

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ (ПОДЗЕМНАЯ, ОТКРЫТАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ)

DOI: 10.26730/1999-4125-2020-3-58-64

УДК 622.834:528:74

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ КООРДИНАТ ОПОЗНАКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПУТНИКОВЫХ GPS-ТЕХНОЛОГИЙ

DEFINITION OF THE ERRORS OF THE CONTROL POINT COORDINATES USING GPS SATELLITE TECHNOLOGIES

Корецкий Дмитрий Сергеевич¹,
ведущий инженер-геодезист, e-mail: kds3210@yandex.ru
Dmitry S. Koretskiy¹, leading engineer-surveyor
Корецкая Галина Александровна²,
старший преподаватель, e-mail: kga1957@mail.ru
Galina A. Koretskaia², Senior Lecturer
Кузнецов Евгений Владимирович³,
к.т.н., заместитель директора по науке, e-mail: kevlad@mail.ru
Evgeniy V. Kuznetsov³, Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Science

¹ АО «Сибирский инженерно-аналитический центр», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Станционная, 17/1

¹ SC «Siberian Engineering and Analytical Center», 17/1, Stansionnaya st., Kemerovo, 650000, Russian Federation.

² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya st., Kemerovo, 650000, Russian Federation.

³ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, филиал, Россия, 652870, г. Междуреченск, пр. Строителей, 36

³ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Branch, 36, Stroiteley Ave., Mezhdurechensk 652870, Russian Federation.

Аннотация:

В статье рассмотрены вопросы переопределения координат опознаков на разрезе «Ольжерасский» Кемеровской области, г. Междуреченск. Использован наиболее перспективный метод дифференциальных спутниковых геодезических измерений. Приведены результаты предрасчета погрешностей плановых и высотных координат опознака, наиболее удаленного от базовых станций, и сравнение их с допустимыми значениями. Выполнен анализ изменения координат опознаков за пятилетний период. Даны рекомендации по обновлению и совершенствованию маркшейдерских опорных геодезических сетей на разрезе с целью повышения их точности и достоверности в условиях природных и техногенных воздействий на открытых горных работах.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС/GPS, государственные геодезические сети, опознаки, погрешности определений координат.

Abstract:

The article deals with the issues of redefinition of the control point coordinates at the Olzherassky open-pit mine of the Kemerovo region, Mezhdurechensk. The most promising method of differential satellite geodetic measurements is used. The results of pre-calculation of errors in the planimetric and elevation coordinates of the control point most distant from the base stations, and their comparison with acceptable values, are presented. The

analysis of changes in the control point coordinates for a five-year period is performed. Recommendations are given for updating and improving the survey reference geodesic networks at the open-pit mine in order to increase their accuracy and reliability in the conditions of natural and man-made impacts on open-pit mining.

Key words: global navigation satellite systems GLONASS/GPS, state geodetic network, control points, errors in coordinate definitions.

Использование современных GPS-технологий существенно расширило рамки решения задач маркшейдерско-геодезического направления. Спутниковые глобальные радионавигационные системы (GPS/ГЛОНАСС) позволяют в большинстве случаев по сравнению с традиционными методами достигнуть более высокой точности определения местоположения объекта [1]. Возможности таких систем возросли настолько, что наряду с решением задач грубого определения координат пунктов с метровой точностью (из абсолютных определений) местоположение объектов успешно определяется на уровне точности до сантиметров и даже до миллиметров (из дифференциальных определений). В основе дифференциального метода лежит знание координат опорной точки или системы опорных точек, относительно которых могут быть вычислены поправки к определению псевдодальностей до навигационных спутников. Если эти поправки учесть в аппаратуре потребителя, то точность вычислений координат может быть повышена в десятки раз [2, 3].

В настоящее время для привязки опознаков на угольных разрезах применяют различные методы, в том числе традиционные классические геодезические измерения, аэрофотосъемку и

спутниковое GPS-оборудование [4].

Опознаки – это контурные точки, которые хорошо опознаются на аэрофотоснимках и на местности и координаты которых используются для создания исходной геодезической основы с целью получения точных топографических или фотограмметрических документов [5].

На территории горного предприятия ОАО «РАЗРЕЗ «ОЛЬЖЕРАССКИЙ» Кемеровской области (г. Междуреченск) главной геодезической основой для маркшейдерских работ являются пункты триангуляции и полигонометрии 1, 2, 3 и 4-го классов государственной геодезической сети (ГГС), марки и репера нивелирной сети I, II, III и IV классов точности. Для выполнения съемок и других маркшейдерских работ создается дополнительная, более густая сеть опорных пунктов съемочного обоснования. Положение пунктов съемочного (рабочего) обоснования определяется относительно пунктов ГГС. Плановое съемочное обоснование развивается на основе ГГС в единой системе координат CR-42. Средняя квадратическая погрешность положения точек съемочного обоснования относительно пунктов опорной сети не должна быть более 0,4 мм на плане в принятом масштабе съемки и не более 0,2 м по высоте [6].



- Основные технические характеристики:*
- 9 каналов на частоте L1 (C-код плюс фаза);
 - 9 каналов на частоте L2 (P-код плюс фаза);
 - интервал сбора данных 1-60 сек;
 - погрешность измерения базовых линий:*
 - СТАТИКА 5 мм + 1 ppm (d),
 - БЫСТРАЯ СТАТИКА 5-10 мм + 1 ppm (d),
 - РЕОККУПАЦИЯ 5-10 мм + 1 ppm Cd),
 - СТОЮ/ИДУ 10-20 мм + 1 ppm (d),
 - КИНЕМАТИКА 10-20 мм + 1 ppm Cd),
 - где d – длина измеряемой линии (мм);
 - абсолютное определение координат 15 м
 - вес приемника HILD SR299 2.3 кг;
 - вес контроллера WILB CR233 1 кг;
 - напряжение питания 12 В;
 - общая потребляемая мощность не более 12 Вт;
 - условия эксплуатации: –20 С + 55 С.

Рис. 1. Аппаратура спутниковая приемная одночастотная Wild GPS-System 200

Fig. 1. Satellite reception equipment, single-frequency Wild GPS-System 200

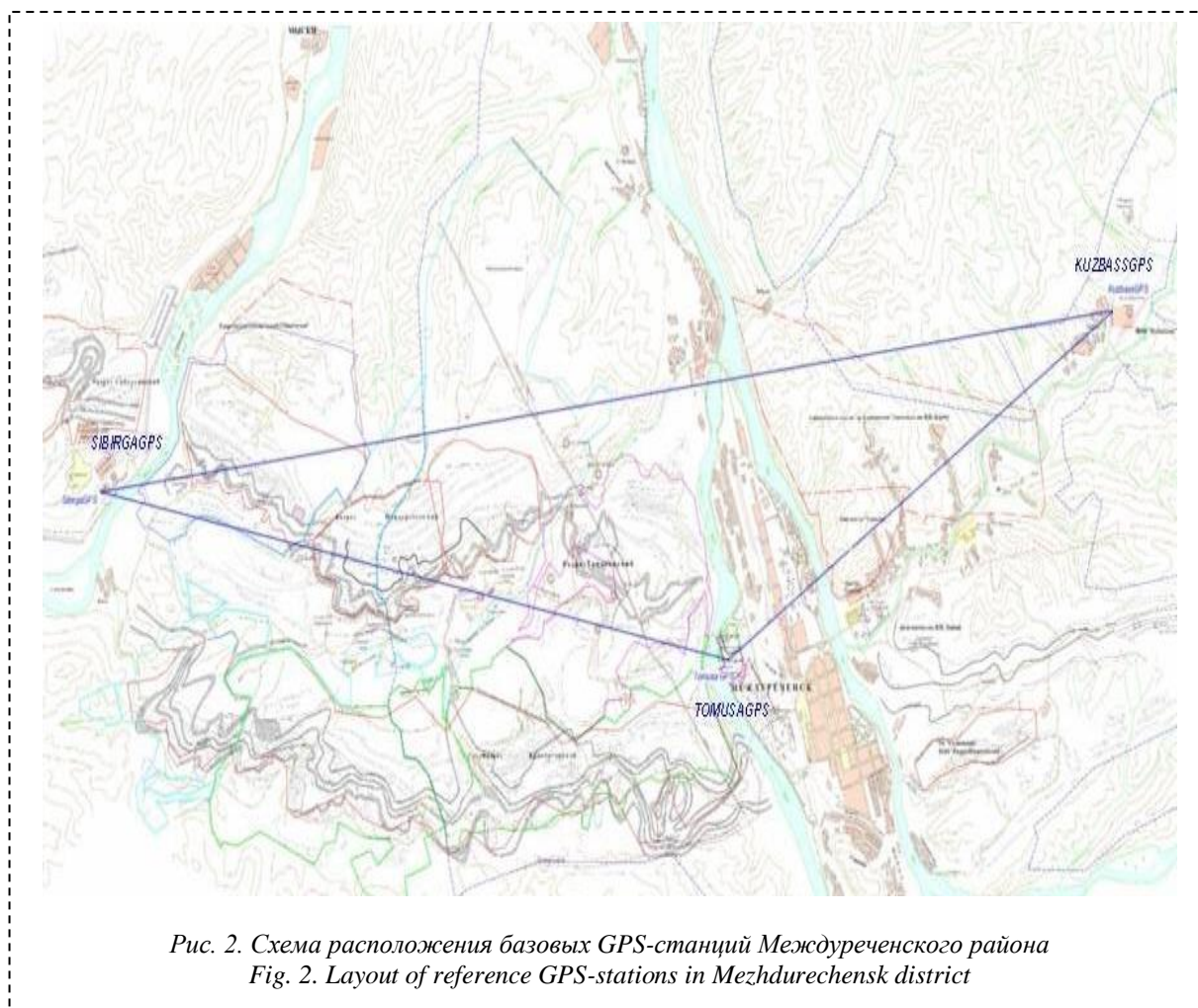


Рис. 2. Схема расположения базовых GPS-станций Междуреченского района
Fig. 2. Layout of reference GPS-stations in Mezhdurechensk district

Точки съёмочного обоснования закрепляются постоянными или временными центрами. Постоянными центрами закрепляются съёмочные точки, расположенные в местах, обеспечивающих длительную их сохранность:

- на площадках нерабочих уступов;
- за контурами промышленных запасов;
- на старых устоявшихся внутренних и внешних отвалах.

Временными центрами съёмочные точки закрепляются в пределах рабочей части карьера, на рабочих уступах и т. д.

Постоянные знаки представляют собой железные трубки, рудничные рельсы или металлические стержни, забетонированные в скважину или котлован. Глубина скважины должна быть на 0,5 м больше глубины промерзания, но не менее 1 м. Временными знаками могут быть железные трубки, стержни, рудничные рельсы или деревянные колья длиной от 0,2 до 0,5 м (в зависимости от крепости пород), забиваемые вровень с поверхностью земли [7].

Плотность пунктов сетей рабочего обоснования карьера, включая пункты опорной сети, может быть различной. Исходя из опыта топографической съёмки на разрезе, она должна составлять не менее 10 пунктов на 1 км² съёмки

масштаба 1:2000 и 16 пунктов при съёмке в масштабе 1:1000 [8].

На разрезе «Ольжерасский» проводятся полевые работы по определению координат опознаков с применением спутниковой геодезической системы Wild GPS-System 200 (рис. 1).

Одночастотная спутниковая приемная аппаратура Wild GPS-System 200 представляет собой один из вариантов приемного оборудования GPS, разработанного фирмой Leica (Швейцария). Система предназначена для быстрого и эффективного сбора и обработки данных GPS с целью выполнения геодезических измерений в опорных и съёмочных сетях, при проведении межевания, в строительстве, горном деле, деформометрическом контроле и других видах определений относительных положений объектов [9]. Аппаратура System 200 состоит из GPS сенсора WildSR299, GPS контроллера WildCR233 и связанных с ними вспомогательных средств, таких, например, как используемое при пост-обработке программное обеспечение SKI.

При проведении камеральных работ выполняется обработка материалов планово-высотной подготовки, уравнивание и составление каталога координат планово-высотных опознаков.

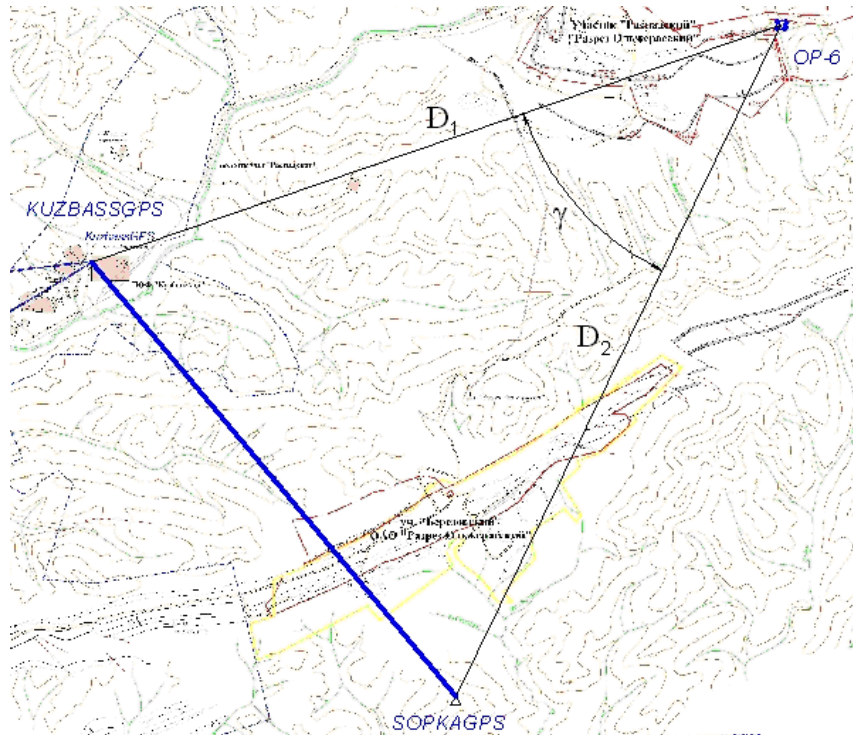


Рис. 3. Схема линейной засечки для определения опознака ОП-6
 Fig. 3. Linear cutting scheme to determine OP-6 control point

Обработка данных производится в программном обеспечении DATUM/MAP-SKI фирмы Leica версии 2.3. Перевод координат пунктов с эллипсоида WGS-84 на эллипсоид Красовского в местную систему координат 1988 года выполняется интерполяционным методом.

Для определения координат опознаков при помощи GPS на разрезе используется дифференциальный метод в режиме работы СТАТИКА. Статический режим означает, что приемники не перемещаются в течение всего наблюдательного интервала. Базовый приемник и приемник с неизвестными координатами одновременно выполняют наблюдения и записывают данные в течение 30-120 мин (в зависимости от расположения спутников) [10].

Базовый приемник устанавливается на пункт государственной геодезической сети. В данном случае таким является пункт ГГС II класса KUZBASSGPS, расположенный в 7 км от участка «Распадский» на крыше здания АБК ЦОФ «Кузбасская». Еще две такие базы располагаются на АБК разреза «Томусинский» (пункт ГГС II класса TOMUSAGPS) и на здании АБК разреза «Сибиргинский» (пункт ГГС II SIBIRGAGPS) (рис. 2).

Такой треугольник пунктов позволяет производить в режиме реального времени взаимное уравнивание координат базовых станций. Базовый приемник постоянно находится в работе. Передвижной приемник (ровер) поочередно устанавливается на центры запроектированных

опознаков. При одновременной работе базы и ровера получают приращение координат опознака относительно базовой станции дифференциальным методом [11, 12].

При организации спутниковых геодезических определений на разрезе было установлено, что пункты ГГС II класса TOMUSAGPS и SIBIRGAGPS не могут быть использованы в качестве базовых станций для привязки опознака ОП-6. В линейной засечке нельзя допускать, чтобы угол между направлениями на базовые пункты был менее 30° или более 150°, т. к. это приводит к большой погрешности определения плановых координат опознака [13, 14].

Поэтому было принято решение в качестве базы использовать пункты ГГС II класса KUZBASSGPS и SOPKAGPS, расположенные на расстоянии 9,9 км и 10,3 км соответственно с хорошей геометрией (рис. 3).

Ниже приведен предрасчет точности определения координат опознака ОП-6, наиболее удаленного от базовых станций.

Среднеквадратическая погрешность (СКП) базовой линии для пунктов ГГС II класса определяется по формуле [15]:

$$\frac{1}{200000} = \frac{m_S}{S},$$

где m_S – СКП базовой линии (м); S – расстояние между базовыми пунктами KUZBASSGPS и SOPKAGPS (м).

$$\frac{1}{200000} = \frac{m_S}{10750}; m_S = 0,054 \text{ (м)}.$$

Таблица 1. Переопределение координат опознаков
Table 1. Redefining the control points coordinates

Название опознака	Условные координаты, м на 05.05.2014 г.			Условные координаты, м на 09.06.2019 г.			Приращения координат, м		
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
ОР-6	23,035	81,747	318,349	22,998	81,763	318,373	0,037	0,016	0,024
ОР-5	49,119	25,633	318,546	48,269	25,755	317,968	0,850	0,122	0,578
ОР-3	31,255	59,043	319,952	31,222	58,997	319,998	0,033	0,046	0,046

Тогда ошибка определения плановых координат $M_{об}$ базовых станций определится из выражения:

$$M_{об} = m_s \cdot \sqrt{2} = 0,054 \times 1,41 = 0,076 \text{ (м)}$$

Среднеквадратическая погрешность наиболее удаленного от баз опознака ОР-6, определенного спутниковым методом способом линейной засечки, определяется по формуле:

$$M_{оп} = \frac{m_s \cdot \sqrt{2}}{\sin \gamma},$$

где γ – угол между направлениями на базовые пункты, град; m_s – погрешность определения пункта в плане спутниковым методом.

Величина m_s определится из выражения:

$$m_s = 5 \text{ мм} + (1 \text{ мм/1 км}) \cdot D,$$

где D – среднее расстояние от определяемого пункта до базовых станций, км.

Длина линии ОР-6 – KUZBASSGPS равна 9,9 км, а линии ОР-6 – SOPKAGPS – 10,3 км. Тогда среднее значение D равно 10,1 км. Подставив среднее расстояние D , получим:

$$m_s = 5 \text{ мм} + (1 \text{ мм/1 км}) \cdot 10,1 = 15,1 \text{ мм}$$

Тогда по формуле погрешность в определении плановых координат (относительно баз) наиболее удаленного опознака ОР-6 определится:

$$M_{оп} = \frac{m_s \cdot \sqrt{2}}{\sin \gamma} = \frac{15,1 \cdot 1,41}{\sin 46^\circ} = 29,6 \text{ мм}$$

Суммарная погрешность определения плановых координат опознаков с учетом ошибки базы определится из формулы:

$$M_{общ} = \sqrt{M_{об}^2 + M_{оп}^2}, \text{ мм};$$

$$M_{общ} = \sqrt{76^2 + 29,6^2} = 81 \text{ мм}$$

Предельная ожидаемая погрешность в определении плановых координат наиболее удаленного опознака определится из формулы:

$$M_{ож} = M_{общ} \cdot k,$$

где k – коэффициент достоверности (на открытых горных работах принимается равным 2).

Тогда:

$$M_{ож} = 81 \cdot 2 = 162 \text{ мм}$$

Допустимая ошибка в соответствии с инструкцией [6] не должна превышать 0,4 м в масштабе плана. Для масштаба 1:2000 эта ошибка не должна превышать 800 мм. Следовательно, ожидаемая погрешность определения плановых координат находится в допустимых пределах.

Ошибка по высоте также складывается из погрешности базовой линии $M_{зб}$ и погрешности определения наиболее удаленного пункта $M_{зп}$. Исходя из особенностей GPS-съемки, высотная погрешность базовой линии будет приблизительно равна плановой, т.е. $M_{зб} = 76 \text{ мм}$. Среднеквадратическая погрешность определения высотных координат опознака определится из выражения:

$$m_{зп} = 10 \text{ мм} + (1 \text{ мм/1 км}) \cdot 10,1 = 20,1 \text{ мм}$$

Тогда погрешность в определении высотных координат (относительно баз) наиболее удаленного опознака ОР-6 определится:

$$M_{зп} = 20,1 \cdot \sqrt{2} = 28,4 \text{ мм}$$

Суммарная погрешность определения высотных координат опознаков с учетом ошибки базы:

$$M_{общ} = \sqrt{76^2 + 28,4^2} = 81,2 \text{ мм}$$

Предельная ожидаемая погрешность в определении высотных координат наиболее удаленного опознака:

$$M_{ож} = 81,2 \cdot 2 = 162,4 \text{ мм}$$

Максимально допустимая ошибка по высоте при создании съемочного обоснования в масштабе 1:2000 в горной местности не должна превышать 200 мм [6]. Таким образом, предельная ожидаемая погрешность в определении высотных координат наиболее удаленного пункта находится в пределах допустимой.

В табл. 1 представлены результаты определения координат опознаков в условной системе, полученные с интервалом в 5 лет с использованием GPS-технологий.

Из полученных результатов опознак ОР-5 имеет погрешности ($\Delta X=0,850$ м; $\Delta Z=0,578$ м), превышающие допустимое значение (200 мм).

Следовательно, данный пункт был недостаточно надежно закреплен либо был установлен на месте, не обеспечивающем длительную сохранность знака. Остальные опознаки претерпели незначительные изменения, и расхождения в координатах находятся в допустимых значениях.

Анализ изменения координат опознаков за пятилетний период позволяет сделать следующие выводы.

Государственная геодезическая система координат, созданная классическими наземными методами измерений, уже не может в полной мере удовлетворять потребности горного производства. В настоящее время многие пункты ГГС оказались утраченными или потеряли сохранность. Причины утраты пунктов ГГС: изменение растительного покрова, вандализм, агрессивные погодные условия, рельефные изменения искусственного и естественного происхождения.

Для того, чтобы пункты маркшейдерских опорных геодезических сетей находились на уровне современных требований, а также требований ближайшего будущего, необходимо:

– систематически проводить полевое обследование (осмотр) всех пунктов сети,

восстанавливать или заново определять утраченные пункты;

– периодически (через 5-10 лет) выполнять повторные или дополнительные измерения в той части сети, которая наиболее сильно подвержена деформациям техногенного или природного характера или вследствие других причин;

– повторные или дополнительные измерения, проводимые для дальнейшего совершенствования и повышения точности определения опознаков, необходимо осуществлять на базе новейших достижений в области высокоточной измерительной техники и методов измерений с использованием GPS-технологий;

– по мере накопления новой измерительной информации в результате повторных или дополнительных измерений необходимо (через 5-10 лет) заново выполнять повторное уравнивание сети как плановой, так и высотной с целью получения более точных значений координат и высот.

Выполнение данных рекомендаций позволит создать надежную геодезическую основу для решения маркшейдерских задач горного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа развития геодезии и картографии на основе плана мероприятий реализации концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: miigaik.ru/novosti/20120816122002-9041.doc.
2. Галаганов, О.Н. Сопоставление данных ГЛОНАСС и GPS измерений способом дифференциального позиционирования в режиме статика при решении геодинимических задач / О.Н. Галаганов [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 28–37.
3. Корецкая, Г.А. Спутниковые навигационные системы в маркшейдерии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 130400.65 «Горн. дело» специализации 130404 «Маркш. дело». – Кемерово: Из-во КузГТУ, 2012. – 93 с.
4. Бахаева, С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учебное пособие / С.П. Бахаева; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2010. – 171 с.
5. ГКИНП-02-036-02 Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 100 с.
6. Инструкция по производству маркшейдерских работ: РД 07-603-03. Сер. 07. Вып. 15. М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. 120 с.
7. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. – М.: ЦНИИГАиК, 2001. – 30 с.
8. Справочник маркшейдера: в 3 частях. Ч. 1 / Г.П. Жуков [и др.]; Сиб. угольн. энергет. компания (СУЭК). – М.: Горное дело, 2015. – 440 с.
9. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 73 с.
10. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.. М.: ЦНИИГАиК, 2003. – 66 с.
11. Корецкая, Г.А. Обоснование необходимости создания референчных сетей в Кузбассе / Г.А. Корецкая [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – № 1. – С. 36-44.
12. Карпик, А.П. Результаты исследований спутниковой геодезической аппаратуры по измерениям ГЛОНАСС / А.П. Карпик [и др.] // Интерэкспо Гео-Сибирь – 2015. – Т. 1. – № 2. – С. 125–134.

13.Suhail Al Madani, Balqies Sadoun, Omar Al Bayari Journal. Continuously operating reference station and surveying applications in KSA. International Journal of Communication Systems.Vol. 29, Issue 6, April 2016. Pages 1046-1056.

14.H.Z. Abidin, T.S. Haroen, F.H. Adiyanto, H. Andreas, I. Gumilar, I. Mudita, and I. Soemarto On the establishment and implementation of GPS CORS for cadastral surveying and mapping in Indonesia Survey Review Vol. 47, Iss. 340, 2015.

15.Бузук, Р.В. Маркшейдерские опорные геодезические сети: учебное пособие / Р.В. Бузук; Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2004. – 287 с.

REFERENCES

1. Programma razvitiya geodezii i kartografii na osnove plana meropriyatij realizacii koncepcii razvitiya otrasli geodezii i kartografii do 2020 goda. – Elektron. tekstovye dan. – Rezhim dostupa: miigaik.ru>novosti/20120816122002-9041.doc.

2. Galaganov, O.N. Sopostavlenie dannyh GLONASS i GPS izmerenij sposobom differencial'nogo pozicionirovaniya v rezhime statika pri reshenii geodinamicheskikh zadach / O.N. Galaganov [i dr.] // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2015. – Т. 12. – № 4. – S. 28–37.

3. Koreckaya, G.A. Sputnikovye navigacionnye sistemy v markshejderii: ucheb. posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchihsya po special'nosti 130400.65 «Gorn. delo» specializacii 130404 «Marksh. delo». – Кемерово: Iz-vo KuzGTU, 2012. – 93 s.

4. Bahaeva, S.P. Markshejderskie raboty pri otkrytoj razrabotke poleznyh iskopaemyh: uchebnoe posobie / S.P. Bahaeva; Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T. F. Gorbacheva. – Кемерово, 2010. – 171 s.

5. GKINP-02-036-02 Instrukciya po fotogrammetricheskim rabotam pri sozdanii cifrovyyh topograficheskikh kart i planov. – М.: CNIIGAiK, 2002. – 100 s.

6. Instrukciya po proizvodstvu markshejderskikh rabot :RD 07-603-03. Ser. 07. Vyp. 15. – М.: GUP NTC «Promyshlennaya bezopasnost'», 2003. – 120 s.

7. Pravila zakrepleniya centrov punktov sputnikovoj geodezicheskoy seti. – М.: CNIIGAiK, 2001. – 30 с.

8. Spravochnik markshejdera: v 3 chastyah. Ch. 1 / G. P. ZHukov [i dr.] ; Sib. ugol'n. energet. kompaniya (SUEK). – М.: Gornoe delo, 2015. – 440 s.

9. Instrukciya po razvitiyu s"yomochnogo obosnovaniya i s"emke situacii i rel'efa s primeneniem global'nyh navigacionnyh sputnikovyyh sistem GLONASS I GPS. – М.: CNIIGAiK, 2002. – 73 s.

10.GKINP (ONTA)-01-271-03 Rukovodstvo po sozdaniyu i rekonstrukcii gorodskikh geodezicheskikh setej s ispol'zovaniem sputnikovyyh sistem GLONASS/GPS. М.: CNIIGAiK, 2003. – 66 s.

11.Koreckaya, G.A. Obosnovanie neobhodimosti sozdaniya referencnyh setej v Kuzbasse / G.A. Koreckaya [i dr.] // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2017. - № 1. - S. 36-44.

12.Karpik, A.P. Rezul'taty issledovaniy sputnikovoj geodezicheskoy apparatury po izmereniyam GLONASS / A.P. Karpik [i dr.] // Interekspo Geo-Sibir' – 2015. – Т. 1. – № 2. – S. 125–134.

13.Suhail Al Madani, Balqies Sadoun, Omar Al Bayari Journal. Continuously operating reference station and surveying applications in KSA. International Journal of Communication Systems.Vol. 29, Issue 6, April 2016. Pages 1046-1056.

14.H.Z. Abidin, T.S. Haroen, F.H. Adiyanto, H. Andreas, I. Gumilar, I. Mudita, and I. Soemarto On the establishment and implementation of GPS CORS for cadastral surveying and mapping in Indonesia Survey Review Vol. 47, Iss. 340, 2015.

15.Buzuk, R.V. Markshejderskie opornye geodezicheskie seti: uchebnoe posobie / R.V. Buzuk ; Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T. F. Gorbacheva. – Кемерово, 2004. – 287 с.

Поступило в редакцию 22.04.2020

Received 22 April 2020