УДК 553.001.57

О.В.Лепин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В КУРСЕ "ПОИСКИ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ"

Показано значение математических моделей для выработки у студентов практических навыков поисков, опробования и разведки полезных ископаемых.

Рассмотрены основные типы математических моделей геологических объектов, применяемых для решения учебных задач, на примере двух геологических объектов - бокситоносной и слюдоносной территорий. Охарактеризованы автоматизированные обучающие системы, созданные на базе этих моделей, и их роль в учебном процессе.

Mathematical models of mineral deposits and ore fields are shown as an immediate way to train students in prospecting, exploration and sampling of useful minerals and ore deposits, an exercise necessary to elaborate the needed skills.

Principal types of such models usable to resolve the educational tasks are demonstrated by examples of two geological objects: a bauxite-bearing terrain and a mica pegmatite ore-field. These models are supplied with automatically controlled training systems. The way of their usage in training process and attainable results are considered consecutively.

Одной из главных проблем, решаемых в процессе преподавания курса "Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых" студентам-геологам, является выработка практических навыков решения конкретных задач, связанных с поисками тел полезных ископаемых, изучением их морфологии, внутреннего строения и условий залегания, с опробованием минерального сырья. Для достижения этой цели обычно используются решение учебных задач, курсовое проектирование и производственные практики студентов.

Однако особенности геолого-разведочного процесса - большая продолжительность, информационная недостаточность, многовариантность решения большинства задач, отсутствие оперативной связи с объектами работ - снижают эффективность усвоения материала и во многих случаях лишают студента надежных критериев правильности принимаемых им решений. Так, решая учебные задачи по поискам месторождений полезных ископаемых или составляя курсовой проект по этой тематике, студент, как правило, не знает, каков будет практический результат применения выбранного им комплекса поисковых методов, не может оценить достаточность и необходимость предусмотренных объемов поисковых работ. При проектировании разведочных работ или проработке учебных заданий по этому разделу он лишен возможности оценить правильность и эффективность выбранной им методики решения тех или иных задач разведки и целесообразность запроектированных объемов работ. А за время производственной практики студент может ознакомиться лишь с ничтожной частью реальных работ по изучению геологического объекта, что не позволяет оценить правильность общей организации работ и достоверность получаемых результатов.

Наилучшим путем для устранения указанных недостатков считается создание и использование имитационных обучающих программ на базе математических моделей геологических объектов*. При этом реальный геологический процесс, длящийся годами, может быть как бы "спрессован" и осуществлен в считанные часы или дни по типу деловой игры. Первым шагом на этом пути является создание геологической модели объекта в виде комплекта графических и текстовых материалов. Сложность и тип создаваемых на их основе математических моделей зависят от тех задач, которые ставятся перед студентом: ведь можно моделировать все работы - от поисков до завершения детальной разведки, а можно создавать

* *Шатагин Н.Н., Щеглов В.И.* Моделирование месторождений и рудных полей на ЭВМ (диалоговые системы). М.: Недра, 1989. 150 с.

модели для решения частных задач - например, для оконтуривания тела полезного ископаемого, уточнения геологического строения участка, опробования полезного ископаемого. В любом случае не следует стремиться к тщательной имитации сложных природных объектов - учебные модели должны быть схематизированными и упрощенными, поскольку время, отводимое на работу с ними, ограничено.

Наиболее полные многоцелевые математические модели, обеспечивающие решение всего цикла геолого-разведочных задач, представляют собой созданное на одном из программных языков описание геологического строения какого-либо участка земной коры. С точки зрения внутренней структуры они представляют сложную систему элементарных моделей, описывающих те или иные стороны геологического объекта, а также их внутреннее строение и внешние взаимосвязи. По своему характеру такие модели могут быть:

аналитическими, в которых геологические границы и значения моделируемых параметров задаются в виде математических функций координат топографического пространства;

матричными, или цифровыми, в которых геологическая информация вводится в виде многомерного цифрового массива по точкам правильной геометрической сети;

моделями на основе случайных чисел, в которых задается закон распределения значений изучаемой величины, с использованием которого вычисляются "псевдослучайные" числа, принимаемые за значения моделируемого параметра;

комбинированными, в которых сочетаются два или три указанных выше способа моделирования.

В качестве примера приведем модели, реализованные на персональной ЭВМ "Искра-1030" и используемые для практических занятий по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых в Санкт-Петербургском горном институте.

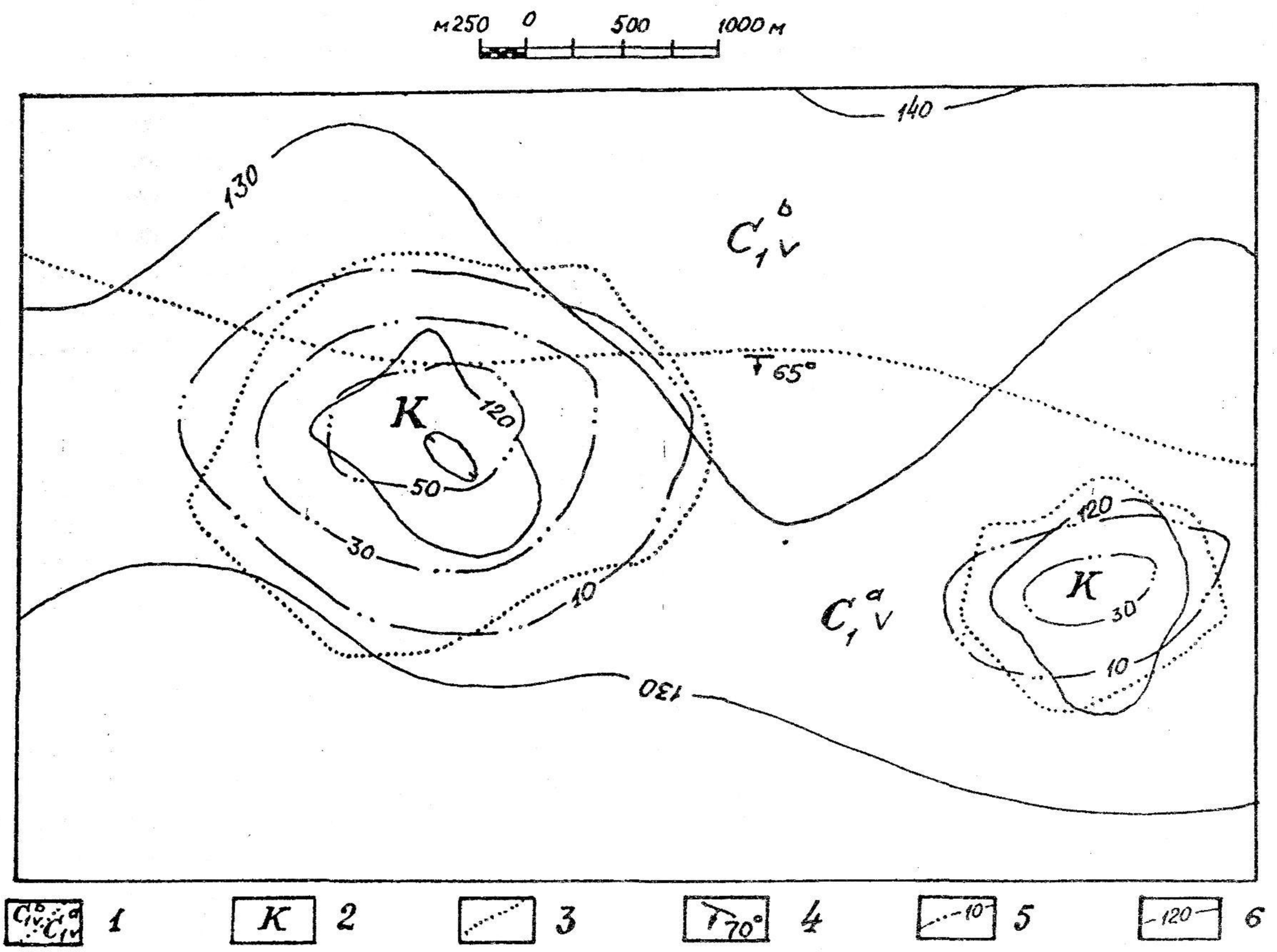


Рис.1. Схематическая геологическая карта бокситоносной территории
1 - нижнекаменноугольные отложения ($C_1^a V$ -известняки, $C_1^b V$ - туфогенные породы основного состава); 2 - меловые отложения нерасчлененные; 3 - геологические границы; 4 - элементы залегания; 5 - изолинии составляющей Δ Н магнитного поля в нанотеслах; 6 - горизонтали рельефа

Модель 1 - бокситоносная территория Северного Казахстана на основе схематизированной геологической модели (рис.1). Модель матричного типа, содержит сведения об абсолютных отметках пяти геологических границ (покровные неоген-четвертичные отложения, глина черная, боксит и глина белая верхнемелового возраста, глина пестроцветная нижнемелового возраста) по квадратной 60-метровой сети для двух участков развития меловых отложений. Обеспечивает выдачу геологической документации по вертикальным поисковым и разведочным скважинам любой глубины, заданным в любой точке территории.

На основании полученной при работе с этой моделью информации студент составляет колонки скважин и геологические разрезы, строит контуры залежей бокситов и глин на плане, выбирает методику отбора проб: способ взятия проб, их длины и конкретное размещение в пределах опробуемых слоев.

Модель 2 - характеристика качества бокситов и огнеупорных глин. Модель на основе случайных чисел, содержит сведения о содержании всех лимитируемых компонентов и об огнеупорности для залежей бокситов и различных слоев глин. Обеспечивает выдачу результатов опробования по секционным пробам любой длины раздельно по каждому полезному ископаемому.

Полученные результаты позволяют студенту составить журнал опробования, определить соответствие опробуемого минерального сырья тем или иным маркам бокситов или сортам огнеупорных глин, установить границы промышленных залежей в плане и в разрезе.

Модель 3 - слюдоносная территория Северной Карелии на основе схематизированной геологической модели (рис.2). Модель аналитического типа, содержит сведения о положении границ стратиграфических подразделений, разрывных нарушений и пегматитовых жил. Обеспечива-

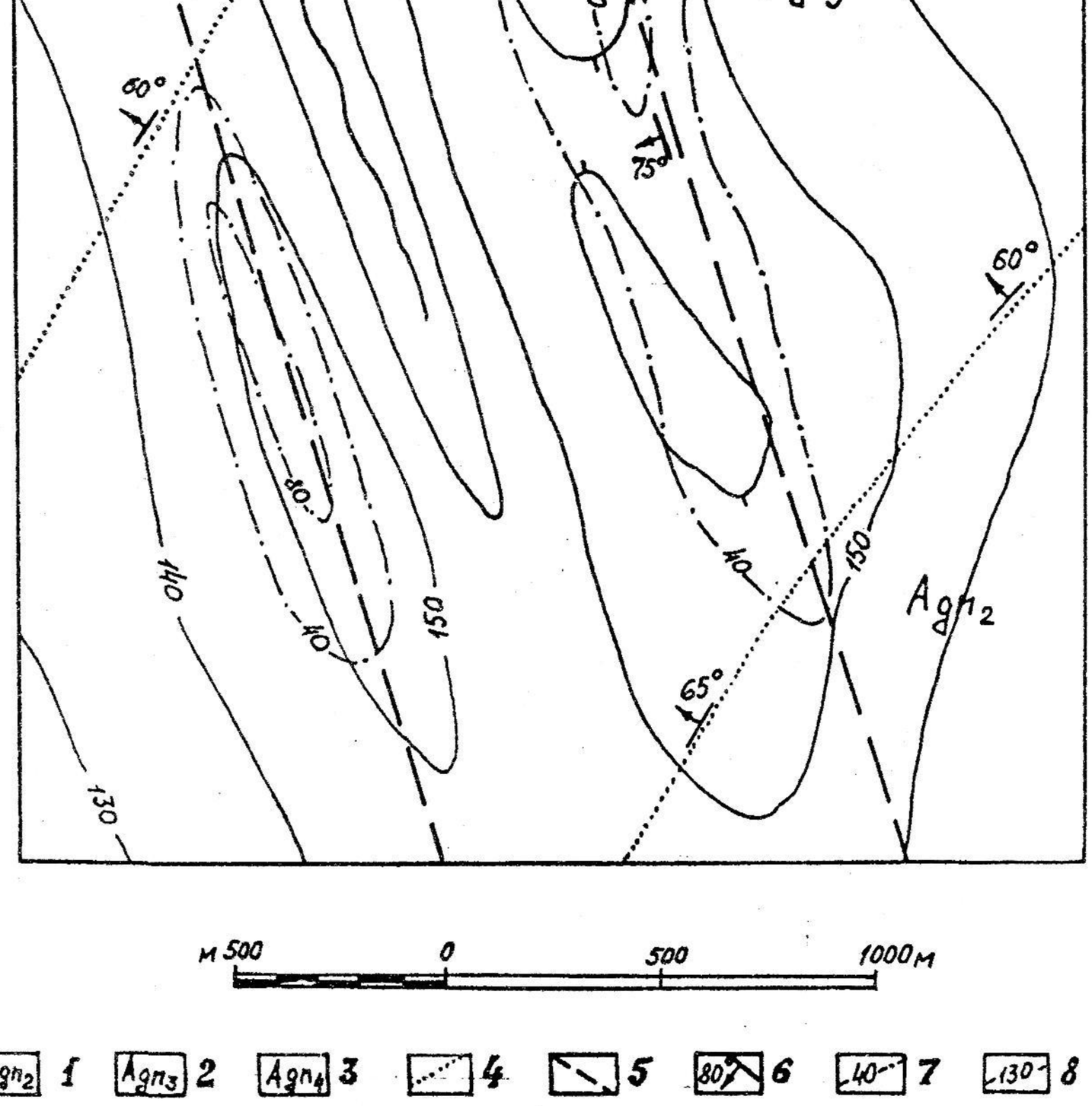


Рис.2. Схематическая геологическая карта слюдоносной территории
1 - котозерская свита (амфибол-биотит-микроклиновые плагиогнейсы); 2 - чупинская свита (переслаивание гранат-биотитовых и дистен-гранат-биотитовых плагиогнейсов); 3 - хетоламбинская свита (биотитовые гранитогнейсы); 4 - геологические границы; 5 - зоны тектонических нарушений; 6 - элементы залегания; 7 - изолинии содержания урана (n · 0,0000001 г/л); 8 - горизонтали рельефа

ет выдачу геологической документации по канавам, вертикальным и наклонным скважинам.

В результате работы с этой моделью студент обнаруживает пегматитовые жилы (всего имеется три жилы, выходящие на поверхность, и шесть слепых жил), составляет колонки скважин и журналы документации канав, геологические разрезы, продольные вертикальные проекции жил и жильных кустов, выбирает для опробования соответствующие выработки и их интервалы.

Модель 4 - содержание слюды в пегматитовых жилах и характеристика ее качества. Модель комбинированная - аналитического типа с использованием случайных чисел, содержит сведения о содержании мусковита-забойного сырца и мелкоразмерного мусковита, выходе промышленного сырца, его групповом и сортовом составе. Обеспечивает выдачу результатов опробования по отдельным пересечениям пегматитовых жил. Полученные результаты позволяют студенту установить соответствие изучаемых жил требованиям промышленных кондиций и выявить зональность ослюденения этих жил.

Все эти модели предназначены для работы в интерактивном диалоговом режиме, при котором инициатива принадлежит компьютеру. На их основе создан ряд автоматизированных обучающих систем (АОС).

1. *Контролирующие-обучающие АОС.* Они обеспечивают контроль подготовленности студента к проведению конкретной стадии геолого-разведочных работ (поисковые работы, поисково-оценочные работы, предварительная разведка, детальная разведка), оценивают правильность принятых им решений, сообщают о допущенных ошибках и дают информацию о рациональной методике изучения объекта, ведут учет ответов студента на каждый вопрос, оценивают по четырехбалльной шкале итоги его работы и предоставляют преподавателю статистическую характеристику работы студента.

2. *Имитационные АОС.* Эти системы имитируют процесс получения геологической информации при проходке скважин и горных выработок, при опробовании полезных ископаемых.

Так, при использовании модели слюдоносной территории после ввода координат устья проектируемой выработки, ее направления и глубины компьютер рассчитывает расстояния до точек встречи содержащихся в модели поверхностей, анализирует полученные результаты и сообщает о встреченных этой выработкой горных породах, тектонических нарушениях и расстояниях до соответствующих геологических границ. При пересечении выработкой пегматитовых жил компьютер сообщает о положении этих пересечений в пространстве, о мощности пегматита и его минеральном составе. При желании может быть выдана также информация о слагающих жилу структурно-минералогических типах пегматита и их мощностях.

При опробовании слюдоносных пегматитов после ввода координат устья и направления выработки компьютер определяет зону, в которой происходит пересечение жилы. Студент получает сообщение о координатах подсечения осевой плоскости жилы, содержании мелкоразмерного мусковита и мусковита-забойного сырца по пересечению. Ограниченность учебного времени не позволяет проводить опробование секционно, хотя созданная модель может выдавать сведения о содержаниях слюды по отдельным пробам длиной 0,5-1,0 м. Если проводится опробование горной выработки, то в дополнение к этому выдается содержание мусковита-промышленного сырца по группам и сортам.

3. *Информационные АОС.* По желанию студента эти системы предоставляют информацию о классификации месторождений изучаемых полезных ископаемых, о требованиях промышленности к качеству минерального сырья, показателях кондиций, о применяемых на практике системах разведки этих полезных ископаемых.

Описанные выше математические модели и автоматизированные обучающие системы позволяют решать следующие задачи учебного процесса:

- Проведение практических занятий по курсу "Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых", включая анализ поисковых предпосылок и признаков, определение перспективных для поисков участков, выбор методов поисковых работ и определение их объема, обнаружение тел полезных ископаемых, их опробование и примерное оконтуривание, определение геолого-промышленного типа обнаруженных объектов и оценку их возможных

перспектив, выбор методики и объемов разведочных работ, оконтуривание тел полезных ископаемых и подсчет запасов минерального сырья.

- Составление курсовых проектов на проведение конкретных стадий геолого-разведочных работ на основе фактических данных, получаемых с помощью соответствующих моделей.
- Научно-исследовательская работа студентов по выбору и обоснованию рациональных разведочных систем, включая экспериментальные работы по сгущению или разрежению разведочных сетей.

Работа в интерактивном режиме с моментальной реакцией ЭВМ на его действия дает студенту ощущение участия в реальном процессе изучения месторождения. Она позволяет гибко и оперативно менять выбранную методику работ в зависимости от получаемых результатов, создает и поддерживает иллюзию реальности происходящего, помогает студенту оценивать правильность и эффективность выбранных им решений и в итоге резко повышает его заинтересованность и способствует выработке и закреплению навыков проектирования и производства геолого-разведочных работ.