

# СГУЩЕНИЕ ОПОРНОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЕТИ НА КАРЬЕРЕ «ГОРА ЗМЕЁВАЯ»

**Д.О. Бобков** (УГТ-Холдинг, Екатеринбург)

В 2015 г. окончил горно-технологический факультет Уральского государственного горного университета по специальности «земельный кадастр». С 2014 г. работает в ООО «УГТ-Холдинг», в настоящее время — руководитель направления. С 2022 г. работает в Уральском государственном горном университете на кафедрах «Маркшейдерское дело» и «Геодезия и кадастры» в должности учебного мастера.

Компания «УГТ-Холдинг» совместно с кафедрой маркшейдерского дела Уральского государственного горного университета провели сгущение опорной маркшейдерской сети на карьере месторождения габбро «Гора Змеёвая».

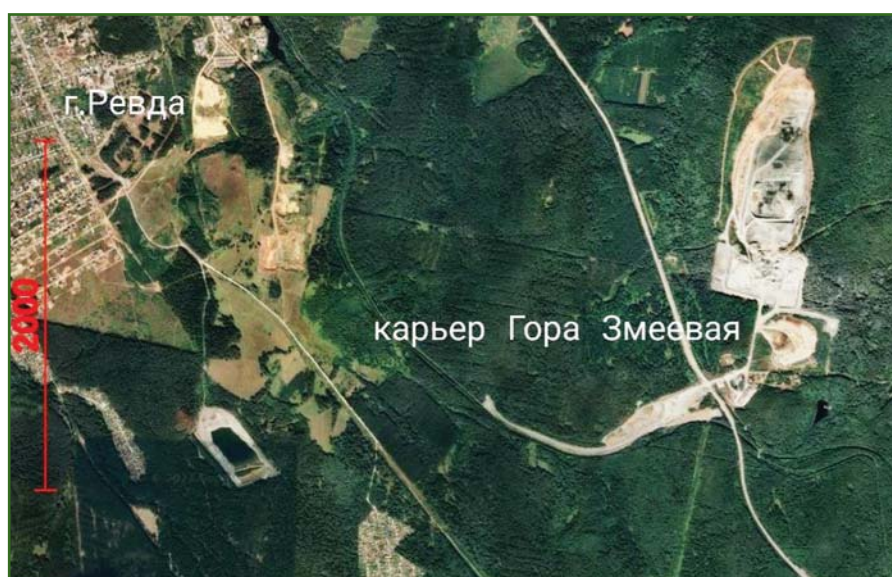
Горная порода габбро — это природный натуральный камень обычно серой, черной или темно-зеленой окраски, разновидность гранита, образовавшийся в недрах земли из застывшей магмы, что придает ему стойкость к значительным физическим нагрузкам. Он не впитывает влагу, не задерживает загрязнения. Такие характеристики позволяют широко применять габбро для изготовления строительной и облицовочной продукции, материалов для мощения улиц и мостовых.

Месторождение «Гора Змеёвая» расположено в Свердловской области на территории городского округа Ревда в 7 км к юго-востоку от города Ревды (рис. 1).

Разработка месторождения ведется с 1981 г. открытым способом. По состоянию на 01 января 2006 г. запасы габбро месторождения «Гора Змеёвая» составляли 72,2 млн м<sup>3</sup>. При годовой производительности за-

вода 656,5 тыс. м<sup>3</sup> габбро в плотном теле, что соответствует годовому плану по выпуску щебня 1200 тыс. м<sup>3</sup>, срок эксплуатации карьера составит примерно 110 лет. Среднегодовой объем вскрышных работ — 68,3 тыс. м<sup>3</sup>. По сложности горно-геологических условий разработки карьер относится к простым. По результатам конкурса право пользования участком недр для добычи габбро месторождения «Гора Змеёвая» в 2007 г. было предоставлено ООО «ИнвестПроект».

Сгущение опорной маркшейдерской сети на карьере проводилось на основании технического задания, выданного заказчиком — ООО «ИнвестПроект» [1]. Оно включало определение пространственных координат четырех вновь заложённых пунктов и двух пунктов существующей опорной маркшейдерской сети с точностью 4 класса в соответствии с требованиями [2]. Плановое положение пунктов требовалось вычислить в местной системе координат (МСК-66, Свердлов-



**Рис. 1**

*Схема расположения карьера «Гора Змеёвая»*



ская область, зона 1), а высотное — в Балтийской системе высот 1977 г. (БСВ–1977).

Полевые и камеральные работы выполнялись в ноябре-

декабре 2022 г. и включали два этапа:

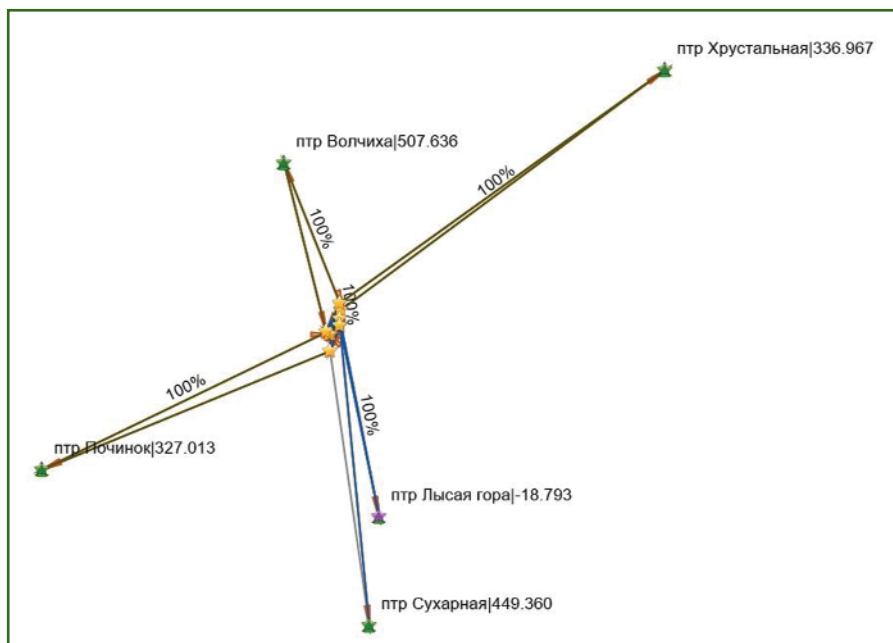
— сгущение опорной маркшейдерской сети на карьере путем уравнивания простран-

ственных координат существующих и вновь заложённых пунктов между собой;

— определение планового и высотного положения пунктов маркшейдерской сети относительно пунктов существующей государственной геодезической сети (ГГС) 1–3 класса точности.

В результате обследования опорной маркшейдерской сети на карьере было установлено, что кроме четырех пунктов (t1, t2, t3 и t4), установленных заказчиком, имеется четыре пункта (rp1, rp2, rp3 и rp4) ранее созданной сети (рис. 2). Было принято решение включить в маркшейдерскую сеть все 8 пунктов.

Для определения пространственных координат пунктов маркшейдерской сети в МСК–66 и БСВ–1977 в районе работ было выбрано и обследовано пять пунктов ГГС 1–3 класса точности, которые находились от карьера на расстоянии: Вол-



**Рис. 3**  
 Схема расположения пунктов ГГС 1–3 класса точности

чиха — 4600 м, Лысая Гора — 5700 м, Починок — 9500 м, Сухарная — 8600 м и Хрустальная — 12 400 м (рис. 3). В управлении Федерального фонда пространственных данных ППК «Роскадастр» были получены выписки координат и высот этих пунктов ГГС.

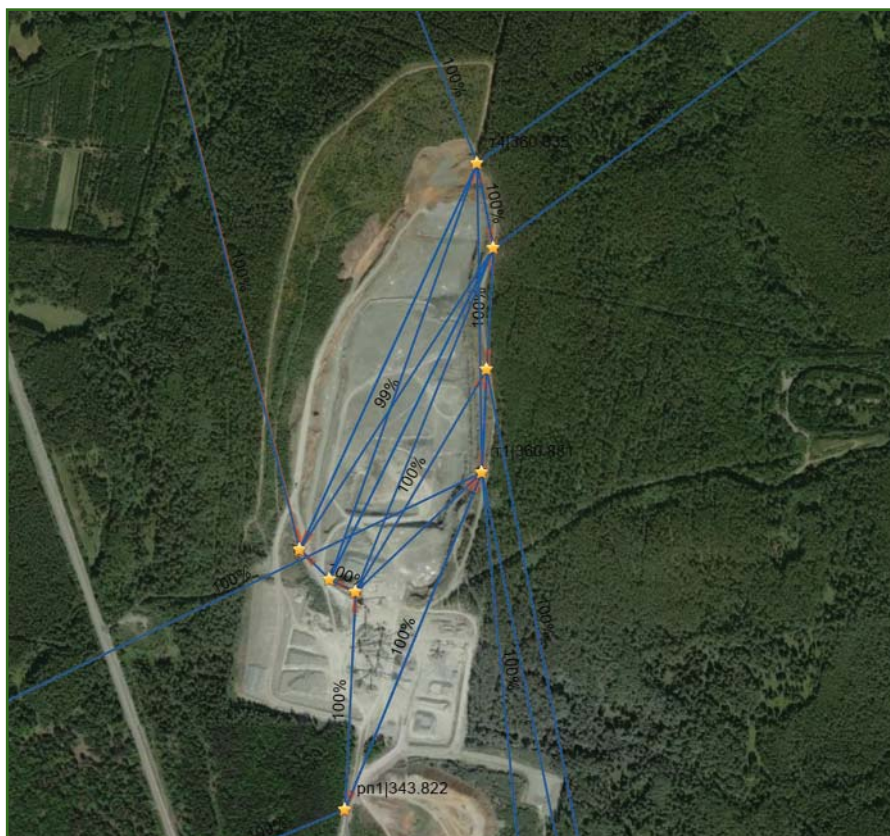
Полевые геодезические работы по сгущению опорной маркшейдерской сети на карьере и определению планового и высотного положения пунктов маркшейдерской сети проводились с помощью спутникового геодезического метода относительного определения координат. Измерения выполнялись ГНСС-приемниками JAVAD TRIUMPH-2 (2 шт.) и JAVAD TRIUMPH-1 (2 шт.). Все линии между пунктами маркшейдерской сети определялись независимо друг от друга, включая линии, опирающиеся на пункты ГГС (рис. 4). Использовался статический метод спутниковых определений. Причем наблюдения подвижным ГНСС приемником проводились одним приемом продолжительностью:

- 30 минут на пунктах карьера для уравнивания опорной маркшейдерской сети;

- не менее 1 часа на пунктах ГГС и пунктах карьера для привязки опорной маркшейдерской сети к государственной геодезической сети.

*JAVAD Triumph-2* — многофункциональный ГНСС-приемник со встроенной ГНСС-антенной в небольшом, прочном и водонепроницаемом корпусе. Он оснащен 216 каналами для приема сигналов GPS L1/L2 и ГЛОНАСС L1/L2. Работает без подзарядки до 25 ч, благодаря литий-ионному аккумулятору емкостью в 8,85 Ач.

Точность измерения в режиме статика составляет: в плане — 0,3 см + 0,5 мм на 1 км длины базовой линии, по вертикали — 0,35 см + 0,4 мм на 1 км длины базовой линии.



**Рис. 4**

**Схема измерения и уравнивания линий между пунктами опорной маркшейдерской сети**

*Имеет защиту от пыли и влаги IP67.*

Обработка результатов наблюдений проводилась методом дифференциальных фазовых решений с помощью программы Justin 3. При обработке использовались методики подавления многолучевости и исключения зашумленных спутниковых каналов. Первоначально каждый вектор вычислялся отдельно, затем формировалась свободная сеть, которая тестировалась на выявление грубых ошибок, после чего уравнивалась. Результаты анализировались, и принималось решение: оставить как есть, понизить вес или отбраковать некоторые результаты. Далее в ПО Justin 3 добавлялись координаты опорных пунктов, проводился анализ их связей, выполнялось заключительное уравнивание сети и вычислялись координаты пунктов опор-

ной маркшейдерской сети в плане в МСК–66, а по высоте — в БСВ–1977 с оценкой точности, которые приведены в таблице.

Преобразование полученных координат пунктов в МСК–66 было выполнено в соответствии с требованиями [2].

*Justin 3* — это полнофункциональное программное обеспечение для обработки геодезических измерений. Имеет интерфейс в стиле ГИС, что упрощает постобработку данных ГНСС-измерений для достижения максимальной точности при наименьшем количестве действий оператора.

К основным функциям программы относятся: неограниченный размер проекта; постобработка данных GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou, QZSS; возможность обработки результатов при точном позиционировании в режиме PPP; многопоточная обработка данных;

## Координаты пунктов маркшейдерской сети после обработки и уравнивания в ПО Justin 3

Имя пункта	North, м	East, м	Height, м	Sigma North, м	Sigma East, м	Sigma Height, м
т3	385207,842	1499015,000	391,015	0,002	0,004	0,004
т4	385400,425	1498977,358	379,413	0,003	0,004	0,004
т2	384932,719	1498998,779	385,107	0,002	0,003	0,004
т1	384700,236	1498987,798	379,464	0,002	0,003	0,004
Починок	380313,500	1489822,890	345,650	0,000	0,000	0,000
т1	384700,231	1498987,812	379,447	0,004	0,006	0,007
рп2	384428,606	1498701,832	363,191	0,002	0,004	0,004
рп3	384457,233	1498641,062	366,070	0,003	0,004	0,005
рп4	384524,360	1498574,945	364,040	0,003	0,004	0,005
рп1	383934,552	1498676,164	362,407	0,003	0,004	0,005
Хрустальная	392567,950	1509007,010	355,780	0,000	0,000	0,000
Волчиха	389723,860	1497267,250	526,300	0,000	0,000	0,000
Лысая гора	378839,525	1500181,599	467,486	0,003	0,004	0,005
Сухарная	375508,230	1499880,780	468,180	0,000	0,000	0,000

картографическое отображение на поверхности земного шара и др.

Режимы постобработки ГНСС-измерений: статический, кинематический, Stop and Go; интерактивный режим с захватом временной линии (статический) и вертикального профиля (кинематический) эпохи; оперативный доступ к интернет-источникам с данными ГНСС.

Позволяет выполнять: настройку строгой математической модели — полные ковариационные матрицы для решений и опорных точек; внутренние и внешние ограничения; режим обнаружения ошибок XYZ и NEU; отображение в 2D и 3D режимах; автоматическое и интерактивное обнаружение ошибок с помощью диаграмм.

Обладает широкими возможностями экспорта / импорта файлов спутниковых

измерений различных форматов.

Имеет следующие инструменты для обработки «сырых» данных ГНСС-измерений: разреживание, отбор, объединение, разделение; представление в виде диаграмм и таблиц; построение траектории и вертикального профиля.

По результатам проведенных полевых работ, а также обработки и уравнивания спутниковых измерений была получена опорная маркшейдерская сеть, соответствующая геодезической сети не ниже 4 класса точности. Максимальная среднеквадратическая погрешность положения пунктов по результатам уравнивания в плане не превышает 5 мм, по высоте — 5 мм.

#### ▼ Список литературы

1. Отчет по НИР. Сгущение опорной маркшейдерской сети на карьере «Гора Змеёвая» с координированием 4 (четырёх) вновь заложенных пунктов, а

также 2-х пунктов существующей маркшейдерской опорной сети // ФГБОУ ВО «УГГУ», Екатеринбург, 2023 г.

2. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS (утв. Приказом Роскартографии от 13.05.2003 г. № 84-пр).



ООО «УГТ-Холдинг»

Тел: +7(343) 385-92-00

E-mail:

marketing@ugt-holding.ru

www.ugt-holding.ru