективно работать как в ограниченном пространстве, так и на больших территориях [3].

Спутниковая съёмка применяется для получения ортофотопланов больших территорий, таких как целые города или даже области. Современные спутники могут обеспечивать высокое разрешение, необходимое для градостроительных и кадастровых задач. Однако спутниковые снимки могут иметь ограничения по времени съёмки и погодным условиям.

Технологии RTK/PPK: эти технологии, такие как кинематика в реальном времени (RTK) или кинематика с постобработкой (PPK), позволяют значительно повысить точность данных. RTK позволяет получать данные с точностью до нескольких сантиметров в реальном времени, что критически важно для создания кадастровых и градостроительных ортофотопланов [5].

Спутники предоставляют данные для картографирования больших территорий, однако они имеют ограничения по разрешению и времени съёмки.

Спутниковая съёмка высокого разрешения: современные спутники, такие как WorldView, GeoIQ и другие, способны предоставлять изображения с разрешением до 30 см на пиксель. Эти данные могут быть использованы для создания ортофотопланов на уровне целых городов или регионов [4].

Использование спутников для мониторинга изменений: спутниковые данные могут быть использованы для отслеживания изменений на территории с течением времени, что полезно для градостроительного и экологического мониторинга.

С помощью спутников ортофотопланы предоставляют точную информацию о текущем состоянии городской застройки, включая

расположение зданий, дорог, мостов и других объектов инфраструктуры. Эти данные являются основой для разработки новых проектных решений, реконструкции и модернизации объектов.

В процессе градостроительного проектирования ортофотопланы используются для:

- Планирования нового строительства: при помощи ортофотопланов можно точно определить местоположение будущих объектов, учитывать существующие условия, такие как расположение дорог и коммуникаций.

- Оценки воздействия на окружающую среду: данные о текущем состоянии территории необходимы для анализа воздействия нового строительства на экологическую обстановку.

- Согласования проектов с местными властями: ортофотопланы позволяют органам власти оперативно согласовывать новые проектные решения с учетом реальной ситуации на местах.

Ортофотопланы также являются важным инструментом для проектирования и улучшения городской инфраструктуры, включая транспортные развязки, водоснабжение, канализацию и другие объекты. С их помощью можно:

- Разрабатывать новые трассы для общественного транспорта.

- Определять оптимальные места для размещения объектов коммунального хозяйства.

- Проводить анализ доступности различных районов города для различных категорий населения.

Одним из важнейших применений ортофотопланов в кадастровом учёте является точное определение и закрепление границ земельных участков. Ортофотопланы позволяют точно зафиксировать местоположение и размеры участков, что способствует устранению возможных споров между владельцами земельных участков и государственными органами.

Ортофотопланы обеспечивают возможность регулярной инвентаризации объектов недвижимости, что необходимо для актуализации кадастровых данных. Они позволяют эффективно фиксировать изменения в существующих земельных участках, таких как застройка или изменение использования земли.

В условиях динамично развивающихся городов, ортофотопланы становятся важным инструментом для регулярного обновления кадастровых записей. Данные, полученные с помощью ортофотопланов, позволяют быстрее и точнее вносить изменения в кадастровые базы, обеспечивая их актуальность и точность.

Создание ортофотопланов должно соответствовать ряду нормативных документов, регулирующих точность, формат и методы их создания. Одним из ключевых нормативов в России является ГОСТ 32637-2014 «Геодезические и картографические работы. Ортофотопланы. Требования», который определяет требования к точности, масштабу и качеству ортофотопланов. Этот стандарт устанавливает:

- Требования к разрешению и масштабу ортофотопланов.

- Методы обработки и корректировки снимков.
- Требования к географической привязке и точности данных.

Кроме того, существуют также нормативные акты, регулирующие безопасность аэрофотосъемки, такие как СанПиН 2.2.1/2.4.2.2821-10 «Гигиенические требования к проведению аэрофотосъемки», которые обеспечивают безопасность при использовании беспилотных летательных аппаратов [1].

С развитием технологий аэрофотосъёмки и спутниковых технологий можно ожидать повышения точности и доступности ортофотопланов. Применение машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматической обработки изображений позволит ускорить процесс создания ортофотопланов и снизить затраты на их производство.

Кроме того, увеличение разрешения спутниковых снимков и улучшение качества данных, получаемых с помощью БПЛА, откроют новые горизонты для более точного и детализированного картографирования городских территорий.

Создание ортофотопланов является важным этапом в градостроительном проектировании и кадастровом учёте. Использование современных технологий, таких как БПЛА и спутниковая съёмка, позволяет получать точные данные о территориальных изменениях в реальном времени, что значительно улучшает процессы планирования и управления городской средой. Соблюдение нормативных требований и использование высокотехнологичных методов обработки данных является основой для создания качественных ортофотопланов, которые обеспечивают точность и достоверность информации для всех пользователей, от органов власти до частных застройщиков и кадастровых инженеров.

Список литературы:

1. СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях"
2. Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации : монография / В.А. Крамарь, А.Н. Володин, Е.В. Евтушенко [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 180 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-015841-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2166196>. – Режим доступа: по подписке.
3. Вовасов, В. Е. Комплексование радиотехнических систем управления с другими информационными датчиками : учебное пособие для вузов / В. Е. Вовасов, С. А. Герко. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2023. - 242 с. - ISBN 978-5-9912-0860-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2150484>. – Режим доступа: по подписке.

4. Джим Бауманн Геологоразведка из космоса / Джим Бауманн [Электронный ресурс] // Esri CIS : [сайт]. — URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2020/04/30/exploration-from-space/>.
5. Кинематическая обработка в реальном времени / [Электронный ресурс] // ArcGIS Drone2Map : [сайт]. — URL: <https://doc.arcgis.com/ru/drone2map/2023.1/help/real-time-kinematic.htm>.
6. Кравченко, Ю. А. Геодезия: классическая и современная : учебник / Ю.А. Кравченко. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 775 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1096088. - ISBN 978-5-16-019215-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2098102>. — Режим доступа: по подписке.
7. Лемешкин Антон Владимирович Современные подходы к управлению земельными ресурсами с помощью кадастровых систем / Лемешкин Антон Владимирович [Электронный ресурс] // АПНИ : [сайт]. — URL: <https://apni.ru/article/9944-sovremennye-podhody-k-upravleniyu-zemelnyimi-resursami-s-pomoshyu-kadaastrovyh-sistem>.
8. Раклов, В. П. Географические информационные системы в тематической картографии : учебное пособие / В. П. Раклов. — 5-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 177 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5cc067d8ac2920.27332843. - ISBN 978-5-16-015299-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1850620>. — Режим доступа: по подписке.