

Касымканова Х.М., Жалгасбеков Е.Ж. *, Джангулова Г.К.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
*e-mail: erlik.zhuma@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПЛАНИРОВАНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

В статье рассматриваются вопросы применения фотограмметрических методов для планирования открытых горных работ в процессе освоения месторождений. Внедрение инновационных методов планирования и нормирования добычи полезных ископаемых способствует ускорению научно-технического прогресса на горных работах. Важной проблемой при планировании и нормировании является вскрытие, подготовка и выемка запасов руд месторождений полезных ископаемых. При планировании горных работ нормирование запасов по степени их подготовленности к добыче производится для установления фактической обеспеченности запасов предприятия и их нормативов. Уменьшение объемов подготовленных запасов от установленных нормативов может привести к невыполнению производственных планов предприятия. Увеличение объемов подготовленных запасов от установленных нормативов приведет к снижению экономической эффективности работы горного предприятия из-за непроизводительных расходов. Регулирование соотношения объемов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезного ископаемого в соответствии с принятыми их нормативами обеспечивает нормальную работу предприятия по выполнению запланированных объемов минерального сырья, ритмичного выполнения плана добычи полезного ископаемого. В рыночных условиях нормативы запасов для каждого конкретного разрабатываемого месторождения должны определяться комплексным учетом производственной мощности предприятия, параметрами залежей на горизонтах и применяемой системой разработки, а также объемами горно-подготовительных и нарезных работ. В этой связи целесообразность проведения исследований по разработке инновационных методов планирования и нормирования подготовленности запасов руд в период освоения месторождения полезных ископаемых открытым способом является актуальной.

Ключевые слова: разработка месторождений, карьер, открытые горные работы, планирование горных работ, фотограмметрические методы, запасы руды.

Kasymkhanova H.M., Zhalgasbekov Y.Zh. *, Jangulova G.K.

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
*e-mail: erlik.zhuma@gmail.com

Peculiarities of application of photogrammetric methods in planning of open mountain works

The article deals with the application of photogrammetric methods for planning open-cast mining operations in the process of developing deposits. The introduction of innovative methods of planning and normalizing the extraction of minerals contributes to the acceleration of scientific and technological progress in mining operations. An important problem in planning and rating is the opening, preparation and extraction of ore reserves of mineral deposits. When planning for mining operations, the standardization of reserves according to the degree of their preparedness for production is made to establish the actual availability of the enterprise's reserves and their standards. Reducing the volume of prepared stocks from established standards may lead to non-fulfilment of the enterprise's production plans. An increase in the volume of prepared reserves from the established standards will lead to a decrease in the economic efficiency of the mining enterprise due to unproductive expenditures. The regulation of the ratio of the volumes of opened, prepared and ready-to-mined mineral reserves in ac-

cordance with their adopted standards ensures the normal operation of the enterprise in fulfilling the planned volumes of mineral raw materials and rhythmic fulfilment of the plan for mining the mineral. In the market conditions, the reserve standards for each specific field under development should be determined by a comprehensive account of the production capacity of the enterprise, the parameters of the deposits at the horizons and the system of development used, as well as the volumes of mining and drilling operations. In this regard, the feasibility of conducting research on the development of innovative methods for planning and standardizing the preparedness of ore reserves during the development of a mineral deposit by the open method is topical.

Key words: Development of deposits, quarry, open mining, mining planning, photogrammetric methods, ore reserves

Касымканова Х.М., Жалгасбеков Е.Ж.* , Джангулова Г.К.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
*e-mail: erlik.zhuma@gmail.com

Ашық тау-кен жұмыстарын жоспарлауда фотограмметриялық әдістерді қолдану ерекшеліктері

Мақалада кен орындарын ашық әдіспен игеру кезінде тау-кен жұмыстарын жоспарлау үшін фотограмметриялық әдістерді қолдану қарастырылады. Пайдалы қазбаларды өндіруді жоспарлау мен нормалаудың инновациялық әдістерін енгізу тау-кен жұмыстарында ғылыми-техникалық дамуын жеделдетуге ықпал етеді. Жоспарлау мен бағалаудағы маңызды мәселе – пайдалы қазбалардың кен қорларын ашу, дайындау және өндіру. Өндіру үшін олардың дайындық тұрғысынан тау-кен операцияларын бағалауды жоспарлағанда, кәсіпорын қорларын және олардың нормативтерін анықтау үшін жүзеге асырылады. Дайындалған қорлардың белгіленген нормалардан азауы кәсіпорынның өндірістік жоспарларын орындамауына әкелуі мүмкін. Белгіленген нормативтерден дайындаған қорлардың артуы, өнімсіз шығыстар тау-кен мекемелерінің экономикалық тиімділігін азайтады. Кәсіпорынның қалыпты жұмыс нормативтеріне сәйкес дайындалған және минералды қорын өндіру көлемі арақатынасын реттеу, ырғақты минералды тау-кен жоспарын орындау, минералды шикізаттың жоспарланған көлемін жүзеге асыруды қарастырады. Нарықтық қатынастар жағдайында қор нормативтері әр қазылған кенорны үшін кешенді түрде кәсіпорынның өндіру қуатын, горизонттардағы кен шоғыры және де дайындау, қазу жұмыстарын ескере отырып анықталуы тиіс. Бұл тұрғыда, ашық әдіспен пайдалы қазбалар кен орындарын дамыту кезеңінде кен қорларын дайындауды жоспарлау және нормалау, инновациялық әдістерін әзірлеуді зерттеу өзекті.

Түйін сөздер: кен орындарын игеру, карьер, кен орнын ашық әдіспен игеру, тау-кен жұмыстарын жоспарлау, фотограмметриялық әдістер, кен қорлары.

Введение

Эффективное планирование, ведение последовательности подготовительных, добычных и разгрузочных операций, оптимального распределения ресурсов, прогнозирования горных работ являются важнейшими факторами успешной работы. Внедрение дистанционных методов наблюдений способствует ускоренному и уточненному планированию горных работ на различных его этапах освоения месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытым способом.

С развитием фотограмметрических методов съемки земной поверхности актуальность применения дистанционных методов обрела новый научный смысл. Основные достоинства фотограмметрических методов (Карманов 2012):

– снимки объектов получают прецизионными фотокамерами, а их обработку выполняют,

как правило, строгими методами, т.к. высокая точность результатов важна;

– высокая производительность, достигаемая благодаря тому, что измеряют не сами объекты, а их изображения. Это позволяет обеспечить автоматизацию процесса измерений и последующих вычислений;

– объективность и достоверность информации, возможность при необходимости повторения измерений;

– возможность получения в короткий срок информации о состоянии как всего объекта, так и отдельных его частей;

– безопасность ведения работ, так как съемка объекта выполняется неконтактным (дистанционным) методом.

– возможность изучения движущихся объектов и быстро протекающих процессов.

Наряду с отмеченными достоинствами рассматриваемые методы имеют и недостатки. К

ним следует отнести зависимость фотографических съемок от метеоусловий и необходимость выполнения полевых геодезических работ с целью контроля всех технологических процессов. Поэтому, только их сочетание с другими методами съемки и получения информации может обеспечить решение поставленной задачи с минимальными затратами труда и средств (Акишев, Васильев, Черепное и др. 2011; Наговицын, Лукичев, Алисов 2010; Наговицын, Лукичев, Алисов, 2012).

Материалы и методы

Объект исследования

Планирование открытых горных работ является непрерывным процессом, который начинается с производственных работ и заканчивается одновременно с их окончанием, для специалистов различных отделов рудника. Геологи готовят геологическую основу, включающую в себя данные по геохимическому и минералогическому опробованию месторождения, модели элементов геологической среды, учитывающей как геометрию рудных тел, так и закономерности пространственного распределения полезных и вредных природных компонентов в их границах. Маркшейдерская служба ведет съемки, разрабатывает модели выработанного пространства, отвалов, складов кондиционных и забалансовых руд. Технические отделы, аккумулируя эту информацию и основываясь на плановых показателях по объемам добычи руды и выемки вскрышных пород по периодам отработки, осуществляют процесс планирования (Бердниковой, Шапиевой 2015, Комитет ... 2004; Abbaszadeh, Rastiveis 2017; Наговицын, Лукичев, Алисов 2012; Наговицын, Алисов 2009).

Оперативное планирование и управление горными работами являются основными процессами на предприятиях, ведущих разработку месторождения открытым методом. Управление горным производством сводится к организации работы всех звеньев для заданного выпуска рудного сырья в установленных объемах и сроках при наилучшем использовании всех производственных ресурсов. Эти объемы и сроки обусловлены рыночным спросом. Создавая условия для поступательного целенаправленного развития, оперативное планирование и управление должно быть ориентировано на достижение конечных результатов – своевременного выпуска продукции высокого качества и повышение эффективности производства.

К началу разработки месторождения предприятие имеет модель конечного положения карьера и направление развития горных работ, подготовленные проектными институтами. На предприятиях, основываясь на этих данных, а также на данных о категоризации запасов (готовые, подготовленные и вскрытые), размещении транспортных коммуникаций, производительности горно-транспортного оборудования и других технологических параметрах, ведется текущее (годовое, квартальное, месячное) и оперативное планирование (декадное, сменно-суточное). Планирование начинается от положения горных работ на конец текущего периода. На основании количественных данных добычи на планируемый период технолог отстраивает погоризонтные прирезки в карьере, после чего передает эти данные в геологическую службу предприятия для определения качественных показателей созданного плана, в зависимости от которых план либо принимается, либо корректируется для достижения необходимых показателей добычи. Готовый план разбивается на краткосрочные периоды и производится построение планового положения горных работ на конец планируемого периода и его календарных частей. Каждая из перечисленных работ требует участия различных служб предприятия и выполнения трудоемких вычислений, что отнимает у специалистов довольно много времени. Для снижения временных затрат на планирование можно применять инструменты автоматизации решения связанных с этим задач (Arango 2015; Karami, Sousouni, Hosseininaveh, 2014; Uysal, Polat 2015).

В целях создания условий для рационального комплексного использования недр, определения платы за пользование недрами, границ участков недр, предоставляемых в пользование, запасы полезных ископаемых разведанных месторождений подлежат государственной экспертизе. Государственной экспертизе не подлежат запасы подземных вод на участках недр местного значения, предоставляемых для добычи подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 100 кубических метров в сутки. Заключение государственной экспертизы о промышленной значимости разведанных запасов полезных ископаемых является основанием для их постановки на государственный учет. Государственная экспертиза может проводиться на любой стадии

геологического изучения месторождения при условии, если представляемые на государственную экспертизу геологические материалы позволяют дать объективную оценку количества и качества запасов полезных ископаемых, их народно-хозяйственного значения, горно-технических, гидрогеологических, экологических и других условий их добычи. Государственной экспертизе подлежат также геологическая информация об участках недр, пригодных для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых (Калыбеков, Жалгасбеков, 2012).

Предварительная экспертиза осуществляется специально уполномоченным органом и проводится на любой стадии геологического изучения и освоения недр при условии, что представляемые геологические материалы позволяют дать объективную оценку количества и качества запасов полезных ископаемых. Предварительная экспертиза материалов подсчета запасов полезных ископаемых потенциально коммерческого объекта производится в целях ускорения изучения и освоения месторождений. При положительной оценке запасы полезных ископаемых ставятся на государственный баланс и недропользователь получает право на производство опытной (пробной) эксплуатации объекта в процессе разведки на условиях последующего представления итогового отчета на экспертизу, при этом устанавливаются сроки проведения и объемы переработки полезных ископаемых (Chiabrando, Nex, Piatti, Rinaudo, 2011; Laliberte, Herrick, Rango 2010; Mazhdrakov, 2007).

Результаты предварительной экспертизы недр оформляются протоколом, в котором отражаются данные: об утверждении основных и попутно с ними залегающих запасов полезных ископаемых; о распределении запасов по категориям, коэффициентах извлечения полезных ископаемых и компонентов; о возможности применения информации о недрах в промышленных, научных и иных целях.

Материалы подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых подлежат предварительной экспертизе в следующих случаях: если новые или ранее изученные месторождения, участки и техногенные минеральные объекты разведаны преимущественно по категории C_2 ; при применении новых прогрессивных технологий добычи и переработки минерального сырья, существенно улучшающих экономику обработки запасов месторождения; по просьбе

недропользователей или решению государственных органов; при обнаружении новых или нетрадиционных видов полезных ископаемых, имеющих практическое значение.

Выполнение Инструкции обязательно для всех недропользователей Республики Казахстан, независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности, представляющих материалы подсчета запасов для производства предварительной экспертизы (Комитет... 2004).

Методы исследования

Подсчёт объемов является важным требованием горнодобывающей промышленности. В объемных вычислениях использовались традиционные методы, такие как трапециевидный метод, традиционное поперечное сечение. Основными элементами этих методов являются сбор точек, соответствующих распределению и плотности. Эти методы требуют больше математических процессов и требуют больше времени, хотя высокая точность зависит от количества собранных точек на объекте. Большое количество точек требует более высокой стоимости и времени. Кроме того, сбор точек съемки может быть трудным, опасным иногда невозможным. Поэтому классический метод съемки не всегда применим для расчета объемов. Существуют высокие требования к точности в отношении высот по объемам и, следовательно, изображения с высоким разрешением. Однако очень точные наземные измерения могут быть чрезвычайно трудоемкими. С другой стороны, с помощью фотограмметрических методов большие площади могут быть покрыты высокими деталями менее чем за час. По сравнению с классическими геодезическими методами фотограмметрия близкого расстояния является эффективным и быстрым методом. Это может значительно сократить время, необходимое для сбора наземных данных. Точность расчета объема пропорциональна представлению поверхности земли. С другой стороны, представление поверхности зависит от количества координированных точек, их распределения и интерполяции (Yakar, 2008; Patikova, 2004; Yilmaz, 2010; Назаров, 2006).

Результаты и обсуждения

Вычисление объема обычно выполняется на двух основных этапах: сбор данных и подсчёт объема. Время, стоимость и точность являются очень важными параметрами в методах подсчё-

та запасов. Сбор данных является важным шагом для подсчёта запасов. Чем точнее собранные данные, тем более точным подсчитывается объем. На основе собранных данных производится построение трехмерной модели месторождения. Для получения трехмерной модели объект с разных сторон фотографируется на камеру с высоким разрешением, выполняется геопривязка реперных точек, после чего работа на объекте заканчивается и снимки передаются в офис для обработки в специальной программе. Преимуществом данного метода является скорость выполнения работ – съемка на объекте, как правило, занимает 1,5-2 часа. Обработка в программе также не занимает много времени. В случае, когда имеются неподвижные реперные точки и нужно вести регулярную периодическую съемку, достаточно лишь сфотографировать объект заново без выполнения геопривязки реперных точек, обработать снимки в программе и сравнить результаты измерений. Для съемки объектов с высоты применяются беспилотные летательные аппараты (Обиралов, 2006; Цеховой, 1992; Цеховой, 2006; Жусупов, Цеховой, Пуненков, 2006).

Трудоемкость работ по созданию цифровых 3D-моделей оборачивается значительным сокращением времени на выполнение практических задач различного назначения. По сути, это революционный путь в информационной составляющей горного предприятия. Применение таких технологий позволяет сделать процесс управления горными работами максимально прозрачным и понятным на всех уровнях, от участкового маркшейдера, геолога до менеджера и инспектора технадзора. Это новый имидж предприятия, новый уровень контроля над выполнением проектных решений и плановых направлений развития горных работ, это еще одна ступень профессионализма специалистов горного предприятия, и возможность принятия наиболее оптимальных инженерных решений с учетом многовариантных проработок и расчетов (Norton, Kaplan, 1996; Norton, Kaplan, 1996; Каплан, Нортон, 2001; Жусупов, Клочков, Жуматаев, 2008; Цеховой, 2009).

Результаты дистанционных наблюдений демонстрируют возможность использования материалов съёмки для проведения геодезических работ, при решении горнотехнических задач, для составления геодезических карт и планов до масштаба 1:500 (Patikova, 2004).

Для эффективного применения 3D-технологий при мониторинге, планировании и

проектировании открытых горных работ требуется интеграция фотограмметрии на основе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В работе Маслянюк описывается опыт развития технологий ДЗЗ на базе БПЛА, а также перспективы использования цифровой модели местности (ЦММ) для решения маркшейдерских задач, мониторинга, планирования, оперативного проектирования и управления технологическими процессами при открытых горных работах (Маслянюк, 2014). В данной работе показаны исследования по фотограмметрической обработке для совместного использования изображений БПЛА и облаков точек наземный лазерный сканер (НЛС) путем введения дополнительных входных данных из НЛС в настройке световых пучков изображений БПЛА с целью улучшения точности геопозиционирования изображений БПЛА, где трудно провести GPS-съёмку (в горных и высокорисковых районах). Благодаря интеграции трехмерных точек, извлеченных из облаков точек НЛС, и наземных точек, снятых с помощью GPS в качестве опорных точек в настройке вращающейся призмы, которая распределяет световой пучок в вертикальной плоскости БПЛА, точность геолокационного позиционирования изображений БПЛА может быть улучшена в открытых карьерах. В результате точность геопозиционирования на основе трехмерных облаков точек из НЛС ближе к точности на основе точек GCP из GPS-съёмки. Координаты изображения совпадающих точек с изображением БПЛА преобразуются в наземные координаты, а разности между преобразованными координатами и координатами облаков точек НЛС вычисляются для оценки точности совпадающих точек (Бабаев, 2013).

В научных трудах Корецких рассмотрен метод дистанционного картографирования с использованием БПЛА, который может стать одним из перспективных способов решения геодезических задач на крупных карьерах в ближайшее время (Корецкая, Корецкий, 2013). Инновационная технология построения геометрической основы (3D-модели) различных объектов горнодобывающего предприятия методом фотограмметрии рассмотрен в трудах (Заверткин, 2017). В работе (Zhang, 2011) представлен процесс использования БПЛА для инвентаризации, оценки и мониторинга пастбищных угодий (Niethammer, James, 2012) описана техника сбора и обработки ЦММ и крупномасштабных карт для поддержки археологических исследований. (Rosnell, Honkavaara, 2012). Особый интерес

представляют исследования ортомозаики с высоким разрешением и цифровых моделей рельефа (DTM) в процессах оползней, а также метод создания облака точек путем сопоставления изображений с использованием данных аэрофотоснимков, собранных легкой системой БПЛА предложено учеными Е.Н. Овчинниковым и А.В. Остапенко (Овчинников, Остапенко 2016).

Выводы

Анализ ранее выполненных исследований показывает, что точность аэрофотосъемки получается выше, поскольку модель строится по поверхности с миллионами точек, тогда как геодезист набирает их значительно меньше. Предлагаемая система фотограмметрической обработки на основе БПЛА показывает гибкий и

эффективный способ получения изображений с высоким разрешением и обеспечения высокой точности ЦММ. В то же время данная система на базе БПЛА стоит меньше, чем система на основе спутников и пилотируемых самолетов. Таким образом, можно сделать вывод, что потенциал использования трехмерных точечных облаков для улучшения точности геопозиционирования на основе изображений БПЛА, особенно в случае, когда трудно провести GPS-съемку в горных районах и зонах повышенного риска. Предлагается совместное использование фотограмметрии на основе БЛА и НЛС, которая представляет собой фотограмметрический подход с дополнительными входными данными от НЛС и может дать подробную информацию для мониторинга, оценки и планирования карьеров с высокой точностью и частого получения данных.

Литература

- Abbaszadeh S., Rastiveis H. A comparison of close-range photogrammetry using a non-professional camera with field surveying for volume estimation. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W4, 2017 Tehran's Joint ISPRS Conferences of GI Research, SMPR and EOEC 2017, 7-10 October 2017, Tehran, Iran
- Arango C. (2015). «Comparison Between Multicopter Uav And Total Station For Estimating Stockpile Volumes.» The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.
- Chiabrando F., Nex F., Piatti D., Rinaudo F. (2011) UAV systems and RPV for photogrammetric surveys in archaeological areas: two tests in the Piedmont region (Italy). *J. Archaeol. Sci.* Vol 38. pp. 697-710.
- Karami, A., Sousouni, B., Hosseinaveh, A. (2014). «A novel contactless approach for calculating volumes of objects.» The 1st National Conference on Geospatial Information Technology.
- Laliberte A.S., Herrick J.E., Rango A, (2010) Winters C. Acquisition, orthotransformation and object classification of images of unmanned aerial vehicles (UAV) for monitoring pasture lands. *Photogrammetric. Eng. Remote sensor.* 76. 661-672 p.
- Mazhdakov M. (2007). «Mine engineering in open-pit quarries.» София: Publisher «St. Climent Ohridsky»
- Niethammer U, James M.R., Rothmund S, Travelletti J, Joswig M (2012). Remote sensing of landslides Super-Sauze on the basis of UAV: assessment and results. *Eng. Geol.* Vol 128. pp. 2-11.
- Norton D., Kaplan R., *The Balanced Scorecard: translating strategy into action*, Harvard Business Press, 1996.
- Norton D., Kaplan R., *Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System*, Harvard Business Review, January-February 1996.
- Patikova, A. (2004). Digital photogrammetry in the practice of open pit mining. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 34, 1-4 p.
- Rosnell T., Honkavaara E. (2012) Construction of a point cloud from aerial survey data obtained by a micro-unmanned quadcopter aircraft and a digital camera. *Sensors.* Vol 12. pp. 453-480.
- Uysal M., Polat N. (2015). «DEM generation with UAV Photogrammetry and accuracy analysis in Sahitler hill.»
- Yakar M. (2008). «Using In Volume Computing Of Digital Close Range Photogrammetry» // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.
- Yilmaz, H. M. (2010). Close range photogrammetry in volume computing. *Experimental Techniques*, 34(1), 48-54.
- Zhang Y.J., Xiong J.X., Hao L.J. (2011) Photogrammetric image processing with low altitude, obtained with the help of non-aligned air vehicles. *Photogrammetric. Rec.* Vol 26. 190-211p.
- Акишев А.Н., Васильев П.В., Черепное А.Н. и др. «Управление запасами и качеством рудного сырья при разработке месторождений алмазов открытым способом» // *Горный журнал*, 2011, №1. – С. 48-51.
- Бабаев С.Н. (2013) *Интерэкспо // Гео Сибирь.* – № 3. – 151-154 с.
- Бердниковой Т.Б., Шапиевой А. В. (2015) (Молодежная научная весна 2015 г.) // *Труды XII научно-практической конференции молодых исследователей из Забайкальского государственного университета в 2 частях.* – С. 99-103.
- Жусупов К.К., Клочков Н.М., Жуматаев Б.А. Новый этап в развитии АО «Костанайские Минералы». // *Горный журнал.* – 2008. №3. – 70-72 с.
- Жусупов К.К., Цеховой А.Ф., Пуненков С.Е. Практика управления рудопотоками асбестовых карьеров на примере АО «Костанайские минералы» // *Сб. трудов Второй Межд. научно-практ. конф., посв. 15-летию независ.* – Алматы, 2006. – Т. 3. – С. 273-276.

Заверткин С. А. Маркшейдерское обеспечение с высоты птичьего полета // Уголь. – 2017, №5. – С. 90-93.

Калыбеков Т.К., Жалгасбеков Е.Ж. «К обоснованию перспективных планов развития горных работ при разработке месторождений» // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Подготовка кадров для реализации программы развития горно-металлургического комплекса на 2012-2014 годы». – Алматы: КазНТУ, 2011. – С. 89-92.

Калыбеков Т.К., Жалгасбеков Е.Ж. «Планирование и нормирование вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов руд при разработке месторождений» // Маркшейдерия и геодезия XXI века. Материалы Республиканской научной конференции студентов и магистрантов, посвященной 52 годам научно-педагогической деятельности М.Б. Нурпеисовой. – Алматы: КазНТУ, 2012. – С. 180-183.

Каплан Р., Нортон Д. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты // Олимп-Бизнес. – 2004.

Карманов А.Г. «Фотограмметрия»: Учебное пособие. – СПб., 2012. – 171 с.

Комитет геологии и охраны недр «Инструкции о требованиях к материалам по подсчету запасов твердых полезных ископаемых, представляемым на государственную предварительную экспертизу», утвержденной приказом Председателя Комитета геологии и охраны недр от 13 августа 2004, N 126-п

Корецкая Г.А., Корецкий Д.С. Совершенствование технологий маркшейдерских съемок открытых горных работ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013, № 3. – С. 38-40.

Маслянок В.Я. Применение 3D-технологий при оперативном планировании и проектировании открытых горных работ // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. – С. 4337-4347.

Наговицын О.В., Алисов А.Ю. Автоматизация процессов текущего и оперативного планирования открытых горных работ в системе МАЙНФРЭЙМ // Компьютерные технологии при проектировании и планировании горных работ: Сб. тр. Всероссийской научной конференции с международным участием, 23-26 сентября 2008 г., Апатиты. – СПб.: «Реноме», 2009. – 118-122 с.

Наговицын О.В., Лукичев С.В., Алисов А.Ю. Автоматизированное планирование открытых горных работ в системе МАЙНФРЭЙМ. Информационные технологии в горном деле. Доклады Всероссийской научной конференции с международным участием 12-14 октября 2011 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – С. 135-141.

Наговицын О.В., Лукичев С.В., Алисов А.Ю. Организация автоматизации инженерного обеспечения при ведении открытых горных работ // ГИАБ №9 2012. – С. 32-40.

Наговицын О.В., Лукичев С.В., Алисов А.Ю. Создание единой геолого-маркшейдерской информационной среды для планирования открытых горных работ в системе МАЙНФРЭЙМ // ГИАБ – 2010 IV 2, 336-342 с.

Назаров А.С. Фотограмметрия. – Мн., 2006.

Обиралов А.И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. – М., 2006.

Овчинников Е.Н., Остапенко А.В., Инновационный подход управления техногенными ресурсом на предприятиях «СуэжКрасноярск» с применением беспилотника // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Сибирский государственный университет. Том 2, 2016. – С. 275-277.

Цеховой А.Ф. Технология управления рудопотоками асбестовых карьеров: дисс. докт. тех. наук: 05.15.03 – Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. – Алма-Ата, 1992.

Цеховой А.Ф. Типологизация задач недропользования // Матер. Второй Межд. научно-практ. конф. «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». – Т. 1. – Алматы: КазНТУ, 2006. – 360 с.

Цеховой А.Ф. Трансферт современных технологий управления проектами – ключевая задача кафедры инновационного вуза // Матер. Республ. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы развития отечественного образования и науки». – Костанай, 2009. – С. 6-9.

References

Abbaszadeh S., Rastiveis H. (2017) A comparison of close-range photogrammetry using anon-professional camera with field surveying for volume estimation. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W4, 2017 Tehran's Joint ISPRS Conferences of GI Research, SMPR and EOEC 2017, 7-10 October, Tehran, Iran

Akishev A.N., Vasilyev P.V., Cherepnoe A.N. (2011) Upravlenie zapasami i kachestvom rud nogosyr'japri razrabotke mestorozhdenij almazov otkryтым sposobom. [Management of reserves and quality of ore raw materials in the development of diamond deposits by open, method] //Gornyjzhurnal, №1. – 48-51 s.

Arango C. (2015). «Comparison BetweenMulticopterUav And Total Station For Estimating Stockpile Volumes.» The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

Babaev S.N. (2013) Interekspo Geo-Sibir', no 3, pp. 151 – 154.

Berdnikovoy T.B., Shapiyevoy A. V. (2015) (Molodezhnaya nauchnaya vesna 2015 g.). Trudy XII nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh issledovateley iz Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta v 2 chastyakh, [Proceedings of the 12th Scientific and Practical Conference of Young Researchers from Transbaikal State University in 2 parts] S. 99-103.

Cehovoj A.F. (1992) Tehnologija upravljenija rudopotokami asbestovyh kar'erov [Technology of management of ore asphalts of asbestos quarries] // diss. dokt. teh. nauk: 05.15.03 – Otkrytaja razrabotka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. – Alma-Ata.

Cehovoj A.F. (2006) Tipologizacija zadach nedro pol'zovanija [Typology of subsoil use problems] // Mater. VtorojMezhd. nauchno-prakt. конф. «Gornoedelo i metallurgija v Kazahstane. Sostojanie i perspektivy». – T1. – Almaty: KazNTU. – 360 s.

Cehovoj A.F. (2009) Transfert sovremennykh tekhnologiy upravleniya proektami – kljuhevaja zadacha kafedry innovacionnogo vuza [Transfer of modern technologies for project management is a key task of the department of innovation university] // Mater. Respubl. nauchno-prakt. konf. «Aktual'nye problem razvitiya otechestvennogo obrazovaniya i nauki». – Kostanaj, – s. 6-9

Chiabrando F., Nex F., Piatti D., Rinaudo F. (2011) UAV systems and RPV for photogrammetric surveys in archaeological areas: two tests in the Piedmont region (Italy). *J. Archaeol. Sci.* Vol 38. pp. 697-710.

Kalybekov T.K., Zhalgasbekov Y.Zh., (2011) «K obosnovaniyu perspektivnykh planov razvitiya gornyx rabot pri razrabotke mestorozhdenij» [To substantiation of long-term development plans for mining operations in the development of deposits], *Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Podgotovka kadrov dlja realizacii programmy razvitiya gorno-metallurgicheskogo kompleksa na 2012-2014 gody»*, Almaty, KazNTU, 89-92 str.

Kalybekov T.K., Zhalgasbekov Y.Zh., (2012) «Planirovanie i normirovanievskrytykh, podgotovlennykh i gotovykh k vyemke zapasov rud pri razrabotke mestorozhdenij» [Planning and standardization of open, prepared and ready-to-excavate ore reserves in the development of deposits], *Markshejderiya i geodezija HHIVeka, Materialy Respublikanskoj nauchnoj konferencii studentov i magistrantov posvjashhennoj 52 godam nauchno-pedagogicheskoj dejatel'nosti M.B. Nurpeisovoj*, Almaty, KazNTU, 180-183 str.

Kaplan R., Norton D. (2001) *Strategicheskieskarty. Transformacijanematerial'nyhaktivov v material'nyerezul'taty.* [Strategic maps. Transformation of intangible assets into tangible results] – Olimp-Biznes.

Karami, A., Sousouni, B., Hosseinaveh, A. (2014). «A novel contactless approach for calculating volumes of objects.» *The 1st National Conference on Geospatial Information Technology.*

Karmanov A.G., «Fotogrammetriya» // *Uchebnoye posobiye, Sankt-Peterburg.* – 2012, 171 s.

Komitetgeologii i okhranynedr (2004) «Instrukcii o trebovaniyah k materialam po podschetu zasapov tverdykh poleznykh iskopajemykh, predstavljajemykh na gosudarstvennuju predvaritel'nuju ekspertizu» [Instructions on the requirements for materials on the calculation of solid mineral reserves submitted to the state preliminary examination], *utverzhdennoj prikazom Predsedatelja Komiteta geologii i okhranynedrot 13 avgusta . N 126-p*

Koretskaya G.A., Koretskiy D.S. (2013), *Sovershenstvovaniye tekhnologiy marksheyderskikh syemok otkrytykh gornyx rabot.* [Improvement of mine surveying technologiesopen cast mine] *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta.* no 3, pp. 38-40.

Laliberte A.S., Herrick J.E., Rango A, (2010) Winters C. Acquisition, orthotransformation and object classification of images of unmanned aerial vehicles (UAV) for monitoring pasture lands. *Photogrammetric. Eng. Remote sensor.* 76. pp. 661-672.

Maslyanko V.Ya. (2014) *Primeneniye 3d-tekhnologiy pri operativnom planirovanii i proyektirovanii otkrytykh gornyx rabot.* [The use of 3d technologies in the operational planning and design of open mining operations].XII *vserossiyskoesoveschaniyepo-problemam upravleniya VSPU-2014 (XII AllRussian Conference on Problems of Control)*, pp. 4337-4347.

Mazhdakov M. (2007). *Mine engineering in open-pitquarries.* Sofia: Publisher “St. ClimentOhridskiy”

Nagovitsyn O.V., Lukichev S.V., Alisov A.YU. (2010) *Sozdaniye yedinoj geologicheskoy sredy dlya planirovaniya otkrytykh gornyx rabot v MAINFRAME.* [Creation of a single geological and mine surveying information environment for planning open mining operations in the MAINFRAME system] *GIA – IZH.* 2, s. 336-342.

Nagovitsyn O.V., Alisov A. Ju. (2009) *Avtomatizacija processov tekushhego i operativnogo planirovaniya otkrytyhgornyx rabot v sistemeMAINFRAME.* [Automation of processes of current and operational planning of open mining operations in the MAINFRAME system. Computer technologies in the design and planning of mining operations] *Komp'yuternye tekhnologii pri proektirovanii i planirovanii gornyx rabot: Sb. tr. Vserossiyskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 23-26 sentjabrja, Apatity. SPb., «Renome»*, s. 118-122.

Nagovitsyn O.V., Lukichev S.V., Alisov A. Ju. (2012) *Avtomatizirovanoe planirovanie otkrytykh gornyx rabot v sisteme MAINFRAME. Informacionnyetehnologii v gornomdele.* [Automated planning of open mining in the MAINFRAME system. Information technologies in mining] *Doklady Vserossiyskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem 12-14 oktjabrja 2011 g., Ekaterinburg: IGD UrO RAN*, s. 135-141.

Nagovitsyn O.V., Lukichev S.V., Alisov A. Ju. (2012) *Organizacija avtomatizaciy inzhenernogo obespecheniya pri vedenii otkrytykh gornyx rabot.* [Organization of automation of engineering support for open mining operations] *GIAB №9 P.* 32-40.

Nazarov A.S. (2006) *Fotogrammetriya, [Photogrammetry] –Mn.*

Niethammer U, James M.R., Rothmund S, Travelletti J, Joswig M (2012). Remote sensing of landslides Super-Sauze on the basis of UAV: assessment and results. *Eng. Geol.* Vol 128. pp. 2-11.

Norton D., Kaplan R. (1996) «The Balanced Scorecard: translating strategy into action»// Harvard Business Press.

Norton D., Kaplan R. (1996) «Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System» // Harvard Business Review.

Obiralov A.I. (2006) *Fotogrammetriya i distancionnoezondirovanie [Photogrammetry and remote sensing] – M.*

Ovchinnikov Ye.N., Ostapenko A.V., *Innovatsionnyy podkhod upravleniya tekhnogennymi resursom na predpriyatiyakh «Suek Krasnoyatrsk» s primeneniyem bespilotnika,* [Innovative approach to management of man-made resources at SuekKrasnoyatrsk enterprises with the use of a drone] *Aktual'nyye problemy v atsii i kosmonavtiki, Sibirskiy gosudarstvennyy universitet, Tom 2, 2016, S – 275-277.*

Patikova, A. (2004). Digital photogrammetry in the practice of open pit mining. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 34, 1-4.

Rosnell T., Honkavaara E. (2012). Construction of a point cloud from aerial survey data obtained by a micro-unmanned quadpotter aircraft and a digital camera. *Sensors.* Vol 12. p. 453-480.

Uysal M., Polat N. (2015). “DEM generation with UAV Photogrammetry and accuracy analysis in Sahitler hill.”

Yakar M. (2008). “Using In Volume Computing Of Digital Close Range Photogrammetry” // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*

Yilmaz, H. M. (2010). Close range photogrammetry in volume computing. *Experimental Techniques*, 34(1), pp. 48-54.

Zavertkin S. A. (2017) Marksheyderskoye obespecheniye s vysotyptich'yegopoleta. *Ugol'*, №5 – s. 90-93.

Zhang Y.J., Xiong J.X., Hao L.J. (2011). Photogrammetric image processing with low altitude, obtained with the help of non-aligned air vehicles. *Photogrammetric. Rec.* Vol 26. p. 190-211.

Zhusupov K.K., Klochkov N.M., Zhumataev B.A. (2008) Novyyjjetap v razvitii AO «Kostanajskie Mineraly». [A new stage in the development of JSC “Kostanai Minerals”] // *Gornyj zhurnal*. №3. – s.70-72.

Zhusupov K.K., Cehovoj A.F., Punenkov S.E. (2006) Praktika upravlenija rudopotokami asbestovyh kar'erov na primere AO «Kostanajskie mineraly» [Practice of management of ore flows of asbestos open-cast mines on an example of JSC “Kostanai minerals”] // *Sb. trudovVtorojMezhd. nauchno-prakt. konf. posv. 15-letiju nezavis. RK – Almaty*,– T 3. – 273-276 s.