

*М. И. Кузнецов¹**

Методика применения данных дистанционного зондирования при маркшейдерском обеспечении разработки месторождений углеводородного сырья

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: m4s71.98@gmail.com

Аннотация. Обеспечение требуемой точности и безопасности выполнения работ при разработке месторождений углеводородного сырья является важной задачей. В настоящее время методы дистанционного зондирования, технические и программные средства обладают широкими возможностями для решения задач маркшейдерского обеспечения. Выполненный анализ нормативно-технической документации, а также возможностей использования данных дистанционного зондирования Земли позволил разработать методику их применения для выполнения комплекса маркшейдерских работ. На основании предложенных методов выполнения отдельных этапов маркшейдерского контроля представлены примеры практической реализации, включенные в общую методику. Сделаны выводы о целесообразности использования методов наземной фотограмметрической съемки, аэрофотосъемки и космической съемки для выполнения различных видов работ, что позволяет повысить экономическую эффективность и оперативность их выполнения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, аэрофотосъемка, наземная фотограмметрическая съемка, маркшейдерские работы, операционный контроль

*M. I. Kuznetsov¹**

Methodology of applying remote sensing data in mine surveying support for the development of hydrocarbon deposits

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: m4s71.98@gmail.com

Abstract. Ensuring the required accuracy and safety of work performance during the development of hydrocarbon deposits is an important task. Nowadays remote sensing methods, technical and software tools have a wide range of possibilities for solving the tasks of surveying support. The performed analysis of normative and technical documentation, as well as the possibilities of using remote sensing data allowed to develop a methodology of their application for performing a set of surveying works. On the basis of the proposed methods of fulfillment of separate stages of surveying control the examples of practical realization included in the general methodology are presented. The conclusions are made about the expediency of using the methods of ground photogrammetric survey, aerial photography and space imagery to perform various types of work, which allows to increase the economic efficiency and efficiency of their performance.

Keywords: remote sensing, aerial survey, close range photogrammetry, mine surveying, operational control

Введение

Для подготовки месторождения к разработке необходим полный спектр данных: уточнение запасов, условия промышленного освоения, определение формы и размеров месторождения, свойства газа, нефти, газового конденсата и их компонентов, гидрологических, экологических, геокриологических и других условий. Для этого используют геологоразведочные работы, которые являются совокупностью работ по открытию и подготовке запасов углеводородного сырья для промышленного освоения. К главным задачам маркшейдерского обеспечения относятся создание топографических карт и планов, обеспечение данными дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и другой необходимой картографической информацией, определение или контроль определения на местности положения объектов, геодезический контроль строительства площадных и линейных технологических объектов [1].

Для осуществления маркшейдерского обеспечения разработки месторождений существует ряд задач, основными из которых являются выполнение установленных законодательством мероприятий по безопасному ведению работ, ведение маркшейдерской документации на всех этапах освоения месторождения и ее сохранность, контроль пространственного положения объектов обустройства и др. [2].

При решении маркшейдерских задач на месторождениях углеводородного сырья необходимо обеспечить точность и безопасность выполнения работ [3]. Использование для этих целей ДДЗ является перспективным с точки зрения охвата территории, оперативности и объективности получения данных. Основным этапом в разработке месторождения является строительство скважин, его выполняют на всех этапах разработки месторождения [4]. Маркшейдерский расчет направления бурения является одним из основных этапов работ при проектировании строительства скважин на месторождениях, точность разбивочных работ должна соответствовать требованиям [5].

Задачами, которые можно решать с применением дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является маркшейдерский контроль, который подразделяется на операционный и периодический [1]. Методы ДЗЗ отличаются территориальным охватом, а также детальностью получаемых материалов. В соответствии с этим составлена таблица на основании анализа возможностей решения задач маркшейдерского контроля с применением ДДЗ [7].

По каждому варианту применения приведены примеры практической реализации, включенные в общую методику применения ДДЗ для маркшейдерского обеспечения.

Методы и материалы

На основе материалов и полученных данных с помощью различных приборов ДДЗ разработана методика, показанная на рис.1.



Рис. 1. Методика применения ДДЗ для маркшейдерского обеспечения

Результаты

В качестве примера применения данных аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата на территорию нефтеперерабатывающего завода с помощью Agisoft Metashape и в соответствии с руководством пользователя [8] построена цифровая модель местности (ЦММ), которая представлена в двух режимах отображения высот и уклонов (рис. 2 и 3), а также ортофотоплан (рис. 4) и тайловая модель (рис. 5).

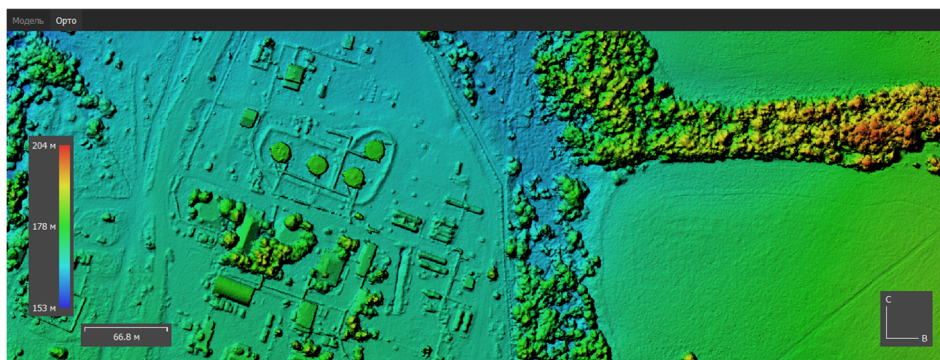


Рис. 2. ЦММ, режим отображения высот

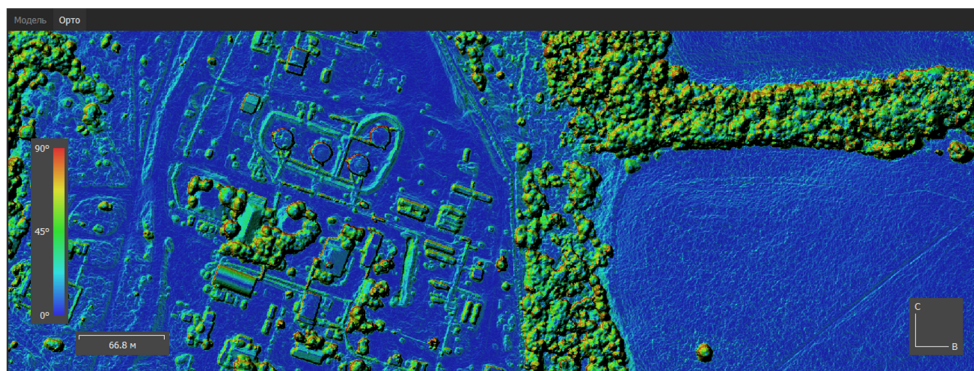


Рис. 3. ЦММ, режим отображения уклонов

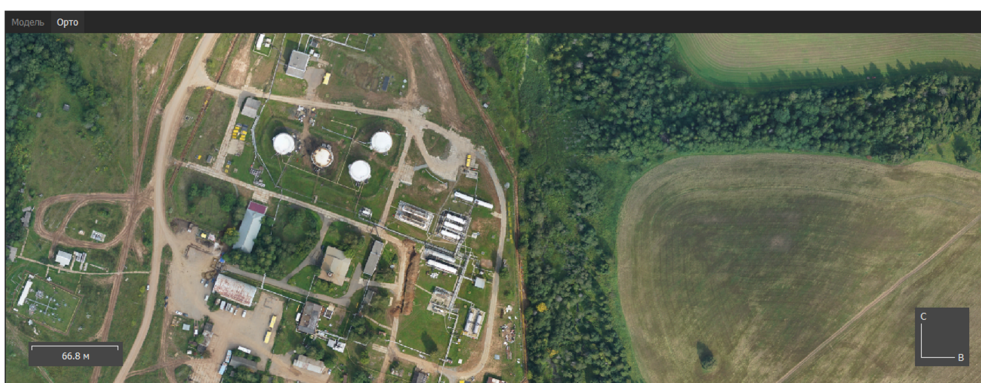


Рис. 4. Ортофотоплан

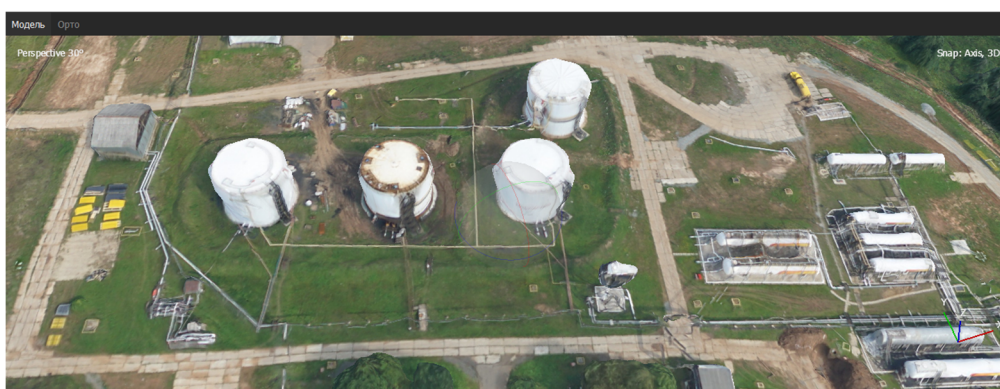


Рис. 5. Тайловая модель

Созданные продукты могут использоваться для разработки проектов обустройства и контроля строительства наземных площадных и линейных технологических объектов.

Применение наземной фотограмметрической съемки целесообразно на локальных объектах для определения геометрических параметров карьеров и планирования буровзрывных работ. Для моделирования использовалась программное обеспечение (ПО) компании 3GSM GMBH, JMX Analyst и BlastMetrix 3D с использованием программной документации [10, 11]. Данное ПО простое в использовании, интуитивно понятное и имеет простой интерфейс.

JMX Analyst – ПО для визуализации и оценки 3D-моделей. Результаты выделения площадных структур таких как поверхности разрывов или регионов с общими геологическими атрибутами представлены на рис. 6.

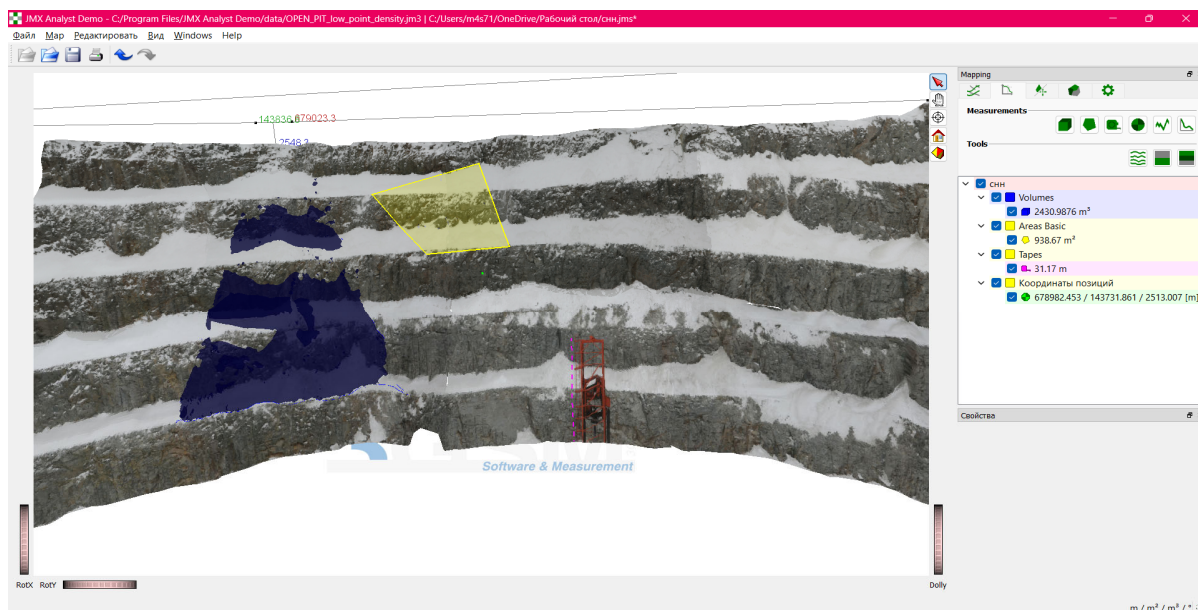


Рис. 6. Трехмерная визуализация модели для определения характеристик

Blastmetrix 3D – ПО для планирования геометрических параметров буровзрывных работ с помощью 3D-модели. Рассчитаны объемы и масса горного массива, который обрушится после взрыва (рис. 7).

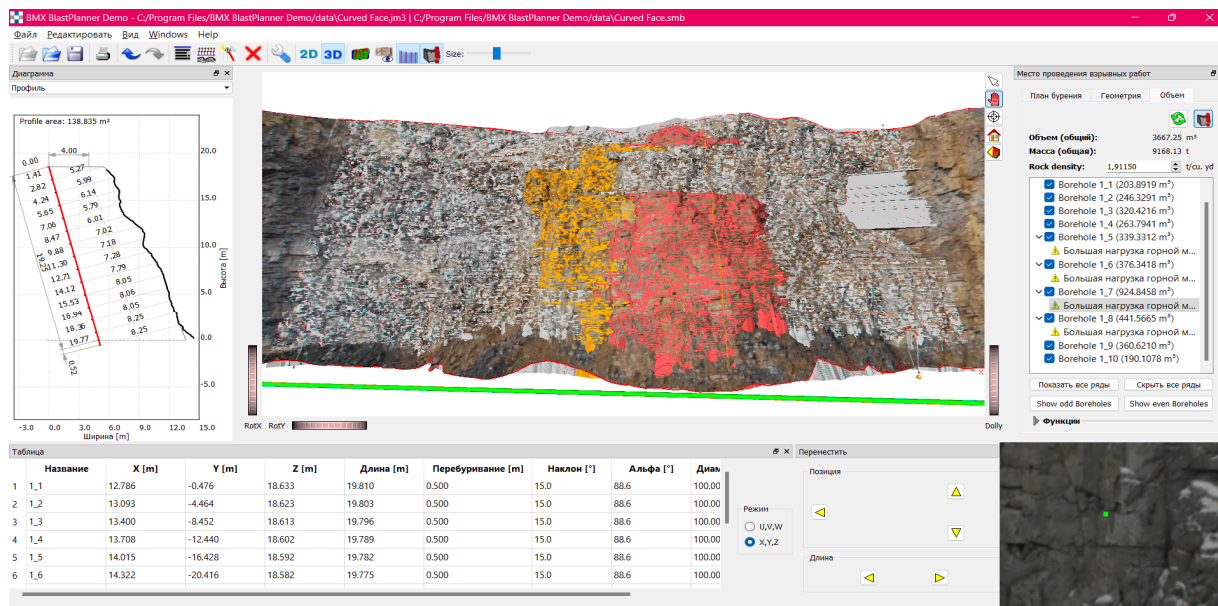


Рис. 7. План буровзрывных работ

Применение материалов космической съемки выгодно отличается территориальным охватом, высокой периодичностью съемки и доступностью данных. На основании анализа разновременных мультиспектральных снимков и их производных определяются произошедшие изменения на разрабатываемых месторождениях, а интерферометрическая обработка материалов радиолокационной съемки дает оценку вертикальных смещений поверхности (рис. 8).

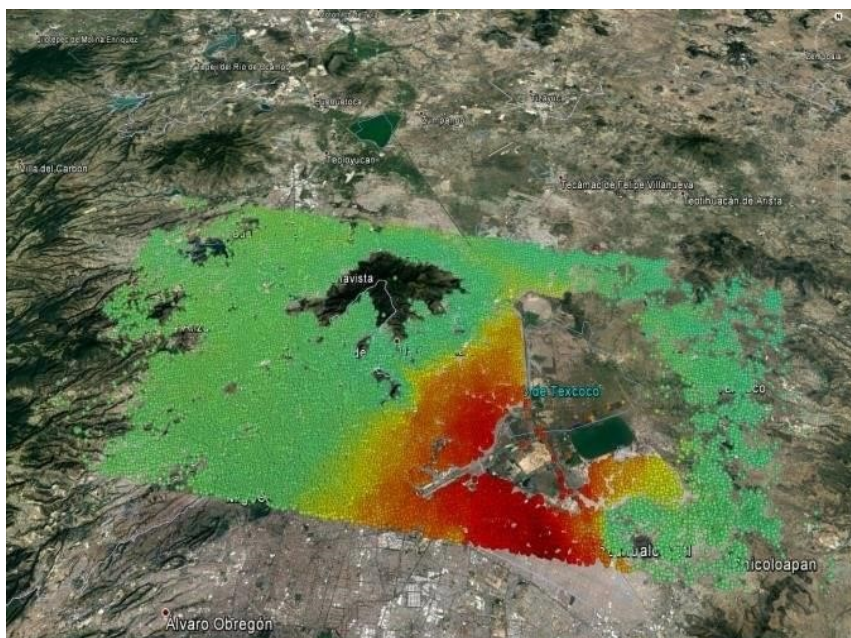


Рис. 8. Карта смещений земной поверхности

Заключение

Предложенная методика позволяет выполнять картографические и топографические работы, мониторинг, разработку проектов обустройства и разработки, контроль ведения работ в пределах границ лицензированного участка, планирование, проектирование и иные наблюдения для обеспечения безопасности маркшейдерского контроля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геолого-разведочных работ. Введен 03.12.1996. – Новосибирск: СНИИГиМС. (Министерство природных ресурсов Российской Федерации). – 36 с.
2. ПНСТ 657-2022. Нефтяная и газовая промышленность. Маркшейдерское обеспечение поиска, разведки, обустройства и разработки месторождений углеводородного сырья. Введен 16.06.2022. – М. : Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. 2022. –184 с.
3. ГОСТ Р 53713-2009. Месторождения нефтяные и газонефтяные. Правила разработки. Введен 01.01.2011. – М. : Стандартиформ, 2011. – 22 с.
4. ГОСТ Р 55415-2013. Месторождения газовые, газоконденсатные, нефтегазовые и нефтегазоконденсатные. Правила разработки. Введен 01.11.2013. – М. : Росстандарт. 2013. – 36 с.

5. ГОСТ Р 58942-2020. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. Введен 01.01.2021. – М. : Росстандарт. – 2021. – 20 с.
6. Смолич С. В. Современное маркшейдерское искусство : учебное пособие. – Чита : ЗабГУ, 2018. –191 с.
7. Чермошенцев А. Ю. Применение данных дистанционного зондирования при маркшейдерском обеспечении разработки месторождений углеводородного сырья. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Междунар. науч. конгр.: Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 8 т. (Новосибирск, 17–19 мая 2023 г.). Новосибирск : СГУГиТ, 2023. Т. 6. С. 291-296.
8. Agisoft Metashape User Manual Professional Edition [Электронный ресурс]. URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_1_en.pdf (дата обращения: 23.04.2024).
9. 3GSM GmbH [Электронный ресурс]. URL: <https://3gsm.at/> (Дата обращения: 07.03.2024).
10. Analyst Demo 4.3 [Электронный ресурс]. URL: <https://3gsm.at/produkte/shape-matrix-uav/> (Дата обращения: 07.03.2024).
11. BlastPlanner Demo 4.3 [Электронный ресурс]. URL: <https://3gsm.at/services/blastmatrix-3d/> (Дата обращения: 07.03.2024).

© М. И. Кузнецов, 2024