МРНТИ 52.13.15 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1526**

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

[1]А.А. Зейнуллин, [2]С.А. Мустафин, [3]Т.С. Мустафин, [1]К. Копбаев

[1]ТОО «Союзгеомех», Астана, Казахстан,
[2]Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан,
[3]Казахстанско - Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан,

Корреспондент-автор: s14005434@gmail.com

Определение объема подземной выработки необходимо для учета добычи полезных ископаемых, регулирования вентиляционных потоков, расчета проветривания, для эффективной изоляции выработанных пространств и аварийных участков (в том числе при подземных пожарах) и заключается в расчете объема горной массы, необходимой для планирования работ, составления сметы и контроля расхода материалов и рассчитывается на основе метода сечений.

Актуальность знаний геометрических характеристик выработок вызвана следующими обстоятельствами: на геометрическую форму и размеры выработки напрямую влияют динамика напряженно-деформированного состояния вокруг выработки, оптимизация размеров сечения выработки снижает объемы проходческих работ и затраты на его крепление, точное знание геометрии необходимо для прогнозирования и мониторинга зон повышенного давления; минимизация затрат за счет исключения перекрепления и повышения эффективности вентиляции выработки.

Цели определения оценки объема горной выработки - оценка извлеченной породы или полезного ископаемого, контроль соблюдения проектных параметров, расчет и оптимизация объемов взрывных работ и оценка устойчивости массива для обеспечения безопасности горных работ; повышение экономической эффективности проведения и управление и оперативный мониторинг эксплуатационным состоянием выработки.

Показано, что значительное уменьшение трудоемкости определения оценки объема горной выработки большого размера может быть осуществлено за счет замены поверхности выработки множеством концов равномерно расставленных вертикалей от почвы до кровли, полученных удаленными бесконтактными измерениями.

Ключевые слова: горная выработка, форма выработки, вертикальные сечения, эллипсоид, прямоугольные призмы, вертикальные отрезки, квадратная сетка, лазерный дальномер.

ТАУ-КЕН ҚАЗБАНЫҢ КӨЛЕМІҢ БАҒАЛАУ

[1]А.А. Зейнуллин, [2]С.А. Мустафин, [3]Т.С. Мустафин, [1]К. Копбаев

[1]«Союзгеомех» ЖШС, Астана, Қазақстан,
[2]Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,
[3]Қазақ - Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,
e-mail: s14005434@gmail.com

Жер асты қазбалардың көлемін анықтау өндірілген пайдалы қазбаларды есепке алу, желдету ағындарын реттеу, желдетуді есептеу, өндірілген кеңістіктер мен апаттық аймақтарды тиімді оқшаулау үшін (жер асты өрттері кезінде қоса алғанда) қажет және қазбаларды жоспарлау, сметаларды дайындау және материал шығынын бақылау үшін қажетті тау жыныстары массасының көлемін есептеуден тұрады және көлденең қима әдісіне негізделіп есептеледі.

Қазбалардың геометриялық сипаттамаларын білудің өзектілігі келесі жағдайларға байланысты: қазбаның геометриялық пішіні мен өлшемдері қазбаның айналасындағы кернеу-деформация күйінің динамикасына тікелей әсер етеді, қазба көлденең қимасының өлшемдерін оңтайландыру қазбалау жұмыстарының көлемін және оны қолдану шығындарын азайтады, геометрияны дәл білу

жоғары қысымды аймақтарды болжау және бақылау үшін қажет; қайта бекіту болдырмау және жұмыс желдетуінің тиімділігін арттыру арқылы шығындарды азайту.

Таукен қазбалардың көлемін анықтаудың мақсаттары - өндірілген тау жынысының немесе пайдалы қазбаның нақты мөлшерін анықтау, жобалау параметрлерінің сақталуын бақылау, жару жұмыстарының көлемін есептеу және оңтайландыру және тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін массивтің тұрақтылығын бағалау.

Кен жұмыстарының экономикалық тиімділігін, оларды басқаруды және пайдалану мониторингін арттыру, ірі кен қазбалардың көлемін анықтаудың еңбек сыйымдылығын жұмыс бетінің қашықтан, байланыссыз өлшеулерін жерден шатырға дейін біркелкі орналасқан тік сызықтардың бірнеше ұштарымен ауыстыру арқылы айтарлықтай азайтуға болатыны көрсетілген.

Түйін сөздер: кен қазбалары, қазба пішіні, тік қималар, эллипсоид, тікбұрышты призмалар, тік сегменттер, шаршы тор, лазерлік қашықтық өлшегіш.

EVALUATION OF THE VOLUME OF A LARGE-SIZED MINING WORKING

[1]A.A. Zeinullin, [2]S.A. Mustafin, [3]T.S. Mustafin✉, [1]K. Kopbayev

[1]"Soyuzgeomekh" LLP, Astana, Kazakhstan,
[2]Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan,
[3]Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: s14005434@gmail.com

Determining the volume of underground mine workings is essential for mineral extraction accounting, ventilation flow regulation, air distribution calculations, and effective isolation of mined-out areas and emergency zones (including those affected by underground fires). This process involves calculating the volume of rock mass required for work planning, cost estimation, and material consumption control, and is performed using the cross-section method.

The relevance of understanding the geometric characteristics of mine workings arises from several factors: the dynamics of the stress-strain state around the excavation directly influence its geometric shape and dimensions; optimization of the cross-sectional dimensions reduces the volume of excavation work and associated support costs; precise knowledge of geometry is necessary for predicting and monitoring high-pressure zones; and cost minimization is achieved through the elimination of re-supporting and improved ventilation efficiency.

The objectives of mine working volume estimation include: accurate quantification of extracted rock or mineral resources; verification of compliance with design parameters; calculation and optimisation of blasting operations; assessment of rock mass stability to ensure mining safety; enhancement of economic efficiency; and operational monitoring of the working' s condition.

It is demonstrated that a significant reduction in the labour intensity of volume estimation for large-scale mine workings can be achieved by replacing the excavation surface with a set of endpoints of uniformly spaced vertical lines extending from the floor to the roof, measured using contactless methods.

Keywords: mine working, excavation geometry, vertical cross-sections, ellipsoid, rectangular prisms, vertical segments, square grid, laser rangefinder.

Введение. Разработка месторождений полезных ископаемых связана с образованием пустот большого размера, знание геометрических параметров которых является актуальной задачей и может быть использовано, например, при оценке потерь полезных ископаемых в выработках.

Одним из путей определения объемов воздуха при газовоздушных съемках на рудниках и угольных шахтах является оценка объема, проходящего в подземной выработке воздушного

потока. Помимо регулирования вентиляционных потоков и расчета проветривания, оценка объема горной выработки используется при изоляции аварийных участков и тушении пожаров, ведении закладочных работ, а также для определения объемов выработок при маркшейдерском учете добычи [1].

Известно множество процедур съемки выработок, начиная от механических приборов до ультразвуковых и фотограмметрических устройств, располагаемых в выработке.

После проведения съемки выработки одной из процедур можно дать оценку объема горной выработки, большая часть из которых основано на оценках площадей плоских поперечных равноотстоящих друг от друга параллельных вертикальных сечений выработки [1-8], на основе которых объем вычисляется методами, хорошо представленными в [9,10].

Горная геометрия содержит различные методы определения геометрических параметров месторождений, в том числе с использованием различных измерительных приборов для определения площадей поверхностей, ограниченных кривыми, используют планиметр Амслера или палетку Соболевского, либо производят вычисления по формуле Баумана для определения длины кривой, ограничивающей площадь залежи, обычно используют курвиметр, либо мерную нить.

При решении многих инженерно-технических задач в различных разделах горной дела часто используют геометрический параметр площади криволинейных поверхностей рудных полей, тел, площадей контакта различных горных пород, площадей поверхностей горных выработок, либо частей этих поверхностей, которые, ввиду отсутствия в горной геометрии данной методики расчетов, определяют весьма приближенно, пользуясь простыми геометрическими уравнениями. Для применения методов высшей математики, например, интегрального исчисления, необходим большой объем данных, что усложняет процесс вычислений и делает такую методику малопрактичной для горного дела [9].

Цель работы - уменьшение трудоемкости процесса оценки объема выработки в подземных условиях.

Материалы и методы. В горной практике используются разнообразные методы и инструменты для измерения геометрических параметров выработок. В настоящей статье на основе анализа опубликованных источников рассмотрим некоторые из них.

1. Общеизвестен способ определения площади поперечного сечения горной выработки большого объема [2,3], заключающийся в том, что измеряют линейные размеры в плоскости поперечного сечения, разбивают криволинейную поверхность поперечного сечения на секторы с переменными радиусами, выбирают базовую точку в плоскости поперечного сечения, вычисляют площадь поперечного сечения горной выработки, при этом базовую точку выбирают на высоте 1,2-1,5 м от почвы и на расстоянии 2-5 м от одного из бортов выработки, в которой размещают измеритель углов и расстояний в плоскости перпендикулярно оси выработки, дополнительно разбивают площадь поперечного сечения с линейными контурами на треугольники, от базовой точки измеряют расстояния до вершин треугольников линейного контура поперечного сечения и углы треугольников при базовой точке с переменным шагом 20-120°, вычисляют площадь поперечного сечения горной выработки по формуле, содержащей указанные параметры, далее, по ряду равноотстоящих друг от друга поперечных сечений горной выработки определяют объем выработки, т.е. предложено применять для вычисления объемов всех видов изучаемых тел метод вертикальных сечений, учитывающий изменения площади и конфигурации сечений по выбранному направлению - горную выработку разбивают равноотстоящими друг от друга поперечными сечениями на характерные объемные элементы, определяют площади сечений, объем каждого элемента и суммируют объемы элементов при оценке объема всей выработки.

Указанный способ обладает рядом недостатков и характеризуется высокой трудоемкостью, недостаточной точностью определения по сле-

дующим причинам:

- возможность отклонения от плоскости, в которой проводятся измерения углов и линейных размеров, что приводит к увеличению погрешностей при измерениях и к искажению конечного результата;

- аппроксимация части поперечного сечения, имеющей прямолинейные элементы контура, треугольниками и определение углов треугольников, что также увеличивает суммарную погрешность при определении площади поперечного сечения;

- образование неохваченных зон плоскости сечения, например, под базовой точкой и подошвой выработки;

- измерение углов и длин радиусов - отрезков через фиксацию точек по периметру сечения выработки.

Вышеперечисленные причины снижают точность и скорость расчета объема горной выработки, повышают трудоемкость процесса определения объема горной выработки.

2. Богайчук А.В. и Осиян М.А. [8], отказавшись от наиболее распространённых и применяемых на практике форм вывалов горной массы, предложили метод вычисления объема вывалов в горных выработках, по которому определение объемов вывалов породы в кровле и боках протяженных горных выработок сводится к моделированию формы навала, измерению расчетных параметров геометрической трехмерной фигуры, вычислению площадей поперечного сечения по известным формулам и суммарного объема вывала в зависимости от его длины. При этом авторы считают, что наиболее универсальным и достоверным представляется метод вертикальных сечений, моделирующий форму сечения вывала в виде полуэллипса, что соответствует наиболее распространенным проявлениям геодинамических процессов в горных выработках.

Предлагаемая процедура оценки суммарного объема вывалов горной массы из кровли и боков выработки методом вертикальных сечений состоит из следующих шагов:

- измеряют линейные параметры H и $B/2$ каждого выбранного вертикального сечения навала с помощью лазерного дальномера и рулетки ВНИМИ;

- вычисляют площади выбранных сечений как полуэллипсов по формуле $S_{сеч} = \frac{\pi \times H \times B}{4}$ и находят средневзвешенную площадь сечения навала $S_{сред}$;

- замеряют длину вывала L проводят с помощью лазерного дальномера и рулетки;

- вычисляют суммарный объем вывалов по формуле $V_{выв} = S_{сред} \times L$.

Основная идея состоит в применение метода вертикальных равноотстоящих друг от друга параллельных сечений выработки, при котором завал принимается близким к полуэллипсоидному профилю, что позволяет оценить рассчитанный объем.

Используются линейные легкоизмеряемые параметры: L (длина), B (ширина), H (высота) навала; форма вывала моделируется как полуэллипсоид, что характерно для нарушений кровли и боков выработок; метод эффективен для оценки объема обрушившейся породы при нарушении крепления в подготовительных и очистных выработках; основан на предположении полуэллипсоидной форме вывала и методе вертикальных равноотстоящих друг от друга параллельных сечений вывала.

Э тот метод позволяет оперативно рассчитывать объемы обрушившейся породы для ликвидации последствий обрушений.

3. Графо-математический метод Бессонова [7] описывает пошагово этапы точного расчета ряда геометрических параметров тела. Он объединяет графическое изображение рудных тел с математическими расчетами для определения площади, объема и периметра, что оптимизирует подсчет запасов полезных ископаемых, применим в геологии и горном деле для оценки запасов. Он выделяется общностью рассмотрения, трудоемкостью построений, сложностью измерений и выполнением расчетов на ЭВМ. Судя по публикациям, широкого распространения не получил.

Задачей, предлагаемой модели является раз-

работка оценки объема горной выработки, обеспечивающего повышение скорости, точности и снижение трудоемкости оценки.

Оценка объема горной выработки, содержащая выполнение линейных замеров в пределах горной выработки, состоит в следующем. С помощью лазерного дальномера *размечают* квадратную сетку на почве выработки и *определяют* длины вертикалей от центра каждой *внутренней* ячейки (полностью лежащей на почве выработки) до кровли выработки; далее *оценивают* искомый объем горной выработки суммой объемов *правильных прямых призм*, в нижних основаниях которых находятся *внутренние* ячейки (полностью лежащие на почве выработки), а высоты призм равны соответствующим длинам вертикалей или *произведением* суммы длин вертикалей от центров ячеек сетки до кровли на площадь ячейки.

Это оценка объема горной выработки - $V(м^3)$.

Предлагаемое решение обеспечивает низкую трудоемкость, повышение скорости и точность оценки объема горной выработки.

Таким образом, оценка объема горной выработки больших размеров сводится к моделированию формы горной выработки концами равномерно расставленных вертикальных отрезков на почве выработки согласно квадратной сетке, измерению линейных параметров выработки, вычислению объемов элементов выработки и суммарного объема выработки.

Оценка объема горной выработки, содержащая линейные легкодоступные замеры в пределах выработки, состоит из следующих этапов:

- проведение разметки квадратной сетки на почве выработки с помощью лазерного дальномера;

- определение с помощью лазерного дальномера длины вертикалей от каждого центра внутренних ячеек (полностью лежащих на почве выработки) до кровли выработки;

- оценка искомого объема горной выработки суммой объемов правильных прямых призм, в основании которых находятся ячейки, а высоты равны соответствующим длинам вертикалей или произведением суммы длин вертикалей от центров внутренних ячеек до кровли на площадь ячейки.

Формальная запись оценки объема выработки такова

$$V = s \times (\sum_{i=1}^{k} h_i),$$

где

V - объем горной выработки $(м^3)$;

s - площадь ячейки квадратной сетки, накладываемой на почву выработки $(м^2)$;

k - число ячеек квадратной сетки, полностью лежащих на почве выработки;

h_i - длина вертикали от центра ячейки i сетки до кровли выработки (м), $i = 1, k$.

Оценка обеспечивается за счет использования лазерного дальномера для разметки квадратной сетки на почве выработки и определения длин вертикалей от центров внутренних сеточных ячеек (полностью лежащих на почве выработки) до кровли выработки.

Это позволяет значительно сократить скорость расчетов, уменьшить затраты на организацию проведения работ по измерению углов и линейных размеров выработки лазерным дальномером, например, строительным лазерным дальномером Bosch GLM 40 Professional.

Обсуждение и результаты. Предлагаемое решение обеспечивает снижение трудоемкости способа оценки объема горной выработки - уменьшение затрат и времени на ручные измерения, что позволяет эффективно управлять точностью оценки объема выработки. Использование лазерного дальномера позволяет варьировать шаг квадратной сетки, что повышает точность оценки объема выработки и значительно сокращает время пребывания оператора в выработке.

Расчеты на модельных примерах показали, что использование предлагаемого метода для оценки объема горной выработки, дает возможность управлять величиной ошибки измерения

объема горной выработки, сокращает временные затраты, значительно упрощает измерение линейных элементов горных выработок и позволяет отказаться от громоздких операций по использованию устройств измерения длин отрезков, что уменьшает объем ручных измерений.

Метод оценки объема горной выработки, основанный на линейных замерах, при котором с помощью лазерного дальномера на почве размечают квадратную сетку. Объем вычисляется путем определения суммы длин вертикалей, проведенных от центров всех полных (внутренних) ячеек на почве выработки до кровли, и последующим умножением полученной суммы на площадь ячейки.

Предлагаемый метод является более универсальным, достоверным и практичным по следующим причинам:

- используются линейные легкоизмеряемые параметры;

- поверхность выработки моделируется множеством концов равномерно расставленных вертикалей от почвы до кровли и слабо зависит от формообразования выработок;

- эффективен для оценки объема выработки за минимальное время нахождения оператора в выработке;

- экономичен;

- возможность управлять точностью.

Моделирование показало, что значительное уменьшение трудоемкости определения оценки объема горной выработки большого размера возможно с применением лазерного дальномера за счет замены поверхности выработки множеством концов равномерно расставленных друг от друга вертикалей от почвы до кровли.

Выводы. В работе рассмотрена модель оценки объема горной выработки неправильной формы больших размеров. Необходимость определения объема подземной выработки возникает при учете добычи полезных ископаемых, регулировании вентиляционных потоков, при расчете проветривания, а также для эффективной изоляции выработанных пространств и аварийных участков. Метод основан на аппроксимации объема выработки суммой объемов элементарных плотно упакованных тел, принадлежащих выработке. Такой подход обеспечивает снижение трудоемкости оценки, увеличение скорости расчетов и управление точностью оценки. Знание геометрических характеристик горных выработок критически важно для обеспечения безопасности и экономической эффективности. В отличие от традиционных подходов, предложенный метод основан на представлении поверхности выработки множеством концов равномерно расположенных вертикальных отрезков от почвы до кровли. Определение оценки объема сводится к измерению геометрических параметров такого представления и последующему расчету объема на основе суммы длин вертикалей.

Предложенный подход, основанный на интегральном исчислении, уменьшает критические недостатки ранее предложенных подходов, такие как накопление ошибок округления и высокая чувствительность к входным данным, трудоемкость, время исполнения.

Описанная модель является дополнением к множеству моделей оценки объемов горных выработок большого размера.

Литература

1. Руководство по производству депрессионных и газовых съемок в угольных шахтах/М.: Недра. -1975. - 2.п.л.

2. Методики классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов, инструкций по подсчету запасов полезных ископаемых, в том числе относящихся к нетрадиционным углеводородам: приказ и.о. Министра индустрии и инфраструктурного развития РК от 02.02.2023 № 71. -2023. -№ 31839. URL: https://www.gov.kz. -Дата обращения: 20.12.2025.

3. Бессонов Е.А. Технология и механизация гидромеханизированных работ: справ. пособие для инженеров и техников/ Центр. -1999. -542 ISBN 5-88860-057-1.

4. Качурин Н.М., Комиссаров М.С., Качурин А.Н., Власов Д.В. Способ определения площади поперечного сечения горной выработки большого объема: пат. РФ № 2463551, МПК G01B 5/26; о-публ.10.10.2012.

5. Мустафин С.А., Арсланов М.З., Дузбаев Т., Зейнуллин А.А., Мустафин Т.С. Способ определения площади поперечного сечения горной выработки: патент на полезную модель РК № 309175, МПК G01B 5/26; опубл.24.05.2019.

6. Бессонов Е.А. Вычисление геометрических параметров криволинейных тел и устройство для его осуществления: пат. № 2 148 787 Рос. Федерация / № 97116570/28; опубл.10.05.2000 // Изобретения. Заявки и патенты. -2000. -№ 13. -С. 338.

7. Бессонов Е.А. Графо-математический метод определения геометрических параметров месторождений полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень/МГГУ. -1997. -№ 1. -С.151–153.

8. Богайчук А.В., Осиян М.А. Метод вычисления объема вывалов в горных выработках // Горный журнал РФ. -2008. -№ 6. -С.46–48.

9. Лекции об объеме, площади поверхности и изопериметрии / пер. с нем. Солодовникова А.С., Сироты А.И./Наука. -1966. -416 с.

10. Bronshtein I. N., Semendyayev K. A., Musiol G., Mühlig H. Handbook of Mathematics. -6th ed. /Berlin: Springer. -2015. -1207 p. ISBN 978-3-662-46220-1; ISBN 978-3-662-46221-8.

References

1. Rukovodstvo po proizvodstvu depressionnyh i gazovyh s#emok v ugol’ nyh shahtah/M.: Nedra. -1975. - 2.p.l. [in Russian]

2. Metodiki klassifikacii zapasov mestorozhdenij i prognoznyh resursov, instrukcij po podschetu zapasov poleznyh iskopaemyh, v tom chisle otnosjashhihsja k netradicionnym uglevodorodam: prikaz i.o. Ministra industrii i infrastrukturnogo razvitija RK ot 02.02.2023 № 71. -2023. -№ 31839. URL: https://www.gov.kz. -Data obrashhenija: 20.12.2025. [in Russian]

3. Bessonov E.A. Tehnologija i mehanizacija gidromehanizirovannyh rabot: sprav. posobie dlja inzhenerov i tehnikov/ Centr. -1999. -542 ISBN 5-88860-057-1. [in Russian]

4. Kachurin N.M., Komissarov M.S., Kachurin A.N., Vlasov D.V. Sposob opredelenija ploshhadi poperechnogo sechenija gornoj vyrabotki bol’ shogo ob#ema: pat. RF № 2463551, MPK G01B 5/26; opubl.10.10.2012. [in Russian]

5. Mustafin S.A., Arslanov M.Z., Duzbaev T., Zejnullin A.A., Mustafin T.S. Sposob opredelenija ploshhadi poperechnogo sechenija gornoj vyrabotki: patent na poleznuju model’ RK № 309175, MPK G01B 5/26; opubl.24.05.2019. [in Russian]

6. Bessonov E.A. Vychislenie geometricheskih parametrov krivolinejnyh tel i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija: pat. № 2 148 787 Ros. Federacija / № 97116570/28; opubl.10.05.2000 // Izobretenija. Zajavki i patenty. -2000. -№ 13. -S.338. [in Russian]

7. Bessonov E.A. Grafo-matematicheskij metod opredelenija geometricheskih parametrov mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten’/MGGU. -1997. -№ 1. -S.151-153. [in Russian]

8. Bogajchuk A.V., Osijan M.A. Metod vychislenija ob#ema vyvalov v gornyh vyrabotkah // Gornyj zhurnal RF. -2008. -№ 6. -S.46–48. [in Russian]

9. Lekcii ob ob#eme, ploshhadi poverhnosti i izoperimetrii / per. s nem. Solodovnikova A.S., Siroty A.I./Nauka. -1966. - 416 s. [in Russian]

10. Bronshtein I. N., Semendyayev K. A., Musiol G., Mühlig H. Handbook of Mathematics. -6th ed. /Berlin: Springer. -2015. -1207 p. ISBN 978-3-662-46220-1; ISBN 978-3-662-46221-8.

Сведения об авторах

Зейнуллин А. А.- д.т.н., проф., ТОО «Казгеосервис», Астана, Казахстан; e-mail: karim_57@mail.ru;

Мустафин С. А.- к.т.н., асс. проф., Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: mustafinsal@mail.ru;

Мустафин Т. С.- Senior – lecturer, Казахстанско - Британский технический университет, Алматы, Казахстан,

e-mail: s14005434@gmail.com;

Копбаев К.- руководитель, ТОО «Казгеосервис», Астана, Казахстан, e-mail: copbaevkairat@yandex.kz.

Information about the authors

Zeinullin A.A.- Doctor of Technical Sciences, prof.,”Soyuzgeomekh” LLP, Astana, Kazakhstan,

e-mail: karim_57@mail.ru;

Mustafin S.A.- Candidate of Technical Sciences, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, e-mail: mustafinsal@mail.ru;

Mustafin T.C.-Senior-lecturer, Kazakh British Technical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: s14005434@gmail.com

Kopbayev K.- head, ”Soyuzgeomekh” LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: copbaevkairat@yandex.kz