

УДК 528.236.4

DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-2-30-43

О СОХРАНЕНИИ ФОНДОВ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ, СОЗДАНЫХ В СК-95, ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ГСК-2011

Владимир Иванович Обиденко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, проректор по СПО – директор техникума, e-mail: ovi62@yandex.ru

В статье дается оценка проведенных в субъектах Российской Федерации (РФ) мероприятий по переходу от СК-42 к СК-95 как одного из этапов по подготовке к введению новой государственной геодезической системы координат 2011 г. Отмечается, что те субъекты РФ, где уже осуществлена работа по переходу в создании пространственных данных, необходимых для социально-экономического развития регионов, от множества местных систем координат (МСК), основанных на СК-42, к единой местной системе координат региона, созданной на базе СК-95, имеют преимущества при переходе к ГСК-2011. Такие регионы имеют возможность перейти к ГСК-2011, установив связь между единой местной системой координат региона, основанной на СК-95, и ГСК-2011 в виде единых региональных параметров ортогонального преобразования. Также рассматривается задача сохранения фондов пространственных данных, созданных в СК-95 при переходе к ГСК-2011. Отмечается, что для участников геопространственного рынка, законопослушно и своевременно (после отмены СК-42 и введения в действие СК-95) преобразовавших свои геодезические материалы и данные из СК-42 в СК-95, актуальной является проблема их сохранения при переходе к ГСК-2011 без необходимости повторного пересчета в ГСК-2011. В качестве решения данной проблемы автором предложен новый тип местной системы координат, основанной на ГСК-2011.

Ключевые слова: государственная геодезическая система координат 2011 г., ГСК-2011, СК-42, СК-95, местная система координат, сохранение фондов пространственных данных, преобразование пространственных данных

Введение

Окончательное введение с 01.01.2021 в действие геодезической системы координат 2011 г. (ГСК-2011) в соответствии с Постановлением Правительства [1] и полная отмена с этой же даты бывших государственных систем координат 1942 г. (СК-42) [2] и 1995 г. (СК-95) [3] поставили перед участниками рынка геодезических, картографических, кадастровых, маркшейдерских работ и иных видов геопространственных услуг ряд вызовов, которые, однако, нельзя назвать новыми.

Аналогичные вызовы стояли перед отечественной картографо-геодезической отраслью и два десятка лет назад, на этапе введения в действие государственной системы координат 1995 г. взамен ранее принятой системы координат 1942 г. Основным элементом вызовов на этом этапе являлась задача преобразования ранее созданных в стране пространственных данных из СК-42 в СК-95. При этом на этапе

перехода от СК-42 к СК-95 разработчиками новой системы координат были приняты необходимые меры по минимизации расхождений координат точек в СК-42 и СК-95, в числе которых – сохранение координат начального пункта государственной геодезической сети (ГГС) «Пулково» в СК-95 неизменными [4, 5]. Вследствие этого различие координат идентичных точек в СК-95 и СК-42 было минимальным на европейской части территории страны и, увеличиваясь плавно на восток, позволило не пересоставлять почти 50 % государственных топографических карт масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 в СК-95, покрывающих западную часть Российской Федерации [4]. При этом задача преобразования государственных топографических карт, как и составление каталогов координат пунктов государственной геодезической сети в СК-95, была решена Федеральной службой геодезии и картографии России (Роскартография) в рамках осуществления организационно-технических

мероприятий, необходимых для перехода к использованию системы геодезических координат 1995 г. (СК-95), предусмотренных Постановлением [3].

Однако составление каталогов координат пунктов ГГС в СК-95 и перевод из СК-42 в СК-95 государственных топографических карт, находящихся в центральном картографо-геодезическом фонде (так назывался в этот период федеральный фонд пространственных данных РФ), – это необходимое, но недостаточное условия перехода от СК-42 к СК-95.

Ниже рассмотрены еще два класса задач, которые необходимо было решать на этом этапе, но уже не федеральному центру в лице Роскартографии, а непосредственно участникам рынка геопространственных услуг.

О переходе от СК-42 к СК-95 в субъектах Российской Федерации как этапе подготовки к переходу на ГСК-2011

После введения системы координат 1995 г. в действие каждому субъекту Российской Федерации было необходимо решить, как и в каких системах координат вести кадастровую деятельность на территории региона. При этом вариантов для ведения кадастра недвижимости на территории региона было три:

1) перейти в осуществлении кадастровой деятельности на единую местную систему координат, созданную в соответствии с приказом Роснедвижимости [6], но основанную на СК-95 (МСК_ NN_95);

2) продолжить кадастровую деятельность во множестве местных систем координат, основанных на СК-42 (МСК_42), которых в целом по Российской Федерации насчитывалось на момент введения СК-95 до 30 000 [7–10], а в регионе могло быть до нескольких сотен;

3) перейти в осуществлении кадастровой деятельности на единую местную систему координат, созданную в соответствии с приказом Роснедвижимости [6], но основанную на СК-42 (МСК_ NN_42).

Рассмотрим каждый из этих вариантов подробнее исходя из состояния координатного пространства субъектов Российской Федера-

ции, существовавшего на момент введения СК-95 в действие.

Вариант 1. Как было показано многими исследователями [7–11], на момент введения в действие СК-95 в регионах РФ для создания пространственных данных, в том числе для осуществления кадастровой деятельности, применялось множество (свыше 30 000 [7–10]) местных систем координат, что означает в среднем порядка нескольких сотен МСК на территории каждого субъекта РФ. При этом все эти МСК были основаны на СК-42 (МСК_42), а значит, по точности соответствовали своей родительской системе координат. Такое координатное пространство субъекта Российской Федерации самым негативным образом сказывалось на точности, однородности, согласованности создаваемых в нем пространственных данных и, прежде всего, на качестве осуществления кадастровой деятельности по следующим причинам.

Во-первых, наличие множества (десятков и сотен) местных систем координат в пределах субъекта РФ приводило к тому, что объекты недвижимости, учтенные в различных МСК и фактически имеющие (особенно на границах МСК) пересечения со смежными объектами, беспрепятственно учитывались в кадастре недвижимости и регистрировались в реестре прав на недвижимое имущество, формируя тем самым вал потенциальных реестровых ошибок. Происходило это потому, что метрическое (координатное) описание объектов недвижимости, не будучи представленным в единой системе координат, не позволяло обнаружить ошибки их пространственного описания.

Во-вторых, местные системы координат, основанные на СК-42 (МСК_42), по своей точности и однородности полностью соответствовали своей родительской системе координат. Таким образом, локальные ошибки и деформации СК-42, достигающие на отдельных территориях в пределах региона РФ величин в 3,5–4 м [4, 5] полностью присутствовали и в МСК_42, в которых велся кадастр в таких субъектах Российской Федерации. То есть координатное пространство субъектов Российской Федерации, в котором кадастровая деятельность осуществлялась на

момент введения в действие СК-95, характеризовалось множественностью и низкой точностью применяемых МСК, основанных на СК-42, не обеспечивающих нормативные требования в части средней квадратической погрешности определения характерных точек границ объектов недвижимости на многих категориях земель, определенных в [12–14].

Очевидно, что наиболее правильным решением в осуществлении кадастровой деятельности на этапе введения в действие СК-95, являлась реализация варианта 1: переход от множества применяемых в регионе МСК, основанных на СК-42, к единой МСК субъекта Российской Федерации, базирующейся на СК-95 (МСК_NN_95). При таком переходе полностью исключались вышеуказанные недостатки координатного пространства субъекта РФ в части множественности применяемых МСК и их низкого качества, благодаря чему вновь создаваемые в МСК_NN_95 пространственные данные, в том числе метрическое описание объектов недвижимости, по точности и однородности соответствуют соответствующим показателям СК-95. По варианту 1 в нашей стране перешли к системе координат 1995 г. 11 субъектов Российской Федерации [15, 16].

При варианте 1 перехода к формированию координатного пространства субъекта Российской Федерации на основе СК-95 важным также является методология и технология преобразования ранее созданных пространственных данных и, прежде всего, объектов недвижимости, учтенных в автоматизированной информационной системе государственного кадастра недвижимости (АИС ГКН) из множества МСК, основанных на СК-42, в единую МСК субъекта РФ, созданную на основе СК-95.

В случае применения методологически корректной технологии такого преобразования, как это было сделано, например, в Новосибирской области [16], преобразование объектов недвижимости, учтенных в АИС ГКН, и иных видов пространственных данных, из множества МСК, основанных на СК-42, в единую МСК региона, базирующуюся на СК-95, осуществлялось с устранением в этой геопространственной информации деформа-

ций и искажений родительской системы координат СК-42 и повышения их точности и однородности до соответствующих показателей в СК-95. Таким образом, научно обоснованная методология и оптимально реализующая ее технология построения координатного пространства субъекта Российской Федерации на этапе перехода от СК-42 к СК-95 позволяла решать триединую задачу, дающую следующие выгоды (на примере объектов недвижимости, учтенных в АИС ГКН, как одном из видов создаваемой в таком координатном пространстве геопространственной информации):

- отказ от множества местных систем координат, применяемых в субъекте РФ при осуществлении кадастровой деятельности, путем перехода к единой МСК субъекта РФ. Это гарантированно обеспечивало недопущение фактов учета в государственном кадастре недвижимости (ГКН) объектов, имеющих пересечения со смежными объектами, так как будучи представленными в единой системе координат, ошибки пространственного описания таких объектов недвижимости становятся очевидными;

- уход от МСК, основанных на СК-42, в единую МСК региона, базирующуюся на СК-95 (МСК_NN_95). Это позволяло с момента ввода в действие такой МСК_NN_95 начать осуществление кадастровой деятельности с точностью СК-95, обеспечивающей соблюдение требований по точности координатного описания объектов недвижимости на всех категориях земель;

- преобразование объектов недвижимости, ранее учтенных в АИС ГКН в системах координат, созданных от СК-42, в единую МСК региона, основанную на СК-95, по методологии и технологии, позволяющей одновременно устранять в них ошибки и деформации родительской системы координат 1942 г. Такая методология и технология позволяла в процессе координатных преобразований объектов недвижимости, ранее учтенных в МСК, основанных на СК-42, сделать их метрическое описание по точности и однородности соответствующим СК-95. Таким образом, соответствующими по точности СК-95 становились объекты недвижимости, не только

определенные уже в новой единой местной системе координат региона, созданной на основе СК-95, но и объекты, ранее учтенные в АИС ГКН в МСК, созданных от СК-42, но преобразованных из МСК_42 в МСК_NN_95 по «восстанавливающей» технологии.

Кроме того, осуществление перехода в ведении кадастра недвижимости, а равно и в создании иных видов пространственных данных, на территории субъекта РФ от СК-42 к СК-95 по варианту 1 создавало такому региону большой технологический выигрыш на будущее, на этапе перехода к новой геодезической системе координат 2011 г. Перейдя в формировании своего координатного пространства на территории субъекта к единой точной и однородной местной системе координат, основанной на СК-95, такие регионы обеспечивали себе технологически более простой переход к ГСК-2011. Объясняется это тем, что системы координат СК-95 и ГСК-2011 по своей точности и однородности являются достаточно близкими. Это значит, что переход от СК-95 к ГСК-2011 с большой долей вероятности для большинства регионов РФ может быть осуществлен методом ортогонального 7-параметрического преобразования Гельмерта. И в таком случае корректно осуществленный переход от СК-42 к СК-95, в том числе методологически и технологически правильное преобразование объектов АИС ГКН из МСК, основанных на СК-42 в единую МСК региона, созданную на базе СК-95, больше не потребует повторять. В одной из своих ближайших статей автор планирует подтвердить это на примере Новосибирской области.

Осуществление в некоторых субъектах РФ перехода от СК-42 к СК-95 в осуществлении кадастровой деятельности по более упрощенной методике преобразования ранее учтенных объектов АИС ГКН, когда поправки для перехода от СК-42 к СК-95 в координаты объектов недвижимости определялись как средние для некоторых единиц административного деления региона [15], тем не менее являлись очевидно прогрессивным шагом. В этом случае полностью реализовывались преимущества, указанные выше: все новые объекты недвижимости учитывались

в единой МСК региона; пространственное описание новых объектов недвижимости определялось в единой МСК региона с точностью СК-95. Кроме того, такие регионы тоже могут перейти в ведении кадастра недвижимости (а равно и в создании иных видов пространственных данных) от СК-95 к ГСК-2011 по методу ортогонального преобразования координат.

Единственным недостатком (хотя его нельзя назвать несущественным) такой модификации варианта 1 перехода от СК-42 к СК-95 является способ преобразования объектов недвижимости, ранее учтенных в АИС ГКН в МСК, основанных на СК-42, в единую МСК региона, базирующуюся на СК-95. При использовании поправок в координаты для перехода от СК-42 к СК-95 в виде величин, являющихся средними для таких крупных территориальных единиц, как субъекты РФ или их территории, покрываемые 3-градусной зоной [15], преобразование осуществляется с погрешностью до 1 м [15]. При этом такой способ преобразования (параллельный перенос на величину среднего смещения по выбранной территориальной единице) сохраняет в объектах недвижимости те искажения и деформации их пространственного описания, которые имелись в исходных МСК, основанных на СК-42. То есть точность и однородность метрического описания преобразуемых пространственных данных с применением такой упрощенной технологии не повышалась до уровня СК-95, а оставалась на уровне СК-42.

Вариант 2 с организационной точки зрения являлся наиболее простым, так как в этом случае региону ничего не нужно было делать, а просто сохранить ситуацию статус-кво. К сожалению, такой вариант был возможен, поскольку отмена СК-42 не означала автоматической отмены местных систем координат, созданных на базе СК-42 (МСК_42), а требование постановления Правительства [17] об обязательности обеспечения возможности перехода от местной системы координат к государственной системе координат, который осуществляется с использованием параметров перехода (ключей), относилось только ко вновь создаваемым МСК [17]. Кроме того,

требование закона 221-ФЗ [20] в части необходимости определения параметров перехода к единой государственной системе координат от используемых для ведения государственного кадастра недвижимости местных систем координат можно было считать формально выполненным (пусть и с большой погрешностью) за счет установления в ГОСТ [18] единых для всей страны параметров связи между СК-42 и СК-95.

Безусловно, такой вариант являлся наименее удачным сценарием осуществления кадастровой деятельности в регионе в условиях введения в стране новой, более точной и гомогенной системы координат СК-95 по следующим причинам.

Выполняя геодезические работы в процессе кадастровой деятельности в одном субъекте РФ во множестве низко точных МСК, основанных на СК-42, в течение не менее десятилетия лет, прошедших с момента введения СК-95 в действие, в таких субъектах Российской Федерации систематически нарушались требования по точности пространственного описания объектов недвижимости в процессе кадастровой деятельности. В реестр прав на недвижимое имущество включались объекты, степень однозначности и беспорочности идентификации которых как индивидуально-определенной вещи за счет некачественного пространственного описания была низкой, что фактически формировало массив потенциальных реестровых ошибок, создающих основу для будущих разбирательств, в том числе судебных, по поводу пересечения границ смежных объектов.

Следует также отметить, что реализация варианта 2 кадастровой деятельности не дала субъектам Российской Федерации никаких технологических выигранных при окончательном введении в действие ГСК-2011. Переход от множества МСК, существенно деформированных и неоднородных, как и их родительская система координат СК-42, к высокоточной и однородной ГСК-2011 или к таким же по качеству местным системам координат, основанным на ГСК-2011 (МСК_2011), в таких субъектах РФ будет не менее сложен, чем и переход от СК-42 к СК-95. Отложенная проблема перехода от низкоточных МСК, осно-

ванных на СК-42, к более точной и гомогенной системе координат СК-95 должна в таких субъектах РФ решаться теперь уже в варианте перехода от СК-42 к ГСК-2011. К сожалению, первоначально по такому сценарию ведения кадастровой деятельности после введения СК-95 пошли порядка 85 % субъектов Российской Федерации.

Вариант 3 является промежуточным между первым и вторым и реализован теми субъектами Российской Федерации, которые в осуществлении кадастровой деятельности решили отказаться от множества местных систем координат и прийти к единой местной системе региона по типу МСК, установленной приказом Роснедвижимости [6], – МСК_NN. К сожалению, несмотря на то, что к моменту издания этого приказа, предусмотренные в [3] основные организационно-технические мероприятия по вводу в действие СК-95 были завершены [7–10], приказом [6] было предусмотрено создание этих МСК на основе СК-42. Таким образом, переход в пределах субъекта Российской Федерации на единую МСК не сопровождался изменением базы такой МСК. В качестве основы для единой местной системы координат субъекта РФ (МСК_NN) была использована не новая, более точная и однородная система координат 1995 г., а все та же низкоточная, неоднородная (с локальными деформациями в пределах субъекта РФ до 3,5–4 м) система координат 1942 г. В случае такого перехода решалась лишь единственная проблема координатного пространства субъектов РФ, имевшаяся на момент введения в действие СК-95 все новые объекты недвижимости учитывались в единой МСК региона, чем исключалась возможность добавления в состав ГКН объектов с пересекающимися границами. Проблема же низкой точности системы координат СК-42, от которой такая МСК региона (МСК_NN_42) была образована, проигнорировалась. Тем самым пространственное описание объектов недвижимости, даже при наличии современных систем спутникового позиционирования, продолжало осуществляться с низкой точностью, соответствующей точности СК-42, не обеспечивающей нормативные требования по средней квадратической погрешности определе-

ния характерных точек объектов недвижимости для ряда категорий земель, в том числе для земель населенных пунктов.

Очевидно, что в свете необходимости перехода к осуществлению геопространственной деятельности, в том числе в ведении единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) с опорой на ГСК-2011 ситуация в таком субъекте РФ аналогична той, что имеется в субъекте, ничего не делавшем для перехода от СК-42 к СК-95. Здесь переход к ГСК-2011 (как это возможно в регионах, реализовавших вариант 1) от СК-42 осуществляется по более простому способу; метод 7-параметрического преобразования Гельмерта с приемлемой точностью маловероятен. Из-за искажений и локальных деформаций СК-42 в пределах субъекта РФ переход по единым региональным параметрам от СК-42 к ГСК-2011 возможен с погрешностью (в зависимости от размеров региона и величин деформаций СК-42 в его пределах) до нескольких метров, что не обеспечивает необходимые нормативные требования в части точности пространственного описания объектов недвижимости как минимум на землях населенных пунктов и на ряде других категорий земель.

О сохранении пространственных данных, созданных в СК-95, при переходе от СК-95 к ГСК-2011

При введении в действие СК-95 проблема перехода стояла и перед игроками геопространственного рынка, которые до этого вели свою картографо-геодезическую деятельность и создавали фонды пространственных данных в СК-42. Очевидно, что переход на осуществление геодезической деятельности от СК-42 к СК-95 такими субъектами геодезической деятельности являлся шагом не только законопослушным, но и технологически оправданным. После перехода на СК-95 пространственные данные такими участниками геодезического сообщества создавались в более точной и гомогенной системе координат СК-95, а значит, соответствуя по точности и однородности СК-95, такая геопространственная информация была более согласованной с другими видами пространственных дан-

ных и могла быть более эффективно с ними интегрирована для совместного комплексного использования и интерпретации.

Осуществив своевременно и законопослушно переход от СК-95 к ГСК-2011, такие игроки рынка геопространственных услуг могли бы рассчитывать на то, что их усилия по переводу имевшихся фондов пространственных данных из СК-42 в СК-95 не окажутся напрасными и что им не придется повторять его на этапе перехода от СК-95 к ГСК-2011. Такое желание обладателей больших фондов пространственных данных, к числу которых относятся, например, крупные недропользователи, является обоснованным и оправданным. Все-таки главной целью их геопространственной деятельности является не следование постоянно меняющимся системами координат, а решение целевых задач соответствующих сфер деятельности. Решение их проблем можно было бы найти в превращении СК-95, которая в настоящее время соответствии с законом [19] не относится ни к одной из существующих в стране категорий систем координат (международная, государственная, местная, локальная), в местную систему координат, установленную на зону деятельности предприятия (не превышающую территорию субъекта РФ).

В этом случае такие участники геодезического сообщества продолжили бы работать в привычной для них системе координат СК-95 как в местной системе координат со всеми преимуществами последней (в том числе открытость координат в МСК). Однако для этого такую МСК нужно создать и согласовать в соответствии с новым порядком установления местных систем координат, утвержденным приказом Федеральной службы геодезии и картографии (Росреестр) [21]. Но реализация алгоритма утверждения СК-95 как МСК для некоторой территории, не превышающей территорию субъекта РФ, в настоящее время напрямую невозможна, так как в приказе [21] заложена только опция создания МСК от эллипсоида, используемого в ГСК-2011 (далее – эллипсоид ГСК-2011). Использование эллипсоида Красовского, применяемого в СК-95, при создании МСК в соответствии с приказом [21] невозможно. Такое положение об

МСК не будет утверждено Росреестром, как не соответствующее приказу.

Тем не менее проблема сохранения фондов пространственных данных, созданных ранее в СК-95, при переходе к ГСК-2011 является актуальной. Ее решение позволило бы существенно снизить трудовые и финансовые затраты субъектов геодезической деятельности при переходе к выполнению геодезических и картографических работ в ГСК-2011.

В этой связи автором проведены соответствующие исследования и предложен новый вид местной системы координат, основанной на ГСК-2011, создаваемой в соответствии с приказом [21] и обеспечивающей сохранение фондов пространственных данных, ранее созданных в СК-95. Схема порядка образования такой МСК показана на рис. 1.

Идея такой МСК заключается в следующем. Новым порядком, утвержденным приказом [21], предусмотрено, что МСК, основанная на ГСК-2011 (далее – МСК_2011), образовывается от пространственных прямоугольных координат в ГСК-2011 путем 7-па-

раметрического преобразования (на рис. 1 это параметры 1) и далее в картографической проекции Гаусса – Крюгера на плоскость с общеземного эллипсоида ГСК-2011. Но если поставить и решить обратную задачу по определению таких параметров связи ГСК-2011 и МСК_2011 (на рис. 1 это параметры 1), которые обеспечивали бы совпадение плоских прямоугольных координат в МСК_2011 и в СК-95, то снимется проблема, стоящая перед современной практикой. Местная система координат, созданная на основе ГСК-2011, в своих плоских прямоугольных координатах будет соответствовать плоским прямоугольным координатам в СК-95. В этом случае законопослушные субъекты геодезической деятельности, обязанные создавать новые пространственные данные в ГСК-2011, по параметрам связи ГСК-2011 и МСК_2011 (на рис. 1 это параметры 1) будут преобразовывать их в МСК_2011. При этом плоские прямоугольные координаты точек в МСК_2011 $x_{мск}, y_{мск}$ будут совпадать с плоскими прямоугольными координатами аналогичных точек x_{95}, y_{95} в СК-95, рис. 1.

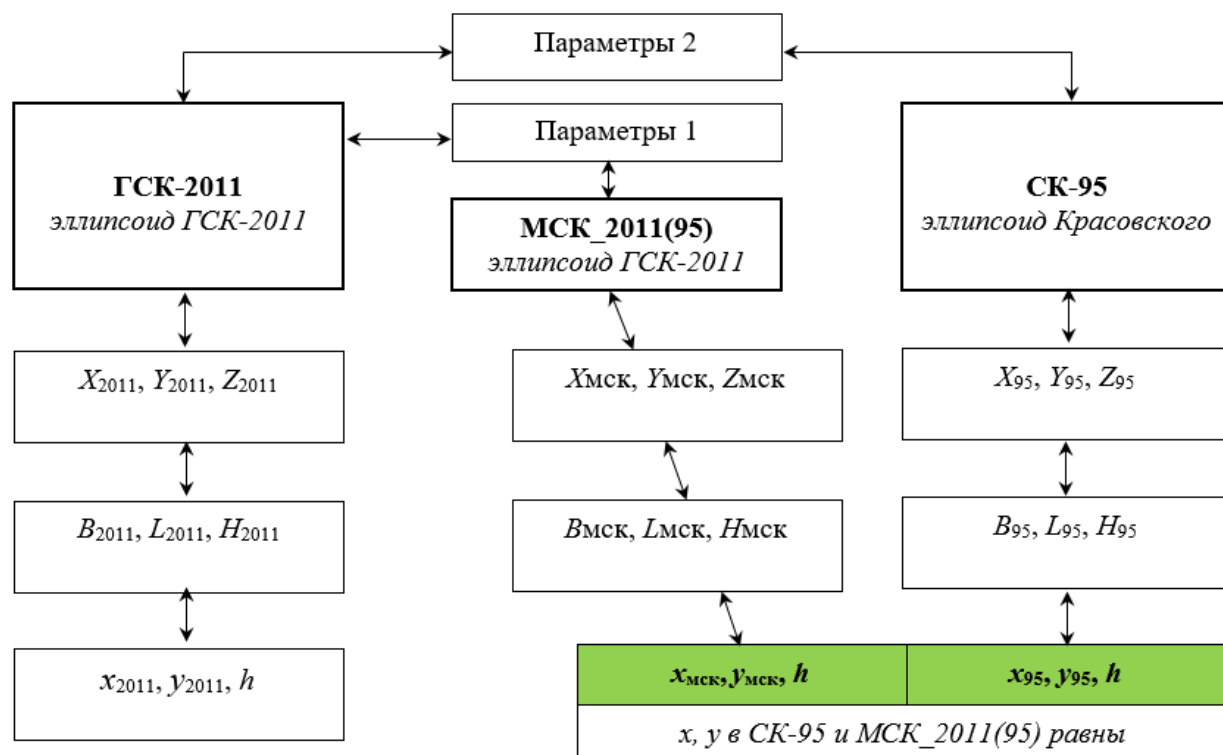


Рис. 1. Схема создания местной системы координат на основе ГСК-2011, обеспечивающей сохранение фондов пространственных данных в СК-95

Как видно из рис. 1, создаваемая таким образом местная система координат несет в себе информацию двух систем координат: ГСК-2011 – в части параметров используемого эллипсоида; СК-95 – в части конечных плоских прямоугольных координат в МСК_2011, совпадающих с плоскими прямоугольными координатами в СК-95, которые в конечном итоге определяют пространственное (референцное) положение эллипсоида ГСК-2011 в МСК_2011 относительно положения (геоцентрического) этого же эллипсоида ГСК-2011, но уже в государственной системе координат ГСК-2011 и представленные в виде параметров перехода от МСК_2011 к ГСК-2011 (на рис. 1 это параметры 1). В связи с интеграцией в такой местной системе координат составляющих элементов от двух систем координат (ГСК-2011 и СК-95) предлагаемый новый вид местной системы координат автором назван гибридным и обозначен как МСК_2011(95). Элементы условного обозначения нового (гибридного) вида местной системы координат наглядны и понятны: написание «МСК_2011» обозначает, что эта местная система координат образована от государственной системы координат ГСК-2011 в соответствии с новым порядком их установления, утвержденным приказом Росреестра от 16.10.2020 № п/0387 [21]; цифра 95 в скобках в написании аббревиатуры местной системы координат «МСК_2011(95)» обозначает, что данная гибридная МСК обеспечивает интеграцию с системой координат СК-95 и плоские прямоугольные координаты идентичных точек в МСК_2011(95) и СК-95 совпадают.

Практический эксперимент по созданию автором такой гибридной МСК проведен на участке местности, ограниченном координатами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Координаты граничных точек зоны действия МСК_2011(95)

№ точки	Широта B	Долгота L
1	58° 40'	109° 24'
2	60° 40'	109° 24'
3	60° 40'	111° 38'
4	58° 40'	111° 38'

Для эксперимента были взяты координаты всех пунктов ГГС 1–3 классов, попадающих в зону деятельности МСК (их здесь 330), в ГСК-2011 и в СК-95, а также координаты в этих же системах координат 11 дифференциальных геодезических станций, действующих в зоне действия МСК.

Координаты пунктов в СК-95 были преобразованы в геодезические координаты, но на эллипсоиде ГСК-2011 (на рис. 1 это $V_{мск}$, $L_{мск}$, $H_{мск}$) и далее в пространственные прямоугольные координаты $X_{мск}$, $Y_{мск}$, $Z_{мск}$. Эти координаты несут в себе информацию о системе координат СК-95 (в части плоских прямоугольных координат в этой СК). Координаты этих же пунктов ГГС и дифференциальных геодезических станций (ДГС) в ГСК-2011 из плоских прямоугольных координат x_{2011} , y_{2011} были последовательно преобразованы в геодезические и далее в пространственные прямоугольные координаты X_{2011} , Y_{2011} , Z_{2011} . Затем между пространственными прямоугольными координатами в обеих системах координат (МСК_2011(95) и ГСК-2011) были вычислены семь параметров преобразования Гельмерта (на рис. 1 это параметры 1).

Результаты оценки точности определения параметров преобразования между ГСК-2011 и МСК_2011(95), определенных по набору вышеуказанных пунктов ГГС и ДГС, отображены на рис. 2 и в табл. 2 и 3. Следует отметить, что для проведения эксперимента использовались все без исключения пункты ГГС 1–3-го класса, попадающие в зону действия МСК (ГГС 4-го класса на этой территории отсутствуют).

Как видно из табл. 3 и рис. 2, только три пункта (менее 1 %) ГГС (3-го класса) имеют ошибки в плановом положении в интервале от 0,3 до 0,6 м, а именно: 0,32, 0,36, 0,6 м. Очевидно, что эти пункты имеют погрешности в исходных координатах и без ущерба для определения параметров преобразования могут быть отбракованы из обработки.

Пять пунктов имеют погрешности в диапазоне от 0,2 до 0,3 м, а именно: 0,21 (три пункта); 0,26; 0,27 м. Погрешности всех оставшихся опорных пунктов ГГС и ДГС (333/97,7 %) находятся в интервале от 0 до 0,2 м.

Среднеквадратическая погрешность (СКП) определения параметров преобразования между государственной системой координат 2011 года и гибридной местной системой координат, основанной на ГСК-2011 – МСК_2011(95), составила ± 6 см (даже без исключения из оценки точности отбракованных трех пунктов ГГС), см. рис. 2, табл. 2.

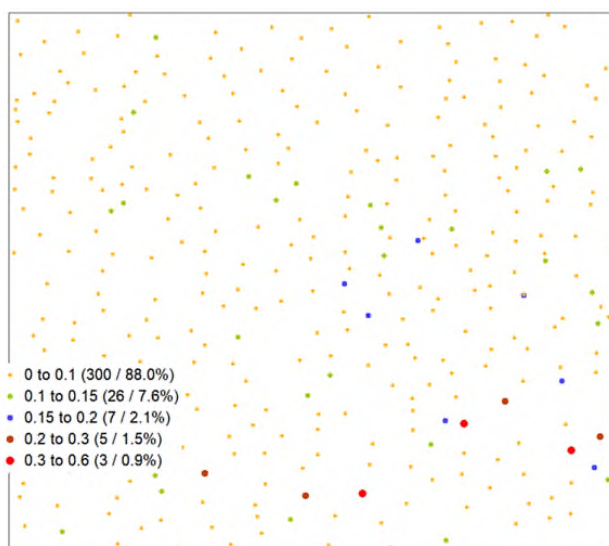


Рис. 2. Картограмма величин погрешностей определения по пунктам ГГС параметров преобразования между ГСК-2011 и МСК_2011(95)

Таблица 2

Погрешности определения по пунктам ГГС параметров преобразования между ГСК-2011 и МСК_2011(95)

Название погрешностей	Погрешность, м		
	по оси x	по оси y	в плане
Минимальная	0,27	0,32	0,60
Максимальная	-0,54	-0,30	0,00
Средняя	0,00	0,00	0,05
СКП	0,05	0,06	0,06

Если найти параметры преобразования непосредственно между ГСК-2011 и СК-95 (на рис. 1 это параметры 2), то точность их определения будет такой же, при этом погрешности на каждом конкретном пункте будут аналогичными. Это говорит о том, что точность определения параметров преобразования между ГСК-2011 и МСК_2011(95) за-

висит от точности и однородности систем координат ГСК-2011 и СК-95 и их взаимной согласованности.

Проведенный эксперимент показал, что взаимная согласованность СК-95 и ГСК-2011 на участке работ площадью свыше 26 тыс. км² (120 × 220 км), определенная по более чем 340 пунктам ГГС, находится в пределах среднеквадратической погрешности ± 6 см. Это позволяет применять местную систему координат для сохранения фондов пространственных данных, созданных в СК-95 в самых крупных масштабах, включая масштаб 1 : 500, без необходимости их пересчета в ГСК-2011 или в МСК, образованные от нее.

Таблица 3

Распределение погрешностей определения по пунктам ГГС параметров преобразования между ГСК-2011 и МСК_2011(95)

Диапазон погрешностей, см	Количество, шт.	Количество, %
0–10	300	88,0
10–15	26	7,6
15–20	7	2,1
20–30	5	1,5
30–60	3	0,8

Применение такой гибридной местной системы координат позволит законопослушным субъектам геодезической деятельности, обязанным создавать новые пространственные данные в ГСК-2011, по параметрам связи ГСК-2011 и МСК_2011(95) (на рис. 1 это параметры 1), преобразовывать их в МСК_2011(95). При этом плоские прямоугольные координаты аналогичных точек в МСК_2011(95) и СК-95 будут совпадать в пределах согласованности ГСК-2011 и СК-95 в зоне действия МСК. И у потребителя, использующего такую гибридную МСК при ведении фондов пространственных данных, ранее созданных в СК-95, будет возможность выбора: сохранять ранее созданные фонды и далее в СК-95, а вновь создаваемые пространственными данными – в МСК_2011(95), осуществляя между ними связь только на уровне плоских прямоугольных координат; аккумулировать как старые, так и новые пространственные данные в СК-95; концентрировать вновь создава-

емую геопространственную информацию в МСК_2011(95) и туда же постепенно, по мере необходимости и желания, преобразовывать данные из СК-95. При этом любой из этих вариантов позволяет осуществлять их реализацию эволюционно, без необходимости оперативного завершения процесса, поскольку на любом этапе все данные в СК-95 и МСК_2011(95) будут легко совместимы и согласуемы на уровне плоских прямоугольных координат.

При этом очевидно, что совпадение координат точек в МСК_2011(95) и в СК-95 при их представлении в виде плоских прямоугольных координат не должно вводить в заблуждение потребителей и позволять считать системы координат МСК_2011(95) и СК-95 в принципе одинаковыми. Конечно же, в других видах координат (геодезических и пространственных прямоугольных) эти системы координат расходятся существенно, поэтому использование пространственных данных, представленных в этих двух системах координат (СК-95 и МСК_2011(95)), в программном обеспечении геоинформационных систем должно быть грамотным и осторожным во избежание путаницы. Совместимыми, согласованными для совместного анализа и интерпретации в любых ПО ГИС могут быть только те пространственные данные, созданные в СК-95 и МСК_2011(95), которые представлены в плоских прямоугольных координатах в своей системе координат. Будучи преобразованными в другие виды координат (геодезические и пространственные прямоугольные) эти координаты в СК-95 и в МСК_2011(95) не совпадут, что естественно для двух разных систем координат, имеющих разные эллипсоиды и их несовпадающие положения в пространстве.

Следует отметить, что предложенный новый вид гибридной местной системы координат фактически объединяет в себе два отдельных стандартных алгоритма установления местной системы координат при желании сохранить пространственные данные в ранее существовавшей на данной территории местной системе координат.

Этот алгоритм предусматривал, например, при переходе от МСК, созданных на базе

СК-42 (МСК_42), к МСК, базирующейся на СК-95 (МСК_95), два последовательных действия: преобразование по ранее существовавшим для этой территории официально установленным параметрам перехода (ключам) от СК-42 к МСК, но с использованием на входе координат в СК-95; затем нахождение для данной территории оптимальных местных топоцентрических параметров преобразования, состоящих из двух смещений по осям координат, разворота вокруг точки в центре территории и масштабного коэффициента, которые бы приближали полученные по ключам МСК_42, но с входными координатами в СК-95 координаты в МСК_95 к координатам в МСК_42.

Использование ГСК-2011 и местных систем координат, образуемых от нее как пространственных систем координат, с установлением между ними семи параметров Гельмерта ортогонального преобразования, позволяет одновременно решить вышеуказанную задачу и определить параметры, удовлетворяющие заранее заданному условию: совпадение координат идентичных точек в их представлении в виде плоских прямоугольных координат в системе координат СК-95 и местной системе координат, образуемой от ГСК-2011 – МСК_2011(95).

Важно подчеркнуть, что гибридная местная система координат, создаваемая на основе ГСК-2011, может быть успешно создана только в отношении системы координат, имеющей близкую к ГСК-2011 точность и однородность. Создание гибридной МСК, основанной на ГСК-2011, с целью сохранения пространственных данных в СК-42 – МСК_2011(42) неэффективно, так как точность нахождения параметров между ГСК-2011 и такой МСК_2011(42) из-за существенных локальных деформаций СК-42 будет низкой. Такая точность для территории, указанной в приведенном эксперименте, может составлять от 0,5 до 1 м, а для территорий, сопоставимых с площадью субъектов РФ, – несколько метров. Очевидно, что такая точность неприемлема для сохранения в СК-42 крупномасштабных топографических материалов, а также геодезических данных, требующих точности на уровне субдециметра.

Заключение

Задачу перехода на государственную систему координат 2011 г. при выполнении геодезических и картографических работ нельзя рассматривать в отрыве от существующей в субъектах Российской Федерации ситуации с используемыми местными системами координат, без учета уже предпринятых в регионах усилий по построению здесь более точного и однородного координатного пространства на базе системы координат 1995 г. и без постановки задачи на сохранение ранее созданных фондов пространственных данных.

На момент окончательного введения ГСК-2011 в действие некоторые субъекты Российской Федерации уже перешли при создании пространственных данных в интересах социально-экономического развития регионов, в том числе при осуществлении кадастровой [15, 16] и градостроительной (в соответствии с приказом Минстроя РФ [22]) деятельности, от множества низкоточных МСК, основанных на СК-42, к единой местной системе координат региона, созданной на базе СК-95. Очевидно, что это шаг являлся важным, прогрессивным в аспекте предстоящего перехода к ГСК-2011. Создав единое координатное пространство субъекта Российской Федерации, основанное на более точной и однородной (по сравнению с СК-42) единой местной системе координат региона, базирующейся на СК-95, эти регионы решили две стратегические задачи: пространственные данные, в том числе координатное описание объектов недвижимости, с момента перехода осуществляется с точностью и однородно-

стью, соответствующей СК-95, и обеспечивающей соблюдение нормативных требований соответствующих сфер деятельности, в том числе требований по среднеквадратической погрешности определения координат характерных точек границ объектов недвижимости; единая местная система координат региона, основанная на СК-95 (МСК_NN_95) и ГСК-2011, по своей точности и однородности сопоставимы, что делает возможным установление необходимой в соответствии с [23] связи между МСК_NN_95 и ГСК-2011 в более простом варианте – путем установления единых региональных параметров ортогонального преобразования.

Субъекты геодезической деятельности, своевременно перешедшие в ведение своих фондов пространственных данных от СК-42 к СК-95, заинтересованы в сохранении этих фондов и при переходе к ГСК-2011 без необходимости преобразования их в ГСК-2011. Для реализации данной задачи предложен инструмент в виде нового вида местной системы координат, названного автором гибридным, позволяющий путем введения такой местной системы координат, основанной на ГСК-2011 – МСК_2011(95), получать в ней координаты, совпадающие (в их плоском прямоугольном виде) с координатами в СК-95 (в их аналогичном виде). Это позволит участникам рынка геопространственных услуг продолжить ведение фондов пространственных данных в СК-95, осуществляя связь между ГСК-2011 и СК-95 с помощью такой гибридной МСК, созданной в полном соответствии с приказом Росреестра [21], утвердившим новый порядок установления местных систем координат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 24.11.2016 № 1240. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О введении единой системы геодезических координат и высот на территории СССР [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров СССР от 07.04.1946 № 760. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об установлении единых государственных систем координат [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 28.07.2000 № 586. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). ГКИНП (ГНТА)-06-278-04, утверждено приказом Роскартографии от 01.03.2004 № 29-пр. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Попадъев В. В., Ефимов Г. Н., Зубинский В. И. Геодезическая система координат 2011 года // Науч.-техн. сб. «Астрономия, геодезия и геофизика». – М. : Изд-во ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», 2018. – С. 139–228.
6. Об утверждении Положения о местных системах координат Роснедвижимости на субъекты Российской Федерации [Электронный ресурс] : Приказ Роснедвижимости от 18.06.2007 № П/0137. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. Местные системы координат, существующие проблемы и возможные пути их решения // Геопрофи. – 2009. – № 2. – С. 52–57.
8. Горобец В. П., Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат // Геопрофи. – 2013. – № 6. – С. 4–9.
9. Басманов А. В., Горобец В. П., Забнев В. И., Кафтан В. И., Побединский Г. Г., Столяров И. А., Ходаков П. А. О геодезическом обеспечении территории России. К 80-летию Г. В. Демьянова // Геопрофи. – 2019. – № 6. – С. 10–15.
10. Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. Проблемы непрерывного совершенствования ГГС и геоцентрической системы координат России // Геопрофи. – 2011. – № 4. – С. 49–55.
11. Обиденко В. И. Единое высокоточное гомогенное координатное пространство территорий и местные системы координат: пути гармонизации // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 46–62.
12. О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке [Электронный ресурс] : приказ Министерства экономического развития РФ от 17.08.2012 г. № 518. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. 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 и помещения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства экономического развития РФ от 01.003.2016 № 90. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. 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 [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. Шавук В. С. Введение в действие местных систем координат в Северо-Кавказском федеральном округе // Геодезия и картография. – 2012. – № 10. – С. 10–13.
16. Карпик А. П., Ламерт Д. А., Обиденко В. И. Реализация «дорожной карты»: пути повышения качества пространственного описания объектов государственного кадастра недвижимости // Геодезия и картография. – 2013. – № 12. – С. 45–49.
17. Об утверждении правил установления местных систем координат [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.2007 № 139. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
18. ГОСТ Р 51794–2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. – М. : Стандартинформ, 2009. – 16 с.
19. О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 22.12.2015 № 431-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
20. О государственном кадастре недвижимости [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
21. Об утверждении порядка установления местных систем координат [Электронный ресурс] : приказ Росреестра от 20.10.2020 № п/0387. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
22. Об утверждении свода правил «Инженерные изыскания при планировке территорий. Общие требования» [Электронный ресурс] : Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25.02.2019 № 127/пр. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

23. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : федер. закон от 03.07.2015 № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Получено 27.02.2022

© В. И. Обиденко, 2022

ON THE PRESERVATION OF SPATIAL DATA CREATED IN CS-95 WHEN TRANSITION TO SCS-2011

Vladimir I. Obidenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Vice-rector for Secondary Professional Education – Director of Novosibirsk Technical School of Geodesy and Cartography, e-mail: ovi62@yandex.ru

The article gives an assessment of the measures taken in the constituent entities of the Russian Federation for the transition from CS-42 to CS-95 as one of the stages in preparation for the introduction of a new state geodetic coordinate system SCS-2011. It is noted, that those subjects of the Russian Federation, where the work on the transition in the creation of spatial data necessary for the socio-economic development of the regions, from a variety of local coordinate systems (LCS) based on CS-42, to a single local coordinate system of the region, created on the basis of CS-95, has already been implemented, have advantages in the transition to SCS-2011. Such regions have the opportunity to move to SCS-2011 by establishing a connection between the unified local coordinate system of the region, based on CS-95, and SCS-2011 in the form of unified regional parameters of the orthogonal transformation. The problem of preserving the spatial data funds created in CS-95 during the transition to SCS-2011 is also considered. It is noted that for the participants of the geospatial market, law-abiding and timely (after the abolition of CS-42 and the introduction of CS-95) who converted their geodetic materials and data from CS-42 to CS-95, the problem of their preservation during transition to SCS-2011 without the need for recalculation in SCS-2011. As a solution to this problem, the author proposed a new type of local coordinate system based on SCS-2011.

Keywords: State geodetic coordinate system of 2011, SCS-2011, CS-42, CS-95, local coordinate system, preservation of spatial data funds, transformation of spatial data

REFERENCES

1. Decree of the Government of the Russian Federation of November 24, 2016 No. 1240. On the establishment of state coordinate systems, state system of heights and state gravimetric system. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
2. Decree of the Council of Ministers of the USSR of April 7, 1946 No. 760. On the introduction of a unified system of geodetic coordinates and heights on the territory of the USSR. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
3. Decree of the Government of the Russian Federation of July 28, 2000 No. 586. On the establishment of unified state coordinate systems. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
4. Geodetic, Cartographic Instructions, Norms and Regulations. GKINP (GNTA)-06-278-04. User manual for the performance of work in the coordinate system of 1995 (SK-95). Approved by order of Roskartografiya of March 01, 2004 No. 29-pr. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
5. Popad'ev, V. V., Efimov, G. N., & Zubinskii, V. I. (2018). The geodetic coordinate system of 2011. In *Nauchno-tekhnicheskiiy sbornik "Astronomiya, geodeziya i geofizika" [Scientific and Technical Collection "Astronomy, Geodesy and Geophysics"]* (pp. 139–228). Moscow: FSBI Center for Geodesy, Cartography and SDI Publ. [in Russian].
6. Order of Rosnedvizhimost of June 18, 2007 No. P/0137. On Approval of the Regulations on Local Coordinate Systems of Rosnedvizhimost for the Subjects of the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
7. Dem'yanov, G. V., Majorov, A. N., & Pobedinskij, G. G. (2009). Local coordinate systems, existing problems and possible solutions. *Geoprofi*, 2, 52–57 [in Russian].

8. Gorobets, V. P., Demyanov, G. V., Mayorov, A. N., & Pobedinsky, G. G. (2013). Current state and directions of development of geodetic support of the Russian Federation. Coordinate systems. *Geoprofi*, 6, 4–9 [in Russian].
9. Basmanov, A. V., Gorobec, V. P., Zabnev, V. I., Kaftan, V. I., Pobedinskij, G. G., Stolyarov, I. A., & Hodakov, P. A. (2019). On the geodetic support of the territory of Russia. To the 80th anniversary of G.V. Demyanov. *Geoprofi*, 6, 10–15 [in Russian].
10. Dem'yanov, G. V., Majorov, A. N., & Pobedinskij, G. G. (2011). Problems of continuous improvement of the GHS and the geocentric coordinate system of Russia. *Geoprofi*, 4, 15–21 [in Russian].
11. Obidenko, V. I. (2020). Unified high-precision homogeneous coordinate space of territories and local coordinate systems: ways of harmonization. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(2), 46–62 [in Russian].
12. Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of August 17, 2012 No. 518. On the requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the boundaries of a land plot, as well as the contour of a building, structure or object of construction in progress on a land plot. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
13. Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of March 1, 2016 No. 90. On approval of requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the boundaries of a land plot, requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the outline of a building, structure or construction-in-progress object on land site, as well as requirements for determining the area of a building, structure and premises. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
14. Order of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography dated October 23, 2020 No. P / 0393. On approval of requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the boundaries of a land plot, requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the contour of a building, structure or object construction in progress on a land plot, as well as requirements for determining the area of a building, structure, premises, parking spaces. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
15. Shavuk, V. S. (2012). Implementation of local coordinate systems in the North Caucasus Federal District. *Geodezia i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 10, 10–13 [in Russian].
16. Karpik, A. P., Lamert, D. A., & Obidenko, V. I. (2013). Implementation of the Road Map: ways to improve the quality of the spatial description of objects of the state real estate cadastre. *Geodezia i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 12, 45–49 [In Russian].
17. Decree of the Government of the Russian Federation of March 03, 2007 No. 139. On Approval of the Rules for Establishing Local Coordinate Systems. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
18. Standards Russian Federation. (2009). GOST R 51794-2008. Global navigation satellite systems. Coordinate systems. Methods for transforming coordinates of determined points. Moscow: Standartinform Publ., 16 p. [in Russian].
19. Federal Law of the Russian Federation of December 22, 2015 No. 431-FZ. On geodesy, cartography and spatial data and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
20. Federal Law of the Russian Federation of July 24, 2007 No. 221-FZ. On the State Real Estate Cadastre. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
21. Rosreestr's order of October 20, 2020 No. p/0387. On approval of the procedure for establishing local coordinate systems. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
22. Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation of February 25, 2019 No. 127 / pr. On the approval of the code of practice «Engineering surveys in the planning of territories. General requirements. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
23. Federal Law of the Russian Federation of July 3, 2015 No. 218-FZ. On State Registration of Real Estate. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].

Received 27.02.2022

© V. I. Obidenko, 2022