

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ БАНКА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

Кузовлев Н.А., Юнусов А.Г.

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

e-mail: nik.kuzovlev.2018@mail.ru

Исследование проведено в рамках разработки методики формирования банка геопространственных данных геодезического обоснования землеустройства и кадастров на основе интеграции пунктов градостроительной и кадастровой деятельности (ГКД) в государственные фонды пространственных данных. В работе выполнен анализ состояния существующих геодезических сетей и тенденций их развития, разработана технологическая схема формирования базы данных пунктов ГКД и создано специализированное программное обеспечение. Предложены алгоритмы использования такого обоснования при выполнении кадастровых работ. Проведена апробация методики на примере Истринского городского округа и выполнен расчет экономической эффективности её реализации.

Основные результаты исследования демонстрируют возможность значительного увеличения плотности геодезической опоры за счет использования уже созданных при строительстве пунктов ГКД. Также доказана высокая экономическая эффективность реализации методики.

Ключевые слова: пункты градостроительной и кадастровой деятельности, геодезическое разбивочное обоснование, государственная геодезическая сеть, кадастр, федеральный фонд пространственных данных.

SOME ASPECTS AND APPROVAL OF THE METHODOLOGY FOR FORMING A GEOGRAPHICAL DATA BANK FOR LAND MANAGEMENT AND CADASTRE

Kuzovlev N.A., Yunusov A.G.

State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

The study was conducted as part of the development of a methodology for creating a geospatial data bank for geodetic support of land management and cadastral activities based on the integration of urban planning and cadastral activities (UPCA) into state spatial data funds. The study analyzed the state of existing geodetic networks and their development trends, developed a process flow for creating a database of UPCA activities, and created specialized software. The study proposed algorithms for using this support in cadastral activities. The study tested the methodology using the example of the Istra City District and calculated the economic efficiency of its implementation.

The main results of the study demonstrate the possibility of significantly increasing the density of geodetic support by using the GCD points already created during construction. The high economic efficiency of the methodology has also been proven.

Keywords: urban planning and cadastral activities, geodetic surveying, state geodetic network, cadastre, and federal spatial data fund.

Введение

Вынос границ земельного участка в натуру или координирование поворотных точек объекта капитального строительства (ОКС) для дальнейшей его постановки на государственный кадастровый учет, преимущественно выполняется методом RTK (real time kinematic) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), что обуславливается минимальными трудовыми затратами. В случае необходимости получения повышенной точности, например, при координировании уникальных зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки, предпочтительно съёмочное обоснование создавать методом спутниковых статических наблюдений, а съёмку с него производить тахеометром классическими методами наземной геодезии.

С начала февраля 2022 года из-за проведения специальной военной операции на всей территории Российской Федерации фиксируется подавление

спутникового сигнала. Особенно интенсивно блокируется сигнал ГНСС в Центральном и Южном федеральных округах страны. Невозможность применения ГНСС вынуждает выполнять значительную часть геодезических работ при кадастре, землеустройстве и мониторинге земель исключительно классическими наземными методами. Для эффективного проложения полигонометрических и теодолитных ходов требуется высокая плотность геодезической сети в районе работ.

В то же время при возведении крупных объектов дорожного строительства за счет средств государственного бюджета создаются несколько взаимосвязанных геодезических сетей различной точности. На этапе проектных работ проводятся инженерно-геодезические изыскания, в ходе которых создается опорная геодезическая сеть (ОГС), позже включаемая в сеть геодезического разбивочного обоснования (ГРО). Далее на этапе строительства создается

строительная каркасная сеть (КС) и опирающиеся на нее сети ГРО и мостового ГРО (МГРО).

Предложено общее наименование для таких пунктов – пункты ГКД – геодезические пункты для ведения градостроительной и кадастровой деятельности. Пункты ГКД включают в себя пункты постоянного закрепления. При наличии регламента их интеграции в государственные фонды пространственных данных (Государственный фонд данных землеустройства (ГФДЗ), Федеральный фонд пространственных данных (ФФПД)), такие пункты могут быть использованы в землеустройстве и кадастровой деятельности страны, решая проблему недостаточной плотности геодезических сетей РФ. Низкие трудовые и финансовые затраты обуславливаются тем, что на закладку и определение координат пунктов ГКД уже потрачены государственные средства в ходе строительства объектов транспортной, социальной и производственной инфраструктуры.

Аналитический обзор состояния и вектора развития геодезических сетей в России и за рубежом

По результатам актуальных исследований ученых из разных регионов России государственная геодезическая сеть существенно прорежена [1], в регионах количество ее пунктов значительно ниже установленных стандартов. Например, в Алагирском районе республики Северная Осетия с площадью 2000 км² действующими являются только 13 пунктов ГГС (0.006 шт. на 1 км²) [2,3]. В Вытегорском районе Вологодской области из 293 деревень в 187 отсутствуют пункты опорной межевой сети, в связи с чем в деревнях района отмежевано в среднем менее 10% земель [4].

На данный момент, для выполнения кадастровых работ и землеустройства нормативно допуска-

ется использование пунктов ГГС, городских ОГС и сетей дифференциальных геодезических станций (ДГС). В августе 2023 года опубликован Федеральный закон № 491-ФЗ, закрепляющий создание, функционирование и развитие федеральной сети ДГС (ФСГС) – совокупности объединенных ДГС, на которых производится прием сигналов спутниковых систем и передача полученной информации в государственную информационную систему.

Закономерным развитием ГНСС в РФ считаются не только тенденции к объединению базовых станций (БС) в ДГС, но и дальнейшее определение координат всех таковых носителей поправок с их дальнейшим уравниванием в общеземную систему координат (СК) [5]. На основании активности по зарубежным публикациям выявлены аналогичные тенденции в развитии именно референцных БС в качестве координатной основы для проведения как кадастровых, так и изыскательских работ. Тенденции при создании геодезической основы, как среди отечественных, так и среди зарубежных ученых, заданы широким изучением, развитием и внедрением ГНСС технологий в производство [6,7]. В связи с этим фактическая плотность ранее созданных геодезических пунктов стремительно снижается.

На основании анализа нормативно-технических и правовых документов, регламентирующих требования к созданию и плотности геодезических сетей РФ, разработан график хронологии развития отечественных геодезических сетей в период с 1983 по настоящее время (рис. 1).

Тенденции развития геодезических сетей были заданы, прежде всего, возможностями применения и степенью распространения спутникового оборудования на конкретный период. На основании графика (рис. 1), можно выделить три этапа модернизации геодезических сетей:



Рис. 1. График изменений требований к плотности геодезической основы РФ

– с 1983 по 2002 г. отмечена высокая плотность пунктов ГГС 1-4 классов, ГСС 1-2 разрядов и ОМС (до 16 пунктов на 1 км²), пригодная для традиционных методов наземной геодезии;

– с 2002 по 2012 г. нормативно предписан переход на ГНСС-технологии с частичным сохранением ОМС;

– с 2012 по 2025 г. наблюдается преобладание пунктов спутниковых сетей над пунктами геодезических сетей сгущения (ГСС).

Таким образом в условиях отсутствия возможности работы ГНСС-оборудованием сохраняется потребность в плотной наземной сети (для межевания, топосъемки масштаба 1:500 – 1:2000), однако нормативная плотность таких сетей в период с 1983 по 2025 год была существенно снижена. В связи с этим рассмотрены возможные варианты способов создания геодезического обоснования при выполнении кадастровых работ [8]. Выявлен неиспользованный резерв: пункты ГРО, создаваемые за счет средств государственного бюджета. Также установлено, что сведения о создании таких пунктов не предоставляются в государственные фонды пространственных данных, в связи с чем законодательно их использование при выполнении кадастровых работ невозможно. Это обуславливает необходимость разработки методики формирования банка геопространственных данных геодезического обоснования для землеустройства и кадастров.

Формирование банка геопространственных данных геодезического обоснования для землеустройства и кадастров

Согласно СП126.13330.2017 сети ГРО создаются в соответствии с ТЗ, регламентирующим все необходимые технические требования к закладке центров и реперов. Как правило, координаты пунктов определяют с точностью не хуже 1 разряда в плане в местной системе координат региона, а высоты – IV

класса по высоте в Балтийской системе высот.

По своей конструкции репера и центры пунктов ГРО постоянного закрепления соответствуют пунктам типа 3 (центр пункта ГГС сети 1-4 класса), типа 147 (центр пункта ГГС 1-4 класса свайный), типа 158 (центр пункта ГСС 4 класса полигонометрии или 1-2 разряда триангуляции, трилатерации, полигонометрии), типа 160 (центр пункта ГГС 1-4 класса), типа 161 (фундаментальный репер) и типа 162 (центр пункта ГГС 1-4 классов и грунтовый репер высотной сети I-IV классов) [9]. Таким образом, точность определения планово-высотного положения пунктов ГКД и конструкция их центров и реперов на момент ввода строительного объекта в эксплуатацию позволяют считать такие пункты пригодными для использования в кадастровых работах, землеустройстве и мониторинге земель.

Все сведения о заложенных пунктах хранятся в виде технического отчета у застройщика, являющегося техническим заказчиком. В ситуации с госзаказом техническим заказчиком является подрядная организация, выигравшая тендер на строительство или реконструкцию объектов городской инфраструктуры согласно 44-ФЗ.

Жизненный цикл пунктов ГКД завершается одновременно с окончанием строительства – вводом объекта в эксплуатацию. Сведения о сохранившихся пунктах ГКД передаются во внутреннюю геоинформационную систему (ГИС) заказчика и, в дальнейшем, становятся недоступными для «общественного пользования». В связи с этим возникает необходимость решения вопроса формирования базы данных (БД) ГИС различных заказчиков для передачи сведений о пунктах ГКД в государственные фонды пространственных данных. Разработана технологическая схема формирования БД пунктов ГКД заказчика (рис. 2).

Разработанная структура формирования БД



Рис. 2. Технологическая схема формирования БД застройщика

необходима для внедрения в ГИС заказчика (застройщика) с целью решения ряда следующих технических задач:

- организация оперативного и систематизированного доступа к информации о местах расположения, характеристиках и состояниях пунктов ГГС и ГКД на объекте;
- проведение контроля за состоянием пунктов ГКД;
- эффективное взаимодействие с остальными участниками строительного процесса;
- возможность оперативной передачи пунктов ГКД и сведений о них от застройщика к ППК «Роскадастр» с целью дальнейшего внесения информации о пунктах в реестры государственных фондов пространственных данных.

На языке программирования Python разработано специализированное ПО «Управление пунктами ГКД» [10], являющееся компьютерной реализацией раздела БД заказчика для сбора, редактирования и хранения сведений о пунктах ГКД. Программный продукт имеет две основных вкладки – «Документация» и «Данные о пунктах». Во вкладке «Документация» пользователь может вносить, редактировать и экспортировать все необходимые сведения об использованных в ходе проведения строительных работ документах (НТД, формах, выписках на пункты, договорах, отчетах, актах и каталогах координат и т.п.), также импортировать в БД сам файл с документом. На вкладке «Данные о пунктах» реализована возможность как ручного ввода, так и автоматизированного импорта и экспорта в заданном формате сведений о пунктах ГКД (наименования и типа, класса точности определения координат и высот, информации об источнике сведений о пункте и т.п.). Каждый пункт связан с конкретным документом (ТО, актом, каталогом или выпиской) из вкладки «Документация» (рис. 3).

Программа отличается простотой освоения и

универсальностью, так как может быть использована всеми участниками инвестиционно-строительного процесса не только при реализации методики формирования банка геопространственных данных геодезического обоснования, но и при решении любых задач кадастра, геодезии и землеустройства с использованием геодезических пунктов.

Применение пунктов ГКД в кадастровой деятельности

Сети пунктов ГКД характеризуются более высокой плотностью в сравнении с существующей ГГС. Это обуславливает специфику и ряд преимуществ их применения при выполнении кадастровых работ. Составлена схема с рекомендуемыми алгоритмами использования пунктов ГКД при определении координат поворотных точек ОКС и ЗУ геодезическим, спутниковым и фотограмметрическим методами (рис. 4).

На данный момент представлено следующее видение использования пунктов ГКД в кадастровой деятельности:

– геодезический метод:

а) при подготовке технического плана на ОКС возможно использование проектной документации, которая, может служить основой и для трехмерного кадастра [11]. Однако, как правило, вся исполнительная документация ведется в локальной системе координат и высот, что обуславливает необходимость расчета ключей перехода СК объекта и МСК. Такие ключи предлагается рассчитывать по координатам и высотам пунктов ГКД, от которых был построен объект, планируемый к постановке на учет в трехмерном формате;

б) плотная геодезическая сеть позволит сократить длину ходов полигонометрии для создания съемочного обоснования. Такая возможность будет актуальна для всех видов кадастровых работ в условиях отсутствия спутникового сигнала.

– спутниковый метод:

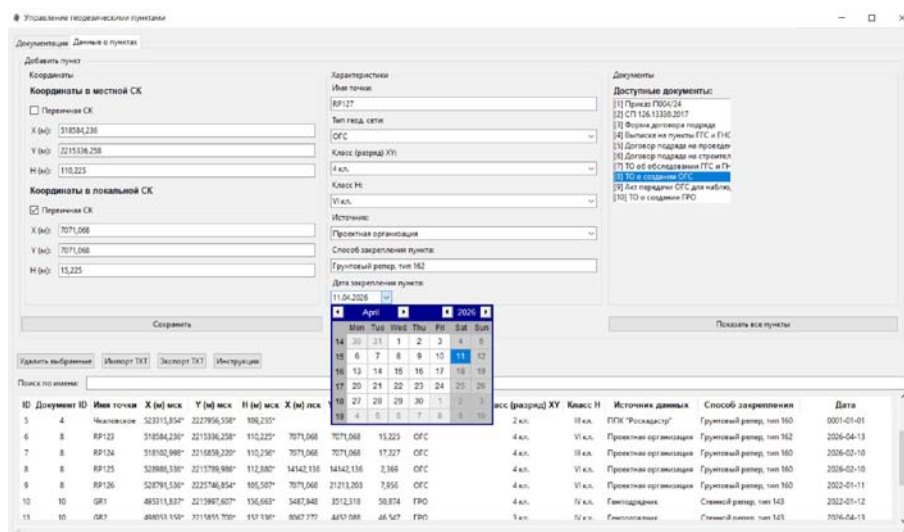


Рис. 3. Интерфейс разработанного программного обеспечения



Рис. 4. Схема использования пунктов ГKD при выполнении кадастровых работ

а) спутниковые наблюдения минимум на 4 пунктах вблизи объекта кадастровых работ позволят определить параметры локализации для плановых координат на территорию съемки. Точные плановые спутниковые наблюдения будут актуальны как для кадастрового учета отдельных ОКС и ЗУ, так и для проведения комплексных кадастровых работ;

б) спутниковые наблюдения на 5 и более пунктах позволят вычислить параметры локализации для координат и высот, что рекомендуется к применению в 3D-кадастре;

в) при спутниковых наблюдениях в режиме RTK в качестве пунктов ДГС следует использовать исключительно пункты ФСГС. Для проверки достоверности полученных поправок и, как следствие, вычисленных координат, рекомендуется производить дополнительные измерения на геодезических пунктах, расположенных в непосредственной близости от координируемого объекта.

– фотограмметрический метод:

а) пункты ГKD, представленные грунтовыми реперами и центрами, как правило, окапывают и ограждают деревянной или металлической конструкцией. Такое обустройство пунктов позволяет однозначно их идентифицировать в качестве опорных точек на снимках;

б) при проведении аэрофотосъемки элементы внешнего ориентирования снимков возможно определять спутниковым методом в режиме RTK. Для этого необходимо получение поправок от базовой станции, которая может быть установлена на пункте ГKD с известными координатами и высотой.

Таким образом, на основании специфики сетей пунктов ГKD разработаны общие рекомендации по использованию данного вида геодезической основы для решения задач кадастра методами геодезии и аэрофотосъемки.

Анализ существующих геодезических сетей на исследуемом объекте

Апробация методики проведена на территории Истринского городского округа Московской области. Для подтверждения актуальности исследования проведен анализ состояния пунктов геодезических сетей. Доказано, что «на территории Истринского городского округа наблюдается уменьшение плотности пунктов геодезических сетей, созданных классическими наземными методами» [8]. Согласно результатам исследования, статус «Действующий» имеют всего 27 пунктов ГГС при общей площади Истринского городского округа – 1299 км². В связи с этим плотность геодезических пунктов приходится 1 шт. на 48 км², что составляет 0.02 шт. на 1 км². при нормативно регламентированных от 1 шт. на 1 км² для незастроенных территорий и до 16 шт. на 1 км² для плотно-застроенных городских территорий. Таким образом, разреженность геодезической сети превышает нормативные значения в 5 раз для незастроенных территорий и почти в 50 раз для застроенных территорий.

Для обоснования необходимости увеличения плотности геодезической сети на исследуемой территории помимо полевого обследования геодезических центров, марок и знаков пунктов выполнен анализ доступности пунктов ФСГС. В рамках исследования проведен анализ состояния 40 пунктов федеральной сети ДГС, расположенных как в самом Истринском городском округе, так и в зоне 30 километров от его границы. Для анализа доступности станций ФСГС выбран период с 1 января 2024 года по 31 декабря 2025 года включительно. С помощью карточек пунктов выявлены конкретные дни глушения спутникового сигнала пунктов сети [12]. И составлена общая таблица активности пунктов сети (табл. 1) и схема расположения пунктов ФСГС (рис. 5).

Для удобства анализа исследуемая территория

Таблица 1

Средняя стабильность спутникового сигнала на исследуемых пунктах ФСГС по месяцам за 2024-2025 гг.

Месяц	Общая средняя стабильность сети, %	
	2024 год	2025 год
Январь	18	51
Февраль	24	54
Март	33	61
Апрель	28	71
Май	47	58
Июнь	30	54
Июль	24	61
Август	46	66
Сентябрь	53	65
Октябрь	32	51
Ноябрь	51	44
Декабрь	50	46
Среднее	36	57
	49	

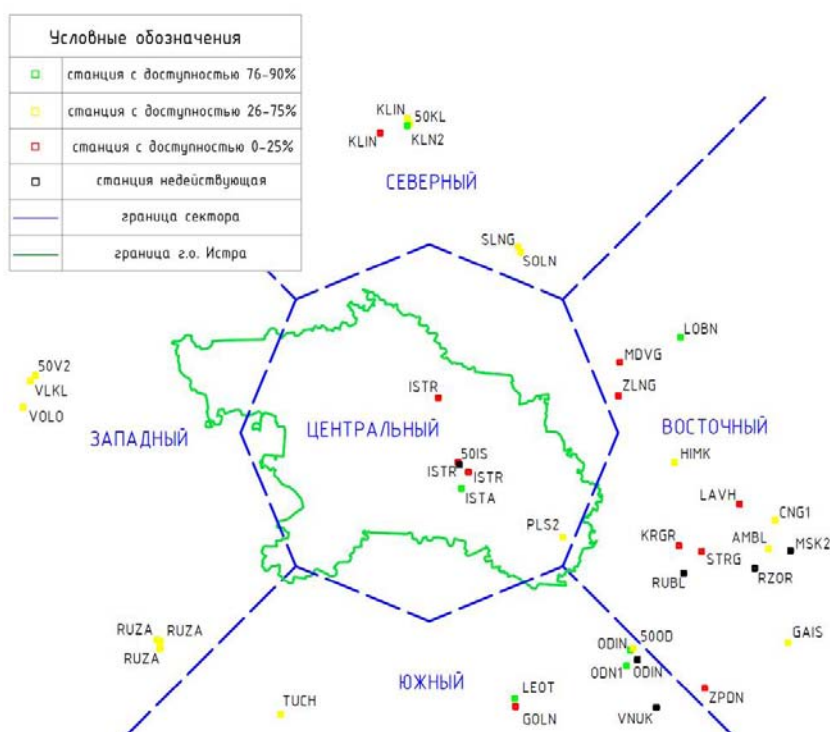


Рис. 5. Карта-схема расположения пунктов ФСГС в Истринском городском округе и прилегающей территории

распределена на 5 секторов – Центральный, Северный, Южный, Западный и Восточный, содержащих 5, 6, 6, 6 и 11 пунктов ДГС соответственно. Следует отметить, что среднегодовой уровень стабильности ГНСС-сигнала ни для одной базовой станции не превышал 90 % на протяжении всего исследуемого периода. Средняя стабильность сигнала на всех исследуемых станциях ФСГС за два года составила 49 % (рис. 6). Глушение сигнала ГНСС во времени носит систематический характер.

Для успешного выполнения кадастровых и землеустроительных работ спутниковым оборудованием необходимо не только наличие стабильно работающей станции ФСГС в зоне доступности, но и отсутствие средств глушения непосредствен-

но рядом с объектом кадастровых работ. Результаты анализа сводной таблицы 1, схемы ФСГС (рис. 5) и графика стабильности спутниковой сети (рис. 6) однозначно позволяют сделать вывод о невозможности стабильного проведения геодезических работ на исследуемой территории исключительно спутниковыми методами.

Апробация методики формирования банка геопространственных данных геодезического обоснования для землеустройства и кадастров

Поскольку пункты ГКД закладываются близ объектов строительства, то для выявления потенциальных мест расположения пунктов необходимо смоделировать расположение строящихся объектов в городском округе Истра. Одним из основных



Рис. 6. Общий график стабильности приема сигналов спутниковой сети

документов, отображающих планируемые работы по строительству и реконструкции объектов инфраструктуры городского округа, является генеральный план (ГП). Транспортная инфраструктура городского округа Истра, согласно ГП, представлена объектами автомобильного, железнодорожного, трубопроводного, воздушного и водного видов транспорта.

Нормативным документом, регламентирующим создание геодезических сетей при автодорож-

ном строительстве, является ГОСТР 59865-2022. На основании ГОСТа составлена таблица 2, на которой отображены основные требования к размещению геодезических пунктов для объектов автодорожного строительства.

В соответствии с таблицей 2 и на основании ГП разработана схема размещения пунктов ОГС, КС, ГРО и МГРО на территории Истринского городского округа (рис. 7).

Схема демонстрирует высокую плотность

Таблица 2

Нормативные требования к плотности размещения пунктов ГКД

Тип пункта	Регламентирование в ГОСТ Р 59865 - 2022	Плотность размещения
ОГС	п.п. 6.3	парами в начале и в конце объекта, также не реже чем через 1 км
КС	табл. 2	парами в начале и в конце объекта, также каждые 5-8 км парами в зависимости от протяженности трассы и при протяженности трасс свыше 100 км по согласованию с заказчиком
ГРО	табл. 4	каждые 200-350 м в зависимости от рельефа местности
МГРО	табл. 6	от 4 до 16 пунктов в зависимости от площади застройки и для внеклассных мостов по согласованию с проектной организацией

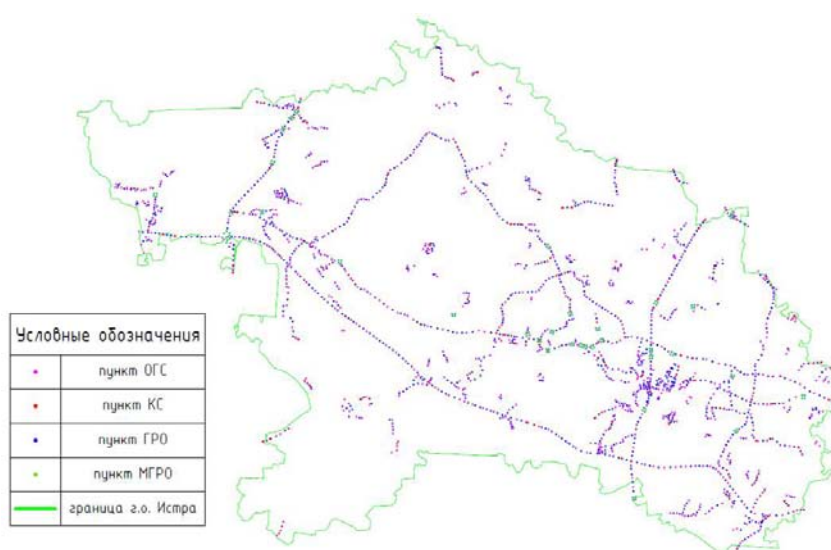


Рис. 7. Схема-проект размещения пунктов разбивочного обоснования

пунктов КГД при строительстве (стр.) и реконструкции (рек.) объектов транспортной инфраструктуры, равномерно распределенных по всей территории Истринского городского округа. На основании схемы размещения пунктов ГКД (рис. 7) и нормативных требований (табл. 2) составлена сводная таблица 3. Анализ таблицы позволяет отметить значительный количественный прирост в плотности пунктов геодезических сетей на исследуемой территории.

Анализ схемы размещения пунктов ГКД (рис. 7) и таблицы 3 дает основания утверждать, что за счет пунктов ГРО, закладываемых при строительстве и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры возможно значительное увеличение плотности пунктов геодезической сети. Согласно проекту, в Истринском городском округе за счет строительства объектов транспортной инфраструктуры порядка 2032 геодезических пунктов потенциально могут быть вовлечены в кадастровую и землеустроительную деятельность. В сравнении с имеющимися, на данный момент, 27 «действующими» пунктами [6], интеграция в кадастр даже малой части из запроектированных к строительству пунктов ГКД сведет к минимуму, или полностью искоренит проблему низкой плотности пунктов ГГС на исследуемой территории.

Так, при введении в общедоступное использование всех запроектированных к закладке пунктов ГКД, общая плотность пунктов вырастет в 75 раз (1.5 пункта на 1 км²). Количество пунктов, уже заложенных за государственные деньги, превысит в полтора раза нормативно регламентированное количество для застроенных территорий (1299 пунктов) и в 16 раз для незастроенных территорий (130 пунктов). На данный момент, столь высокая плотность геодезических пунктов для успешного выполнения задач кадастра и землеустройства района не требуется, поэтому положения концепции интеграции пунктов ГКД в кадастровую деятельность предусматривают возможность выборочного внесения сведений о конкретных пунктах в государственные фонды пространственных данных.

Оценка экономической эффективности формирования банка геопространственных данных пунктов ГКД

Выгодой создания банка данных пунктов ГКД

для государства является отсутствие дополнительных затрат на увеличение плотности геодезической сети городского округа за счет создания новых пунктов ППК «Роскадастр» – пункты ГКД создаются заказчиком в рамках реализации строительства и реконструкции по 44-ФЗ за счет средств федерального бюджета. Это позволит произвести повторную реализацию средств государственного бюджета, выделенных на строительство и реконструкцию, открывая возможность дальнейшей эксплуатации пунктов ГКД. Экономический расчет сметной стоимости закладки и наблюдения пунктов ГКД позволит произвести оценку затраченных средств государственного бюджета, пригодных для решения широкого спектра задач кадастра и землеустройства в Истринском городском округе без дополнительных вложений.

Стоимость закладки пунктов (табл. 4) рассчитана в соответствии с расценками и коэффициентами, приведенными в приказе Минстроя на нормативные затраты на работы по инженерно-геодезическим изысканиям (ИЗ). Как правило, при выполнении коммерческих заказов актуальна рыночная стоимость услуг, а при реализации государственных объектов смета рассчитывается именно по справочникам базовых цен или ИЗ с учетом актуальных коэффициентов приведения цен к уровню на текущий период.

Согласно результатам сметного расчета (табл. 4), итоговая стоимость создания сетей пунктов ГКД на исследуемой территории составит 260.4 млн. руб., а средняя, стоимость создания 1 пункта по ИЗ составит порядка 128 тыс. руб.

Выводы

В работе предложено решение актуальной научно-практической задачи по разработке методики формирования банка геопространственных данных геодезического обоснования для землеустройства и кадастров, что имеет существенное значение для обеспечения устойчивого развития территорий в условиях ограничения использования спутниковых технологий.

На основании выполненных исследований сделаны следующие выводы:

– проведен ретроспективный анализ нормативно-технической базы (1983 – 2024 гг.), в ходе

Таблица 3

Количество создаваемых пунктов разбивочного обоснования

Сеть	Федеральные		Сумм.	Региональные		Сумм.	Местные		Сумм.	Итого
	Стр.	Рек.		Стр.	Рек.		Стр.	Рек.		
ОГС	24	84	108	121	222	343	141	254	395	846
КС	10	22	32	42	44	86	20	30	50	168
ГРО	35	131	166	130	260	390	99	226	325	881
МГРО	41	–	41	68	12	80	16	–	16	137
Итого	110	237	347	361	538	899	276	510	786	2032
	347			899			786			
	2032									

Таблица 4

Стоимость создания сетей ГКД по НТД при строительстве и реконструкции объектов

Сеть	Пункты, созданные при строительстве, шт.	Стоимость создания, тыс. руб.	Пункты, созданные при реконструкции, шт.	Стоимость создания, тыс. руб.	Итого пунктов, шт.	Суммарная стоимость, тыс. руб.	Уровень
ОГС	24	3 076	84	10 766	108	13 842	Федеральный
КС	10	1 281	22	2 819	32	4 101	
ГРО	35	4 485	131	16 790	166	21 276	
МГРО	41	5 255	–	–	41	5 255	
Суммарно по уровню	110	14 098	237	30 376	347	44 475	
ОГС	121	15 508	222	28 453	343	43 962	Региональный
КС	42	5 383	44	5 639	86	11 022	
ГРО	130	16 662	260	33 324	390	49 986	
МГРО	68	8 715	12	1 538	80	10 253	
Суммарно по уровню	361	46 269	538	68 955	899	115 225	
ОГС	141	18 072	254	32 555	395	50 627	Муниципальный
КС	20	2 563	30	3 845	50	6 408	
ГРО	99	12 688	226	28 966	325	41 655	
МГРО	16	2 050	–	–	16	2 050	
Суммарно по уровню	276	35 375	510	65 367	786	100 742	
Суммарно по округу	747	95 743	1285	164 699	2032	260 443	

которого выявлена тенденции снижения нормативной плотности наземных геодезических сетей. Фактическая плотность пунктов геодезических сетей для ряда регионов РФ является неудовлетворительной для выполнения кадастровых работ и землеустройства методами классической геодезии в условиях глушения спутникового сигнала;

– обоснована возможность использования пунктов ГКД в качестве основы для целей кадастра и землеустройства;

– сформирована и реализована в ПО структура специализированной БД ГИС технического заказчика, обеспечивающая унификацию и автоматизированную передачу сведений о пунктах ГКД, что создает необходимый информационный фундамент

для ведения национальной системы пространственных данных;

– предложены рекомендации по использованию таких пунктов при проведении кадастровых работ с учетом специфики строительных геодезических сетей;

– результаты апробации разработанной методики на территории Истринского городского округа Московской области свидетельствуют, что внедрение результатов исследования в производство способно увеличить плотность геодезической основы в 75 раз (с 0.02 до 1.5 пункта на 1 км²). Экономический эффект от реализации системы в масштабах округа оценивается в 260 млн. рублей за счет исключения затрат на повторную закладку пунктов.

Список литературы

1. Толстухин А.И., Ямщикова К.А. Анализ плотности геодезических сетей Медведевского района Республики Марий Эл // Материалы науч.-практ. конф. Науки о Земле: от теории к практике (Арчиловские чтения –2020). Чебоксары: Издательский дом «Среда». 2020. С. 388-391.
2. Пех К.А., Пех А.А., Хугаева Л.М. Проблема уничтожения пунктов государственной геодезической сети в Алагирском районе РСО-Алания в 2022 году и способы ее решения // Сб. материалов науч.-практ. конф. Нефтегазовое дело, техносферная безопасность, рациональное природопользование: современные реалии. Махачкала: Информационно-полиграфический центр ДГТУ. 2023. С. 173-176.
3. Гагаонов А.З., Габачиева А.З., Дудиева Д.С., Пех А.А. Изучение состояния пунктов государственной геодезической сети в РСО-Алания (на примере геоточки «подлесный» пригородного района) // Сб. тр. конф. Аграрная наука на Севере – сельскому хозяйству. Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании. 2024. С. 39-42. DOI: 10.24412/cl-37231-2024-1-39-42.
4. Смирнова Е.К., Заварин Д.А., Лахтионова А.В., Наумкова В.А., Скородумова Е.С. ОПОРНАЯ МЕЖЕВАЯ СЕТЬ ВЫТЕГОРСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ // Московский экономический журнал. 2022. №1. С. 27-38. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_1_22.
5. Вдовин В.С., Дворкин В.В., Карпик А.П., Липатников Л.А., Сорокин С.Д., Стеблов Г.М. Проблемы и перспективы развития активных спутниковых геодезических сетей в России и их интеграции в ITRF // Вестник СГУГиТ. 2018. Т. 23. №1. С. 6-27.
6. C. Bruyninx, J. Legrand, A. Fabian, E. Pottiaux. GNSS metadata and data validation in the EUREF Permanent Network. GPS Solutions. 2019. Vol. 23. Article 106. DOI: 10.1007/s10291-019-0880-9.
7. The Federal Agency for Cartography and Geodesy. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). URL: <https://geodesy.science/glossary/bkg-bundesamt-fur-kartographie-und-geodasie>.

8. Кузовлев Н.А., Юнусов А.Г., Костеша В.А., Лысенкова Е.А. Анализ состояния пунктов геодезических сетей для выполнения кадастровых работ в Истринском городском округе Московской области // Геодезия и картография. 2025. №9. С. 50-59. DOI: 10.22389/0016-7126-2025-1023-9-50-59.
9. Кузовлев Н.А. Обзор типов пунктов ГССН и обоснование пригодности их конструкций для проведения кадастровых работ // Недели науки – 2025: Материалы всероссийской научно-практической конференции. Москва. 17 апреля 2025 года. Москва: Издательство «Перо», Российский университет транспорта (МИИТ). 2025. С. 99-105. EDN XVRCCZ.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2026660642 Российская Федерация. Управление пунктами ГКД: №2026619735: дата заявления 08.04.2026: дата опубликования 14.04.2026 / Кузовлев Н.А., Юнусов А.Г., Костеша В.А., [и др.]; правообладатель Кузовлев Никита Александрович (RU).
11. Аврунев Е.И., Хорошилов В.С., Метелева М.В. Исследование структуры геодезического обоснования для обеспечения кадастровой деятельности в территориальном образовании // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2015. №55. С. 82-86.
12. Федеральный фонд пространственных данных. Сведения о государственной геодезической сети. URL: <https://fsgs.cgkipd.ru/> (дата обращения: 14.05.2026).

References

1. Tolstukhin A.I., Yamshchikova K.A. *Analiz plotnosti geodezicheskikh setey Medvedevskogo rayona Respubliki Mariy El* [Analysis of the density of geodetic networks in the Medvedev district of the Mari El Republic]. Proceedings of the scientific and practical conference. Earth Sciences: From Theory to Practice (Archikov Readings – 2020). Cheboksary: Sreda Publishing House. 2020. Pp. 388-391.
2. Pekh K.A., Pekh A.A., Khugaeva L.M. *Problema unichtozheniya punktov gosudarstvennoy geodezicheskoy seti v Alagirskom rayone RSO-Alaniya v 2022 godu i sposoby yeye resheniya* [The problem of the destruction of state geodetic network points in the Alagir district of the Republic of North Ossetia-Alania in 2022 and ways to solve it]. Collection of materials from the scientific-practical conference. Oil and gas industry, technosphere safety, rational nature management: modern realities. Makhachkala: Information and Printing Center of DSTU. 2023. Pp. 173-176.
3. Gatagonov A.Z., Gabachieva A.Z., Dudieva D.S., Pekh A.A. *Izucheniye sostoyaniya punktov gosudarstvennoy geodezicheskoy seti v RSO-Alaniya (na primere geotочки «podlesnyy» prigorodnogo rayona)* [A study of the state of the state geodetic network points in the Republic of North Ossetia-Alania (using the example of the «Podlesny» geopoint in the suburban district)]. Sat. tr. conf. Agricultural science in the North - agriculture. Kirov: Interregional Center for Innovative Technologies in Education. 2024. Pp. 39-42. DOI: 10.24412/cl-37231-2024-1-39-42.
4. Smirnova E.K., Zavarin D.A., Lakhtionova A.V., Naumkova V.A., Skorodumova E.S. SUPPORT SURVEY NETWORK OF THE VYTEGORSKY DISTRICT OF THE VOLOGDA REGION. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal*. 2022. No. 1. Pp. 27-38. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_1_22.
5. Vdovin V.S., Dvorkin V.V., Karpik A.P., Lipatnikov L.A., Sorokin S.D., Steblov G.M. Problems and prospects for the development of active satellite geodetic networks in Russia and their integration into the ITRF. *Vestnik SGUGiT*. 2018. V. 23. No. 1. Pp. 6-27.
6. C. Bruyninx, J. Legrand, A. Fabian, E. Pottiaux. GNSS metadata and data validation in the EUREF Permanent Network. *GPS Solutions*. 2019. Vol. 23. Article 106. DOI: 10.1007/s10291-019-0880-9.
7. The Federal Agency for Cartography and Geodesy. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). URL: <https://geodesy.science/glossary/bkg-bundesamt-fur-kartographie-und-geodasie>.
8. Kuzovlev N.A., Yunusov A.G., Kostesha V.A., Lysenkova E.A. Analysis of the state of geodetic network points for cadastral work in the Istra urban district of the Moscow region. *Geodeziya i kartografiya*. 2025. No. 9. Pp. 50-59. DOI: 10.22389/0016-7126-2025-1023-9-50-59.
9. Kuzovlev N.A. *Obzor tipov punktov GSSN i obosnovaniye prigodnosti ikh konstruksiy dlya provedeniya kadastrykh rabot* [Review of GSSN point types and justification of the suitability of their designs for cadastral work]. Science Weeks 2025: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Moscow, April 17, 2025. Moscow: Pero Publishing House, Russian University of Transport (MIIT). 2025. Pp. 99-105. EDN XVRCCZ.
10. Kuzovlev N.A., Yunusov A.G., Kostesha V.A., [et al.]. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2026660642 Russian Federation. State Registration Office: No. 2026619735: application date 04/08/2026: publication date 04/14/2026. Copyright holder Kuzovlev Nikita Aleksandrovich (RU).
11. Avrunev E.I., Khoroshilov V.S., Meteleva M.V. Study of the structure of geodetic justification for ensuring cadastral activities in a territorial entity. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"yemka*. 2015. No. S5. Pp. 82-86.
12. Federal Spatial Data Foundation. Information on the State Geodetic Network. URL: <https://fsgs.cgkipd.ru/> (accessed on: 14.05.2026).

Сведения об авторах Принадлежность к организации

Кузовлев Никита Александрович

ассистент кафедры геодезии и геоинформатики, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

Юнусов Альберт Гамзатович

кандидат технических наук, профессор кафедры геодезии и геоинформатики, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

Information about authors Affiliations

Kuzovlev Nikita Alexandrovich

Assistant of the Department of Geodesy and Geoinformatics, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Yunusov Albert Gamzatovich

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Geodesy and Geoinformatics, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Поступила в редакцию 15.05.2026 г.