

Курманкожаев А.К., д-р
техн. наук, проф.
Казахский Национальный
технический университет
им. К.И.Сатпаева,
Казахстан

Участник конференции,
Национального первенства
по научной аналитике,
Открытого Европейско-
Азиатского первенства по
научной аналитике

«Геометрия - правительница всех мысленных изысканий», писал И.В. Ломоносов. Исходное начало данной идеи теряется в глубокой древности. За последнее время в истории науки устанавливаются такие интересные факты, которые имеют непосредственное значение для геометрии недр. Например, имеются изображения квадратов с описанными окружностями, диагоналями, где показано их соотношение. Там же имеется решение задачи - так называемой теоремы Пифагора. По древней классификации все вещества, слагающие вселенную, разделены на пять типов, и каждый из них имеет собственную геометрическую форму. Огнеобразному типу соответствует тетраэдрическая форма, землеобразному - куб, воздухообразному - октаэдр, водообразному - икосаэдр, звездообразному - додекаэдр. Эти правильные многоугольники иногда называют Платоновскими телами. Недавно было установлено, что геометрическое учение Платона явилось основной математического начала физико-химического учения естественных процессов. Известно, что элементами геометрии для Платона служили элементарные частицы вещества. Идеи Аристотеля Аль-Фараби рассматривает с позиции геометрической идеи Платона, с точки зрения геометрической (математической) модели. В заключение Аль-Фараби приходит к выводу, что из всех доказательств в науке «геометрическое доказательство является наиболее надежным» [1-3].

Геометрическое учение древности отражало всеобщую закономерность симметрии в природе. Без этих знаний твердого фундаментального знания в области естествознания. «Понятие самого слова «геометрия» состоит из двух греческих корней гео - земля, метрия - изменение, и толкуется как наука, возникшая в связи с топографическими и геодезиче-

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ НАУК О ГЕОМЕТРИИ ГЕОРЕСУРСОВ

В статье рассматриваются фундаментальные основы наук о геометрии георесурсов, описывается историческое ее развитие в рамках горных и геологических наук. Изложены первые высказывания и положения о необходимости использования геометрии для познания недр.

Ключевые слова: геометрия георесурсов, наука о Земле, топография, геометрия недр, квалиметрия.
The article discusses the fundamental basics of the sciences of geometry of georesources, describes its historical development in the mining and geological sciences. The first statements and provisions on the need of applying geometry for cognition of subsurface resources were stated.

Keywords: geometry of georesources, earth science, topography, geometry of subsurface, qualimetry.

скими работами. С другой стороны, известно, что эти науки в древности имели, более широки смысл. В частности, геодезию понимают как науку о земле, куда входила кроме собственной геодезии, география, геология, горное дело, металлургия и также астрономия. Тогда возникает вопрос: материально-вещественной основной геометрии все разделы науки о земле, в том числе и кристаллография? Кристаллография является исходной основной учения о недрах земли. С нею тесно связаны все термодинамические процессы, происходящие в земной коре. Геодезия, геофизика, геология, география, геохимия, геометрия недр, геомеханика - все это науки о земле, и являются фундаментальной основной науки геометрии» - такому заключению приходит выдающийся ученый - геометр Ф.Ж. Машанов. Когда говорят, что фундаментальной основной науки является математика, физика и химия, горное дело понимается не в смысле оторванных от фундаментальных основ дисциплиной, а как наука о Земле и ее недрах. Наука о Земле сама является фундаментальной, в первую очередь для геометрии георесурсов.

На современном этапе научно-технического развития производств общая большая система наук о Земле включает комплекс отдельных подсистем наук о геометрии георесурсов. К ним как по содержанию, задачам, так и целевым назначениям следует отнести топографию и картографию земных участков, геометризацию и квалиметрию недр, которые как большие отрасли наук могут быть представлены в качестве самостоятельных земельных (ЗС) и геологических систем (ГС). Эти системы наук (ЗС, ГС) являются признанными важными научными направлениями, исторически сложившимися в ранние периоды существования СССР и развивающиеся уси-

ленными темпами в настоящее время.

Теоретическую основу этой единой целостной системы наук о геометрии георесурсов представляют элементы фундаментальных наук естествознания. В первую очередь эти отрасли науки опираются на классические функциональные основы геометрии; включая начальную, проективную, аналитическую, неевклидову геометрии. По древней классификации все вещества, слагающие вселенную, разделены на пять типов, и каждый из них имеет собственную геометрическую форму. Огнеобразному типу соответствует тетраэдрическая форма, землеобразному - куб, воздухообразному - октаэдр, водообразному - икосаэдр, звездообразному - додекаэдр (эти правильные многоугольники иногда называют Платоновскими телами). Недавно было установлено, что геометрическое учение Платона явилось основой математического начала физико-химического учения естественных процессов. Идеи Аристотеля Аль-Фараби рассматривает с позиции геометрической идеи Платона, с точки зрения геометрической (математической) модели, и в заключение приходит к выводу. Что из всех доказательств в науке «геометрическое доказательство является наиболее надежным». Кроме того, в них также используются элементы математики и физики в различных сочетаниях.

Геометрия георесурсов исторически развивалась в рамках горных и геологических наук [1-3]. М.В.Ломоносову принадлежат первые высказывания и принципиальные для его времени положения о необходимости использования геометрии для познания недр: «... ныне настает употребить... к вящему, пространнейшему и яснейшему сведению земного недр, приняв в помощь высокие науки, а особливо механику... и общую геометрию - правительницу всех

мысленных изысканий». Становлению геометрии недр как самостоятельного направления способствовали труды и производственная деятельность виднейших ученых-маркшейдеров проф. В.И.Баумана, проф. П.М.Леонтовского, проф. П.К.Соболевского. В.И.Бауман в работе «К вопросу о сбросах, сдвигах и других смещениях жил и пластов» (Записки горного института, 1907, т. 1) привел строгое геометрическое обоснование номенклатуры дизъюнктивов и решения задач, связанных с разведкой смещенных частей жил и пластов. П.К.Соболевским были созданы теоретические основы и методология геометрии недр, которые, по его мнению, состоят из представления недр в виде слоисто-струйчатого потока геохимического поля, аналогичного физическому силовому потоку. Изменения поля и потока отображаются по сечению с помощью изолиний. [3-6].

Геометрическое учение древности отражало всеобщую закономерность симметрии в природе и, в сущности, без этих знаний нет твердого фундаментального знания в области естествознания.

Теория геометрии георесурсов в основной своей сущности сводится к изображению на плане местности различных свойств - показателей пространства недр. Этими показателями являются все, что интересует исследователя недр с точки зрения, как теории, так и практики. Для разведки и разработки месторождения полезного ископаемого таким важным свойством недр является рудное тело. А показателями его являются формы, размеры и глубина залегания, мощность содержания полезных компонентов, петрографический минералогический состав, прочность и так далее. Эти свойства должны быть выражены в каких-то единицах измерения и представлены в конкретной количественно-числовой форме, которые являются показателями изучаемого свойства. Показатели эти измеряются в определенных точках рудного тела: в точках бурения, в точках наблюдения, взятия проб и т.д. Эти точечные показатели в пределах выделяемого поля объекта георесурса в силу соответствующего геолого-генетического их единства, являются между собой связанными. На основании этого естественного фактора, путем применения метода математической статистики и, соответствующей интерполяции, строятся поверхности изучаемого свой-

ства. Это будет потенциальной поверхностью распределения данного свойства в пределах изучаемого пространства георесурса. Графический вид такой поверхности представляет собой систему кривых, соединяющих точки с одинаковыми значениями показателей, т.е. систему изолиний. Это изолинии являются аналогами горизонталей топографических поверхностей. Их можно сравнить и с другими видами изображения силовых геофизических полей в виде изосвойств, изобар, изопотенциалов и прочих.

В теории гладкой динамической системы исследуются функции состояния в компактном метрическом пространстве (*топографическая энтропия*) в виде *векторного поля*. Один из основоположников этого нового математического направления М. Шур пишет: «для почти всех векторных полей имеет место довольно красивая картина поведения траекторий. Для этих векторных полей будет существовать *«топография»*, причем все возвращающиеся траектории будут проходить по *водоразделам*, точки каждого водораздела будут связаны водоедино плотной в ней траекторией, все остальные траектории будут «стекать» вниз, и топографическая структура в существенных чертах сохранится при малом возмущении векторов»[4].

Как видно из вышеизложенного, между методикой геометризации недр и теорией гладких динамических систем существует полная аналогия. *Пространства недр* П.К. Соболевский рассматривает как топологическое пространство, а построение поверхностей топографического типа и геометрии недр, и в особенности в геомеханике, рассматривает как модель векторного поля. Данная аналогия станет еще полнее, если иметь в виду, что термин «ridges» (*водоразделы*) автором употребляются в более широком смысле, в смысле «инвариантных элементов топографической поверхности» Соболевского [4,5]. По этому поводу переводчик пишет «Термин *ridges*, который мы условно перевели как «водораздел», употреблен автором в таком смысле, который не имеет буквального перевода не общепринятым словом, не специальным географическим термином. Дело в том, что «ridges» может оказаться и горной вершиной, и плато, и дном котловины, и равнинным участком, который ограничен с одной стороны горами, а с другой - оврагом». Как видно

из приведенного, применение этого термина буквально, во всех деталях совпадает с топографическими инвариантами Соболевского.

Следует отметить, что горная наука черпает себе силы из области физико-математических наук. В тоже время в горном деле есть чему научиться физико-математической науке. Земные недр представляют собой грандиозную лабораторию для математического естествознания.

Топография является прикладной математической наукой. Она занимается изучением поверхности Земли в геометрическом отношении. Изучение этой поверхности производится путем измерений отдельных сравнительно небольших ее частей, каждая из которых не превышает определенных размеров. Если высшая геодезия изучает поверхность Земли в целом, то топография - по частям, в деталях. Так как без знания целого не может быть верного представления о частях, его, и наоборот, то цели обеих наук в конечном результате сходятся. Результаты измерений отдельной такой части земной поверхности соответствующим образом обрабатываются и затем графически оформляются, обычно путем получения уменьшенного изображения ее. В связи с этим приходим к выводу, что наука о Земле сама является фундаментальной, в первую очередь для геометрии георесурсов.

Топография – самое раннее начало изучения земной поверхности, и представляет комплекс топогеодезических работ по изучению и моделированию топографической поверхности Земного участка. Основными областями из научно-производственной деятельности общества, которые тесно связаны с квалитетрией, являются топография и картография земного участка, геометризация месторождения и квалитетрия недр, которые на сегодня составляют единую систему наук о геометрии георесурсов.

Кратко рассмотрим основные задачи топографии (картографии), геометризации месторождения и квалитетрии недр, как отрасли науки, взаимосвязи которых присущи как теоретические, так и прикладные специфические особенности квалитетрии в целом. Широко распространенное в науке о Земле научно-производственное понятие «топография» представляет собой самостоятельную дисциплину, направленную на подроб-

ное изучение земной поверхности в геометрическом отношении и разработку способов изображения этой поверхности в виде топографических карт или планов.

Концептуальные основы и практика топографии (и картографии) местности включают следующие основные задачи: объектом изучения являются участки земной поверхности, т.е. рельеф и предметы местности; метод топографии включает в себя методы геоморфологии и морфометрического анализа, а также методы съемки и моделирования; методологической основой пространственного размещения признаков земной поверхности (рельефа и т.д.) являются способы применения топофункций, которые обладают математическими свойствами конечности, однозначности, непрерывности, плавности; предусмотрены возможности использования методов теорий вероятности, теории информации, математической статистики, начертательной геометрии, принципа наименьших квадратов; съемка местности и сбор исходной информации получаемых с привлечением различных видов топографо-геодезической съемки и технических средств; обработка, систематизация измерений - наблюдений и оценка точности данных съемки и полученных планов и карт; математическое и геометрическое моделирование и оценка достоверности моделей; ГИС-технологии в задачах топографо-геодезических работ; совершенствование информационно-программного обеспечения, методов и средств получения информации, методов топографического и картографического анализа с привлечением методов геоморфологии и морфометрии и других прогрессивных методов.

В отличие от них, поверхности топографического типа в геометрии недр изображаются не только на горизонтальные, но и на вертикальные и наклонные плоскости в зависимости от условий залегания полезного ископаемого в недрах. Кроме того, основоположником метода геометрии недр П.К. Соболевским (1868-1949г.г.) разработаны методы, которые по существу являются фундаментальными основами геометрии недр. П.К. Соболевский обосновал теорию о том, что поверхности недр обладают четырьмя основными свойствами: однозначность, конечность, непрерывность и плавность [4,5]. Эти свойства являются необходимыми

и достаточными для применения методики математического анализа над этими поверхностями. В этом заключается большое преимущество этого метода по сравнению с другими. По построенным изолиниям содержания компонентов, а также изомощности рудных тел, путем сложения, вычитания, умножения, деления этих топографических поверхностей можно получить большое количество исходного материала для решения ряда вопросов горного дела: для подсчета запасов, для определения корреляционной зависимости между свинцом, и цинком, а также с мощностью рудного тела. А правильное решение этих задач в свою очередь оказывает большое руководящее влияние на рациональное направление разведки и разработки, на научное прогнозирование на руднике и т.д.

Аналогичные операции могут быть осуществлены и другими видами показателей, В связи с этим П.К. Соболевский писал: «Топографическая поверхность приобретает в анализе геохимического поля недр совершенно особое значение - значение особого математического алгоритма, аналогично тому, чем в математическом анализе являются уравнения» [5,6]. Методы геометрии недр П.К. Соболевского получил дальнейшее развитие в Казахстане в трудах его ученика П.А. Рыжова, который организовал кафедру маркшейдерии в КазПТИ. Первый учебник курса «Геометрия недр» вышел в Алма-Ате в 1941 году. Казахская школа горных геометров - маркшейдеров продолжая учение Соболевского и Рыжова, разработала *геомеханику*, т.е. новую главу геометрии недр.

Основным объектом изучения были, прежде всего, форма и строение залежей полезного ископаемого, их залегание, складчатые и разрывные нарушения. Методическую основу геометрии недр в это время определяют способы графического отображения геологических объектов и горных выработок с помощью различных видов проекций и объемных моделей. Признание получили методы геометрии посредством изолиний и математических действий над топографическими поверхностями, отображающими различные горно-геометрические показатели. Используются методы математической статистики и аналитической геометрии. Графический вид такой поверхности представляет собой систему кривых. Соединяющих точки с одинаковыми значе-

ниями показателей, т.е. систему изолиний. Эти изолинии являются аналогами горизонталей топографических поверхностей. Их можно сравнить с другими видами изображения силовых геофизических полей в виде изосвойств, изобар, изопотенциалов и прочих.

Геометрия недр изучает пространственно-геометрические закономерности форм и залегания природных и техногенных геологических объектов, расположения горных сооружений, распределения в недрах свойств георесурсов и показателей их качества. Целью является достоверное геометрическое отображение техногенного преобразования недр. Эта наука базируется на учении о геологическо-геохимическом, геомеханическом и других полях, характеризующих разные признаки и показатели (строение, свойства, состояние) горного массива, источников георесурсов, которые моделируются геометрически, в том числе с помощью поверхностей топографического порядка и разных видов проекции. Объектом изучения являются недра Земли, т.е. теоретическая часть горной геометрии представляется как теория геохимического поля Земли, обладающая сложной струйчатой структурой. Свойства геохимического поля рассматриваются как функция точки (x, y, z) и времени (t) в виде: $V = F(x, y, z, t)$. При этом выделяются задачи по оценке формы, залегания и пространственного положения георесурсов, геологических тел и структур, трещиноватости горных пород, запасов и качества георесурсов, промышленной их значимости; распределение показателей качества и свойств георесурсов; пространственного положения геологических природно-геологических и техногенных процессов.

Литература:

1. Рыжов П.А. Геометрия недр. -М. Недра,1964.
2. Курманкожаев А.К. Основы квалитетрии георесурсов в задачах геодезии и маркшейдерии. Монография, Алматы, КазНТУ, 2008 г. 329с.
3. Соболевский П.К. Современная горная геометрия и промышленная геологическая разведка. УГИ, 1932, №11.
4. Соболевский П.К. Современная горная геометрия, УГИ, 1932.
5. Соболевский П.К. Геометрический анализ топографической поверхности (стеклограф). УПИ, 1930.
6. Трофимов А.А. Основы горной геометрии. - М. Изд-во МГУ, 1980.