

**УДК 55:51-7**

**Кривко Д.А.,**

**студент**

**1 курс, ИГНиТТ**

**Ухтинский государственный технический университет**

**Россия, г. Ухта**

**Бабикова М.О.,**

**студент**

**1 курс, ИГНиТТ**

**Ухтинский государственный технический университет**

**Россия, г. Ухта**

**Научный руководитель – Прудникова О.М.,**

**доцент кафедры высшей математики**

**Ухтинский государственный технический университет**

**Россия, г. Ухта**

## **К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ГЕОЛОГИИ**

**Аннотация:** статья посвящена применению некоторых математических методов в геологии. В ней приводится типология профессионально-ориентированных задач, предназначенных для рассмотрения на занятиях по математике студентами геологических специальностей в техническом вузе. Посредством работы в программе Excel были произведены подсчеты запасов залежи полезного ископаемого на конкретном участке открытой местности.

**Ключевые слова:** геология, математические методы, объекты моделирования, рудное тело, профессионально – ориентированные задачи

**Annotation:** *The article is devoted to the application of some mathematical methods in geology. It provides a typology of professionally-oriented tasks intended for consideration in the classroom in mathematics by students of geological specialties in a technical college. Through work in Excel, mineral reserves were calculated for a specific area of open terrain.*

**Key words:** *geology, mathematical methods, objects of modeling, ore body, professional - oriented tasks.*

Термин «геология» в переводе с греческого языка обозначает науку о Земле. В настоящее время под геологией понимают историю нашей планеты в широком смысле этого слова, включая не только её минеральную жизнь с физическими и химическими изменениями, но и естественную историю всего органического мира, населяющего её поверхность. По своей природе геология относится к естественноисторическим наукам, которая тесно соприкасается с химией, физикой, минералогией, астрономией, например, при разработке вопроса о происхождении Земли. Она вступает в тесные связи с физической географией при изучении изменений на земной поверхности.

Не стала тому исключением и математика. Внедрение же в геологическую науку математических методов всегда было сопряжено с рядом объективных трудностей. В первую очередь они объясняются тем, что система научных понятий в геологии и математике не соответствуют друг другу. В математике они однозначны, точны, легко проверяемы. Например, всем известный закон от перемены мест слагаемых, сумма не изменяется. В геологии же, в большинстве своём, они неоднозначны и многоплановы. Достаточно сложно проверить, например, что всегда по мере погружения в недра литосферы структура горных пород изменяется от аморфной, рыхлой глинистой и обломочной до всё более крупнокристаллической. Геолог может лишь описывать геологические явления с позиции собственного подхода к пониманию явлений или предметов, основываясь на собственной интуиции.

Экспериментальную основу геологических исследований составляют полевые наблюдения и результаты их обработки, по данным которых выдвигаются гипотезы и делаются теоретические обобщения.

По причине того, что изучаемые природные геологические системы не поддаются точному количественному описанию, они не могут быть подчинены строгим понятиям законов, а поэтому рассматриваются только как модели, обеспечивая лишь приближенное представление о строении объекта. Объектами моделирования могут быть как отдельные участки земной коры, так и различные свойства природных геологических образований – пород, минералов, полезных ископаемых. В качестве математических моделей используются символы и формулы, описывающие количественные взаимосвязи и закономерности распределения изучаемых геологических признаков.

Так как математика - это наука о пространственных формах и количественных соотношениях окружающего мира, то её применение в геологии связано с решением таких важнейших задач как изучение геологического строения территорий, поиски месторождений полезных ископаемых, их разведка и отработка.

Математические методы дают возможность выявлять периодичность в чередовании слоев осадочных горных пород, устанавливать продолжительность формирования континентальных и морских отложений, обнаруживать скрытые перерывы в осадконакоплении и оценивать мощности размытых слоёв. С помощью математики стало возможным получать четкие цифровые характеристики видовых признаков древних организмов, учитывая при этом их географическое распространение, стратиграфическое положение, возрастную и экологическую изменчивость.

Так, например, изучение количественных соотношений полезных компонентов и вредных примесей в рудных телах позволяет оконтурить рудное тело и в дальнейшем изучать полученную пространственную форму

для подсчета запасов и определения оптимальных способов извлечения минерального сырья из недр.

Используя дополнительную учебно-методическую литературу и интернет ресурсы, нами была проанализирована типология профессионально-ориентированных задач, которые могут быть предложены к рассмотрению на занятиях по математике студентам геологических специальностей в техническом вузе [1, с. 233]. В таблице 1 представлены лишь некоторые геологические процессы и объекты, изучение которых вызвало необходимость использования различных разделов математики: векторной и линейной алгебры, дифференциальной и аналитической геометрии, интегрального исчисления, теории вероятностей и др.

**Таблица 1.**

**Связь отдельных разделов математики с дисциплинами  
геологического профиля**

№ п/п	Математические понятия	Применение в геологии
1	Элементы векторного и тензорного исчисления	Пространственное описание движений литосферных плит и изменений в земной коре; изучение понятий деформации геологических тел в литосфере и динамические геологические процессы (тектонофизика); рассмотрение движений воздушных масс (климатология); оценка величин осадконакопления
2	Элементы матричной и векторной алгебры	Перевод на формализованный язык многомерных географических описаний; решение задач кристаллографии
3	Элементы аналитической геометрии	Осуществление аппроксимации складок земной коры линиями 1-го и 2-го порядка; изучение структуры породы в складках земной коры

4	Элементы дифференциального и интегрального исчисления	Описание морфологии горных структур; изучение деформаций литосферных плит и энергии тектонических процессов; подсчет запасов полезных ископаемых; определение оптимальных размеров (крепезной рамы горной выработки, резервуаров для хранения воды в шахтах, определение объема купола очистного забоя шахты, массы вывалившейся породы в кровле очистного забоя)
5	Элементы теории вероятностей и математической статистики	Подсчёт полезных компонентов и вредных примесей в рудах, объемной массы руды; оценка прочности характеристик грунтов и пород
6	Математическое программирование	Оценка проектов освоения месторождений полезных ископаемых и функционирования предприятий горного производства
7	Методы оптимизации	Определение допустимого места постройки обогатительной фабрики в случае минимальных транспортных расходов

Однако студентам первого курса, говорить, например, о значимости теории вероятностей и математической статистики для геологических исследований, затруднительно. Поэтому в данной статье предлагается к рассмотрению профессионально – ориентированная задача следующего содержания.

**Задача.** Участок залежи, приведенный на рисунке 1, разведан вертикальными разведочными скважинами. По каждой скважине известно значение мощности рудного тела (верхнее значение) и содержание полезного компонента (в %) (нижнее значение). Необходимо произвести подсчет запасов залежи полезного ископаемого, представленного на плане.

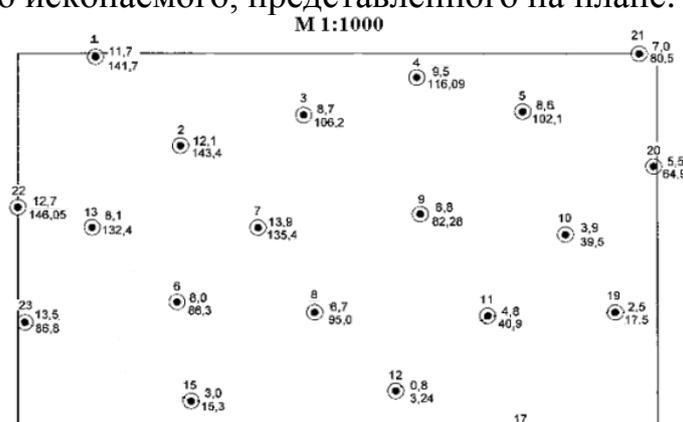


Рисунок 1. Схема участка залежи полезных ископаемых

**Ход работы.** Из многообразия методов (среднего арифметического, многоугольников, изолиний и т.д.), позволяющих провести подсчет запасов залежи полезного ископаемого, выбрали первый из них, то есть метод среднего арифметического. Осуществили с использованием программы Excel подсчет запасов полезных ископаемых на данном участке, предварительно разбив его на внутренний и внешний контуры, принимая во внимание, что внутренний контур строился с учетом мощности залежи не менее 0,5 м и содержание полезного компонента не менее 3 %.

Результаты подсчета запасов выполнены в таблице Excel и представлены на рисунке 2, по которому можно установить, что запасы рудной массы на данном участке составляют 174474,592 тысяч тонн, а запасы компонента соответствуют 174038,35 тысячам тонн.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	
1									
2		№ скважины	Мощность (М)	Содержание компонентов (С)	S, м <sup>2</sup>	Объемная масса, Т/м <sup>3</sup>	Запасы рудной массы, тыс. т	Запасы компонента, тыс. т	
3		Подсчет запасов во внутреннем контуре							
4		1	11,7	147,1	8392	2,17	160253,632	169388,1	
5		2	12,1	143,4					
6		3	8,7	106,2					
7		4	9,5	116,09					
8		5	8,8	102,1					
9		6	8	88,3					
10		7	13,9	135,4					
11		8	6,7	95					
12		9	6,8	82,28					
13		10	3,9	39,5					
14		13	8,1	132,4					
15		20	5,5	64,9					
16		21	7	80,5					
17		22	12,7	146,05					
18		Сумма	123,4	1479,22					
19		Среднее	5,8142857	105,6585714					
20		Подсчет запасов в межконтурной полосе							
21		11	4,8	40,9	1332	2,17	14220,96	4650,25	
22		12	0,8	3,24					
23		15	3	15,3					
24		19	2,5	17,5					
25		23	13,5	86,8					
26		Сумма	24,6	163,74					
27		Среднее	4,92	32,748					
28		Итого во внутреннем и межконтурной полосе						174474,592	174038,35

## Рисунок 2. Фрагмент электронной таблицы Excel

С геологической точки зрения можно сделать вывод о том, что данное месторождение относится ко 2 группе категории полезных ископаемых  $C_1$ . Это месторождение сложного геологического строения с крупными и средними по размерам телами с нарушенным залеганием, характеризующимися неустойчивыми мощностью и внутренним строением либо невыдержанным качеством полезного ископаемого и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Ко второй группе относятся также месторождения углей, ископаемых солей и других полезных ископаемых простого геологического строения, но со сложными или очень сложными горно-геологическими условиями разработки.

Подводя итог всему вышесказанному, хочется обратить внимание на то, что при изучении разделов математики, было бы замечательно рассматривать подобного рода профессионально ориентированные задачи на учебных занятиях. Возможно, именно это, способствовало бы успешной как геологической, так и математической подготовке студентов технического вуза.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Абилкаир Д.А. Прикладная математика в геологии/ Д.А. Абилкаир // Научный альманах - 2016.— № 4-3 (18). - С. 232–234.
2. Математика – новое оружие геолога: сайт Зооинженерного факультета МСХА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.activestudy.info/matematika-novoe-oruzhie-geologa/> (дата обращения: 13.03.2019).
3. Математические методы в геологии: материалы электронной библиотеки kursak.net [Электронный ресурс]. URL: <http://kursak.net/matematicheskie-metody-v-geologii/> (дата обращения: 28.02.2019).