DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10027

УДК 528.9, 528.236, 550.8, 004.6
© А.М.Вахрушев, В.С.Муравьев, 2019

К вопросу использования государственной системы координат (ГСК-2011) при работах геологической отрасли, формировании единого информационного пространства и требований к функционалу ГИС

А.М.ВАХРУШЕВ, В.С.МУРАВЬЕВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Рассмотрен принятый порядок использования государственной системы координат 2011 г. (ГСК-2011). Приводятся сведения об основных документах, определяющих порядок ввода, сроки действия государственных систем координат, их параметры, методы преобразований координат. Даётся краткая характеристика основных существующих глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС, GNSS), используемых ОГСК. Проведено сравнение эллипсоидов, соответствующих СК ГНСС и ГСК-2011. Приведены значения элементов трансформирования для основных систем координат, используемых в РФ на основании регламентных документов. Отмечены как положительные, так и отрицательные (препятствия) аспекты введения и использования ГСК-2011 в геологической отрасли. Сформулированы рекомендации для повышения эффективности применения ГСК-2011, в частности, и для информационной обеспеченности геологической отрасли в целом.
Ключевые слова: государственные системы координат, общеземная геоцентрическая система координат, ГСК-2011, СК-42, СК-95, WGS-84, ITRF-2008, глобальные навигационные спутниковые системы, ГНСС, картография, референц-эллипсоид, значения элементов трансформирования, информационное обеспечение, геологическая отрасль.

Вахрушев Андрей Михайлович
кандидат геолого-минералогических наук
vahrushev@tsnigri.ru

Муравьев Владимир Сергеевич
vmuravev@tsnigri.ru

Using the State Coordinate System (GSK-2011) for works in geology, creating the unified data space and requirements for the GIS functionality

A.M.VAKHRUSHEV, V.S.MURAVIEV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

The paper is reporting the existed procedure of using the State Coordinate System of the year 2011 (GSK-2011). Information about the major documents designated the process of commissioning and period of validity of coordinate systems, their parameters and methods of transformation is published. The existed global navigation satellite systems (GNSS) and geocentric coordinate systems are shortly characterized. The authors have compared ellipsoids for the coordinate systems SK GNSS and GSK-2011. Transformation coefficients are reported for the main coordinate systems applicable in Russian Federation based on the approved guidelines. The main advantages and problems of using the GSK-2011 for geological work are noted. The paper contains recommendations for the improvement of information coverage in general and the efficiency of GSK-2011 usage in geology.
Key words: state coordinate systems, geocentric coordinate system, GSK-2011, SK-42, SK-95, WGS-84, ITRF-2008, global navigation satellite systems, GNSS, cartography, reference ellipsoid, transformation coefficients, information coverage, geology.

С 1 января 2017 г. была введена в действие государственная система координат 2011 г. (ГСК-2011), согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы» [10, 11]. Ранее ГСК-2011 уже вводилась постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат» [12]. Однако постановление № 1240 его отменяет

и даёт некоторые послабления по предельным срокам использования СК-42 и СК-95.

Разработка и введение ГСК-2011 являются этапом в развитии геодезического обеспечения Российской Федерации, в том числе и в области решения задачи совершенствования соответствия между национальной и глобальной системами координат [10]. Таким образом, появилась система координат, точность которой не уступает спутниковым геодезическим измерениям, основанным на данных глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). До введения ГСК-2011 исполнители картографических работ, выполнив спутниковые измерения (получив координаты с приёмников ГНСС), вынуждены были искажать полученные данные, переходя к ранее определённым государственным системам координат, таким как СК-95 и СК-42 [10], применяемым в геологической отрасли. В результате точность конечной информации существенно снижалась. По опубликованным данным и мнению специалистов геодезической отрасли, ГСК-2011 практически на порядок точнее СК-95 и на два порядка – СК-42 [9].

Основные документы, определяющие порядок ввода, сроки действия государственных систем координат, их параметры, а также методы преобразований координат и их приращений из одной системы в другую, приведены в табл 1.

Система координат СК-42 в силу поэтапности её развития и технологии уравнивания результатов измерений с позиции современных требований обладает низкой точностью, а погрешности координат пунктов государственной геодезической сети (ГГС), реализующей её, имеют неоднородное распределение на территории России. Даже в пределах одного административного района погрешности координат пунктов могут колебаться в пределах нескольких метров [16]. Стоит отметить, что СК-42 1942 г., введённая Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. № 760, представляет собой систему плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера (референц-эллипсоид-Красовского). В основе СК-42 лежит классическая наземная триангуляция. Начальным пунктом в системе координат 1942 г. был принят центр круглого зала Пулковской обсерватории.

В результате совместного уравнивания трёх самостоятельных, но связанных между собой геодезических построений различных классов точности – КГС (космическая геодезическая сеть), ДГС (доплеровская геодезическая сеть), АГС (астрономо-геодезическая сеть) по их состоянию на период 1991–1993 гг. – на смену СК-42 была принята новая система координат СК-95. Она установлена так, что её оси параллельны осям геоцентрической системы координат. Положение начала СК-95 задано таким образом, что значения координат пункта ГГС Пулково в системах СК-95 и СК-42 совпадают [14].

Уровень и интенсивность развития системы геодезического обеспечения определяются двумя основными факторами: состоянием средств геодезических измерений и востребованностью экономики к точности и оперативности получения геодезических данных. В настоящее время эти факторы непосредственно связаны с созданием и внедрением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС, GNSS) [15, 16], характеристики которых приведены в табл 2.

Параметры эллипсоидов, соответствующих СК и ГСК-2011 по данным регламентных документов, ГОСТ и др. (в том числе по данным ООН), приведены в табл. 3 [3, 13, 15, 17].

Развитие технологий и требования к оперативности получения пространственной информации определили переход от классических наземных измерений к методам определения с использованием спутниковых измерений и спутниковых геодезических сетей. Как видно из приведённых ранее таблиц, большинство развитых стран (или их объединения) с протяжёнными территориями, помимо активного участия в международных проектах, связанных с единой ОГСК, ведут программы по развитию национальных (государственных) СК, что позволяет сохранять и развивать существующий геодезический и картографический потенциал.

Основу системы координат ГСК-2011 составляют государственные спутниковые геодезические сети, использованные при выводе её параметров [6, 8, 16]:

сеть пунктов постоянных наблюдений ГНСС – фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС);

сеть пунктов периодически повторяемых наблюдений ГНСС – высокоточная геодезическая сеть пунктов (ВГС);

спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1).

В структуру государственной геодезической сети, практически реализующей систему координат ГСК-2011 и обеспечивающей её доступность для использования потребителями, также входят сети триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1–4 классов (~283 000 пунктов), уравненные с опорой на пункты ФАГС, ВГС и СГС-1, что обеспечивает возможность использования в системе координат ГСК-2011 большого количества геодезических, топографических и картографических материалов, полученных ранее на основе традиционных методов и технологий.

На практике при подготовке и проведении полевых (геологических) работ уже давно и активно применяются портативные спутниковые навигаторы для ориентирования на местности и получения координат (привязки на местности) пройденных маршрутов, мест работ и др. При этом основной объём материалов и пространственных данных (картографических, геологических, топографических и др.), используемых на всех этапах отраслевых работ, представлен в системе координат СК-42, а для ГНСС базовой системой координат в подавляющем большинстве случаев является WGS-84, в связи с чем необходимы этапы пред- и постобработки загружаемой и получаемой с навигаторов информации

1. Основные документы, определяющие порядок ввода, сроки действия государственных систем координат, их параметры, методы преобразований координат

Документ	Дата вступления в силу, ввода в действие	Основные положения документа
Постановление Правительства РФ от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы» [11]	01.01.2017	Введение на территории РФ новой государственной геодезической системы координат 2011 г. (ГСК-2011); картографические работы, предусматривающие создание новых пространственных данных в государственной системе координат, должны выполняться только в ГСК-2011; применение СК-42 и СК-95 допускается до 1 января 2021 г. в отношении материалов (документов), созданных с их использованием; приведены параметры, применяемые в государственных системах координат
ГОСТ 32453-2017. Глобальная навигационная спутниковая система; системы координат; методы преобразований координат определяемых точек [3]	01.07.2018	Стандарт устанавливает методы преобразований координат и их приращений из одной системы в другую, а также порядок использования параметров преобразования систем координат при выполнении геодезических, навигационных, картографических работ с применением аппаратуры потребителей глобальных навигационных спутниковых систем
Приказ Росреестра от 23.03.2016 № П/134 «Об утверждении геометрических и физических числовых геодезических параметров государственной геодезической системы координат 2011 года» [13]	23.03.2016	Геометрические и физические числовые геодезические параметры государственной геодезической системы координат 2011 г., значения элементов трансформирования для основных систем координат, используемых на территории Российской Федерации, в том числе параметры трансформации из СК-42 в ГСК-2011, WGS-84 (G1150) в ГСК-2011, ITRF-2008 в ГСК-2011

посредством различного программного обеспечения. Применение и приёмы работы со спутниковыми навигаторами описываются во многих учебных курсах и программах по геологии, а также весьма подробно рассмотрены в созданном специалистами ФГБУ «ВСЕГЕИ» методическом пособии по использованию систем спутниковой навигации при производстве ГСР-200 и работах по созданию Госгеолкарты-1000/3 [4]. Фактически в связи с развитием технологий, их доступностью, удобством использования достаточно давно произошёл переход от классических наземных измерений к методам определения пространственных координат посредством ГНСС. Однако сама точность получаемых пространственных данных может в итоге не соответствовать возможностям используемых технических и программных средств из-за множества причин, так или иначе связанных с особенностями пересчёта значений в различных системах координат. Исполнитель может как ошибаться при пересчётах, так и просто забыть выполнить рекомендуемые действия для получения удовлетворительных результатов точности. Для мелкомасштабных работ это не так критично. Согласно «Инструкции по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ (утв. Министерством природных ресурсов Российской Федерации 3 декабря 1996 г.)» [2], на стадиях геологической съёмки, глубинного геологического картирования и общих поисков с составлением отчётных карт масштабов 1:100 000 и мельче по СКП допуски могут быть до 100 м, для более крупных масштабов – пропорционально меньше.

Внедрение ГСК-2011 как основной системы координат в данном случае весьма положительно, так как её согласованность с другими общеземными СК высока. Значения элементов трансформирования для основных систем координат, используемых на территории Российской Федерации, определённых в Приказе Росреестра от 23.03.2016 № П/134, приведены в табл. 4.

На основе значений этих параметров можно сделать вывод о том, что даже в случае неприменения транс-

2. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС, GNSS)

Наименование	Тип, статус	Принадлежность	Точность определения местонахождения объекта*	Система координат, эллипсоид**
GPS (NAVSTAR)	Глобальная, действующая	США, МО	Типичная точность примерно 6–8 м, может быть улучшена до метров, десятков сантиметров	WGS-84 (G1762), приближен к ITRF-2008 (расхождения порядка десятков сантиметров)
ГЛОНАСС	Глобальная, действующая	РФ, МО	До 2,8 м, к 2020 г. – до 0,6 м с дальнейшим доведением до 10 см	ПЗ-90 (ПЗ-90.11), параметры близки к ITRF-2008
GALILEO	Глобальная, строящаяся	ЕС	Пока сравнима с GPS, планируется в специальных режимах до 10 см	GTRF (GTRF16v01), приближен к IRTF-2008 с субсантиметровой точностью
BEIDOU	Глобальная, строящаяся	Китай	К 2012 г. точность порядка 10 м	CGCS2000 (CTRF 2000), практически соответствует WGS-84
QZSS	Региональная, действующая	Япония	СДК (система дифференциальной коррекции) для GPS, улучшение точности позиционирования до сантиметров на ограниченной территории	JGS, близка к ITRF-2008
IRNSS (NAVIC)	Региональная, действующая	Индия	Точность до 10 м	WGS-84

Примечание. *С применением функциональных дополнений глобальных навигационных спутниковых систем, RTK, DGPS и др. точность может возрастать до первых сантиметров; **все версии ОГСК (Общеземная геоцентрическая система координат) к настоящему времени с достаточно высокой точностью согласованы с ITRF-2008.

формации между WGS-84 (как основной при использовании ГНСС) расхождения должны быть весьма далеки от критических значений, не говоря уже о разнице с ПЗ-90.11, чего нельзя сказать о СК-42 и СК-95.

Не углубляясь в нюансы и особенности применяемых ранее СК-42 и СК-95, можно сказать, что для согласованности пространственных данных при итоговом формировании картографических материалов исполнителю необходимо привести их в соответствие с ГСК-2011 соответствующими методами трансформации (семипараметрическое, Гельмерта). При этом программное обеспечение, используемое для картографических работ (геоинформационные системы), должно содержать данные о соответствующих СК (параметры референц-эллипсоидов и их датумы) и параметрах перехода между ними или как минимум позволять их задать, а также обеспечивать возможность пересчёта координат «на лету». Вместе с тем важна возможность создания «цепочки» последовательных преобразований, так как ГОСТ регламентирует выполнение пересчёта пространственных прямоугольных координат пользователями ГНСС ГЛОНАСС и GPS по схеме из системы ПЗ-90 в систему WGS-84 и обратно, а также из ПЗ-90 и WGS-84 в референцные системы координат Российской Федерации, используя семь элементов трансформирования, точность которых определяет точность преобразований [3].

Однако даже современные версии (2018–2019 гг.) многих актуальных для картографических работ программных продуктов (особенно иностранных проприетарных) класса ГИС не имеют данных о ГСК-2011 в базовом пакете установки. То же самое можно отметить и для российских программных комплексов. В таких случаях перед конечным пользователем встаёт проблема самостоятельного внесения параметров утверждённой к использованию ГСК-2011 в настройки программных продуктов, что зачастую является нетривиальной задачей, так как необходимо найти такие сведения, корректно их добавить в базы систем координат ПО, верно указать методы и параметры пересчёта между СК. В отдельных случаях можно ожидать, что исполнитель просто будет выбирать наиболее близкие по параметрам СК из уже имеющихся в программе. Также существует проблема соответствия между российским

3. Сравнение эллипсоидов соответствующих СК и ГСК-2011

Эллипсоид	Большая полуось эллипсоида, a	Сжатие эллипсоида, α, $^{-1}$	Малая полуось эллипсоида, b	|Δa| от ITRF-2008	|Δb| от ITRF-2008	|Δa| от WGS-84	|Δb| от WGS-84
PZ-90.11	6 378 136	298,25784	6 356 751,361796	0,60	0,50	1,00	0,95
GSK-2011	6 378 136,50	298,2564151	6 356 751,757956	0,10	0,10	0,50	0,56
ITRF-2008/2014	6 378 136,60	298,25642	6 356 751,857972	0,00	0,00	0,40	0,46
WGS 84 (G1762)	6 378 137,00	298,2572236	6 356 752,314245	0,40	0,46	0,00	0,00
CTRF 2000	6 378 137,00	298,2572221	6 356 752,314140	0,40	0,46	0,00	0,00
СК-95/СК-42, Красовского	6 378 245,00	298,3	6 356 863,018773	108,40	111,16	108,00	110,70

и международным именованием вводимых систем координат, что существенно затрудняет их поиск как в программе, так и по онлайн-базам (EPSG и др.)

В виду вышеуказанных аспектов возникают вопросы, напрямую касающиеся формирования единого информационного пространства отрасли как в части требований к программным продуктам, их технической поддержки, импортозамещения, так и нормативно-методического обеспечения. Требуется документ, который бы регламентировал порядок ввода в действие и использования ГСК-2011 в отрасли, разъяснял с какого времени и для каких наборов данных информацию об их пространственном положении предоставлять в этой системе координат. В связи с переходным периодом актуально регламентировать указание используемой СК как для формируемых картографических материалов в целом, так и для отдельных представленных на них информационных слоёв (особенно для цифровых комплектов). То же касается и координат, приводимых в проектах технических (геологических) заданий для описания пространственного положения объекта работ, а также и других отраслевых документов, содержащих такого рода сведения (приложения к лицензионным соглашениям, паспортам объектов учёта участков недр). Регламентировать перевод существующих и применяемых цифровых основ (математических, географических, топографических, геологических и др.) в новую СК, модифицировать существующие ИС, возможно, пересчитать хранящиеся в них координаты в соответствии с законодательной базой. Регламентировать в какой СК будут выгружаться пространственные данные из отраслевых ИС и ресурсов. Важно обозначить одним из основных требований к программным продуктам, оперирующим пространственными данными, поддержку ГСК-2011 по умолчанию, в том числе и в рамках импортозамещения, и предусмотреть сопровождение комплекта поставки ПО соответствующей инструкцией, где было бы рассмотрено, что необходимо выполнить для использования государственных систем координат РФ. Например, ESRI CIS опубликовала необходимую информацию на своём сайте в разделе «Блоги» (там же можно найти и готовые ГП для местных систем координат) [1, 7]. Такие меры повышают привлекательность программного продукта, его коммерческую успешность. ГИС Панорама, судя по информации с их сайта, тоже давно обеспечила поддержку государственных систем координат. «Наша ГИС» от «СибГеоПроект» также, по информации с сайта производителя, поддерживает ГСК-2011. QGIS 3.6 содержит описание ГСК-2011, но не параметры ГП. NEXTGIS QGis не содержит. ГИС Интегро – в базовой конфигурации не содержит, необходимо вводить вручную. Конечно, современные геоинформационные системы в большинстве своём поддерживают ввод произвольных систем координат, параметров географических преобразований, но механизмы ввода различаются существенно, что, как уже отмечалось, может стать для пользователя нетривиальной задачей.

В виду того, что большое количество данных о пространственном положении объекта в отраслевых документах приводится в табличном виде (таблица координат угловых точек, повсеместно в паспортах объекта, в проектах Т(Г)З, лицензионных соглашениях и др.), высока востребованность «калькулятора», инструмента

4. Значения элементов трансформирования для основных систем координат, используемых в Российской Федерации

Исходная система (А)	Конечная система (Б)	ΔX, м	ΔY, м	ΔZ, м	ω_x 10^{-3} угл.с	ω_y 10^{-3} угл.с	ω_z 10^{-3} угл.с	m, 10^{-6}
СК-42	ГСК-2011	+23,56 ±2,00	–140,86 ±2,00	–79,77 ±3,00	–2 ±10	–346 ±10	–794 ±10	–0,227 ±0,25
СК-95	ГСК-2011	+24,65 ±0,43	–129,14 ±0,37	–83,06 ±0,54	–67 ±10	+4 ±10	+129 ±10	–0,175 ±0,2
ПЗ-90	ГСК-2011	–1,44 ±0,2	+0,17 ±0,2	+0,23 ±0,3	+1,738 ±1	+3,559 ±1	–134,263 ±1	–0,2274 ±0,06
ПЗ-90.02	ГСК-2011	–0,37 ±0,1	+0,2 ±0,1	+0,21 ±0,1	–1,738 ±1	+3,559 ±0,5	–4,263 ±0,5	–0,0074 ±0,05
ПЗ-90.11	ГСК-2011	+0,000 ±0,01	–0,014 ±0,02	–0,008 ±0,01	–0,562 ±0,7	–0,019 ±0,26	–0,053 ±0,23	+0,0006 ±0,001
WGS-84 (G1150)	ГСК-2011	–0,34 ±0,1	+0,47 ±0,1	+1,13 ±0,2	–1,738 ±1	+3,559 ±0,5	+65,737 ±0,5	–0,1074 ±0,05
ITRF-2008	ГСК-2011	+0,002 ±0,1	–0,003 ±0,02	–0,003 ±0,01	–0,053 ±0,7	–0,093 ±0,26	–0,012 ±0,23	+0,0008 ±0,001

Примечание. ΔX, ΔY, ΔZ – линейные параметры трансформирования при переходе из системы А в систему Б; ω_x, ω_y, ω_z – угловые параметры трансформирования при переходе из системы А в систему Б; m – масштабный параметр трансформирования при переходе из системы А в систему Б.

пакетного пересчёта наборов координат в числовом представлении, а ещё желательнее – отдельного инструмента перепроецирования пространственных данных в цифровом виде, поддерживающего основные применяемые форматы файлов.

По литературным данным [5], в кадастровой палате Росреестра имеется ПО MSK2GSKALLR для пересчёта массивов данных из СК-95 в ГСК-2011; декларируемая разработчиками точность преобразования – 5 см. Однако в настоящее время ни непосредственно данное ПО, ни его основной компонент, определяющий точность пересчёта – региональные параметры связи и матрицы деформации СК-95 по отношению к ГСК-2011 – широкой общественности (за исключением кадастровой платы Росреестра) недоступны. Для геологической отрасли такая точность видится избыточной, поэтому достаточно опираться на представленные в ГОСТ и Приказе Росреестра параметры пересчёта. В сети Интернет в свободном доступе имеются ресурсы по пересчёту координат (www.latlong.ru, www.geobridge.ru, www.mapbasic.ru, тематические форумы, собственные разработки отдельных пользователей), но всем вышеприведённым требованиям они не соответствуют (или пока нет поддержки ГСК-2011, или можно пересчитывать координаты только по одной точке, да и не очевидны сами формулы пересчёта – неясно на основе каких значений параметров выполняются преобразования).

Понятно, что для эффективного внедрения и применения ГСК-2011, помимо разработки нормативно-методических отраслевых документов, следует если не на государственном, то как минимум на отраслевом уровне решить задачи разработки и принятия технологии, создания ПО для преобразования координат и пространственных данных из ранее использовавшихся (и используемой до сих пор повсеместно СК-42) в утверждённую государственную систему ГСК-2011 с необходимой и достаточной точностью. При этом нормативная база и программно-технологическое обеспечение должны быть доступны всем заинтересованным субъектам. В виду того, что Росгеолфонд, ответственный за создание и ведение ЕФГИ, стал ключевым субъектом «цифровизации» отрасли, держателем цифровой информации, представляется разумным организовать в рамках информационных ресурсов Росгеолфонда раздел методических отраслевых руководств и сопутствующих программных средств, в том числе в виде «онлайн-сервисов», поскольку информация – это не только данные, но и средства их обработки, документы по принципам работы с ними, инструкции.

Следует отметить, что какими бы полными не были данные, без интерпретации и осмысления они сами по себе не станут информацией, и не факт, что в такой ситуации человек сможет на их основе правильно сформировать собственные знания. Для преодоления такого

рода трудностей целесообразно иметь своего рода площадку мониторингового обсуждения и сбора информации об актуальных для геологической отрасли законодательных инициативах, законах, инструкциях, регламентах, приёмах работы и др., с возможностью оперативного обновления содержания, указания ссылок и текстов самих документов, предложения исправлений, их экспертной оценки и дополнения специалистами. Сформировать своего рода вики-систему, базу знаний, энциклопедию и интегрировать её в структуру информационного обеспечения отрасли, при этом в системе организовать отображение информации по градациям уровня заинтересованности пользователя (специалиста). Например, страница, отображающая базовые параметры и сведения, необходимые для выполнения операций пересчёта из одной СК в другую, с информацией по настройке ПО – для технических специалистов (базовая информация); информация по принятым документам, регламентирующим введение, особенности применения, формулы расчёта, сведения, связанные с углублённым изучением вопроса – для специалистов, более заинтересованных в понимании проблемы и её решения, обсуждения (расширенная информация).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Географические* преобразования. ESRI CIS Блоги [электронный ресурс]. Источник: https://blogs.esri-cis.ru/2018/02/14/geo-transformations. Дата обращения: 19-03-2019: 14-00.
2. *Инструкция* по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ (утв. Министерством природных ресурсов РФ 3 декабря 1996 г.). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1997.
3. *Межгосударственный* стандарт ГОСТ 32453-2017 «Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.09.2017 № 1055-ст).
4. *Методическое* пособие по использованию систем спутниковой навигации при производстве ГСР-200 и работах по созданию Госгеолкарты-1000/3. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. [электронный ресурс]. Источник: http://www.vsegei.ru/ru/info/normdocs/metod_gps.pdf. Дата обращения: 19-03-2019:13-40.
5. *Обиденко В.И.* Об изменении координат на территории Российской Федерации при переходе от СК-95 к ГСК-2011 // Вестник СГУГиТ. 2017. Вып. 2 (22). С. 5–21.
6. *Основные* положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА)-01-006–03. Утверждены приказом Роскартографии от 17.06.2003 г. № 101-пр.
7. *Перепроецирование* из/в МСК и трансформации по ГОСТам 2001, 2008, 2013 и 2017. ESRI CIS Блоги [электронный ресурс]. Источник: https://blogs.esri-cis.ru/2018/10/22/custom_projections_arcgis. Дата обращения: 19-03-2019:14-05.
8. *Побединский Г.Г.* Системы координат и нормативное регулирование создания и функционирования спутниковых сетей точного позиционирования // Геопрофи. 2016. № 6. С. 4–12.
9. *Побединский Г.Г.*, *Столяров И.А.* Современное состояние государственной системы геодезического обеспечения Российской Федерации и основные направления ее развития. Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2017 // Сборник материалов XIII Междунар. науч. конгр., 17–21 апреля 2017 г. –Новосибирск: СГУГиТ, 2017. С. 14–27.
10. *Попрыгин В.А., Третьяков В.И.* ГСК-2011. Проблема перехода // Геопрофи. 2018. № 1. С. 8–12.
11. *Постановление* Правительства РФ от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы».
12. *Постановление* Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат».
13. *Приказ* Росреестра от 23.03.2016 № П/134 «Об утверждении геометрических и физических числовых геодезических параметров государственной геодезической системы координат 2011 года».
14. *Система* геодезических координат 1942 года (СК-42). Геодезический словарь. Санкт-Петербургский техникум геодезии и картографии [электронный ресурс]. Источник: http://spbtgik.ru/book/2128.htm. Дата обращения: 19-03-2019:12-00.
15. *Современные* навигационные спутниковые системы. Информационно-аналитический центр КВНО ФГУП ЦНИИмаш, г. Королев, Россия [электронный ресурс]. Источник: www.glonass-iac.ru. Дата обращения: 19-03-2019:13-20.
16. *Современное* состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат / В.П.Горобец, Г.В.Демьянов, А.Н.Майоров, Г.Г.Побединский // Геопрофи. 2013. № 6. С. 4–9.
17. *Regional* Reference Systems. United Nations Office for Outer Space Affairs [электронный ресурс]. Источник: http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/resources/Regl-ref.html. Дата обращения: 19-03-2019:13-00.