

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Московский Государственный Университет  
им. М.В.Ломоносова  
Геологический факультет  
Кафедра геологии, геохимии и экономики  
месторождений полезных ископаемых**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геологического факультета  
МГУ, академик

\_\_\_\_\_ Д.Ю. Пуцаровский  
(подпись)  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2014 г.

**ПРОГРАММА**  
курса повышения квалификации

**“Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с  
использованием компьютерных технологий”.**

для работников горно-металлургических корпораций, геологоразведочных компаний и консалтинговых компаний по направлению геология, горное дело

Составил доцент Ю.А. Малютин  
(тел. 939 47 79)  
Сот.тел.-89057854095  
(e-mail: [malyutin55@mail.ru](mailto:malyutin55@mail.ru))

Москва, 2014

## **1. Цель реализации программы.**

Главной целью реализации программы повышения квалификации является использование на практике сотрудниками горно-металлургических корпораций, геологоразведочных и консалтинговых компаний современных методик оценки ресурсов и запасов, приобретение практических знаний и навыков работы в программах Datamine Studio и NPV Scheduler, а так же знакомство с программами Micromine, Surpac.

Главные задачи курса повышения квалификации состоят в том, чтобы обучающиеся научились на практике применять традиционные и геостатистические способы подсчета ресурсов и запасов месторождений полезных ископаемых и знали основы финансово-экономической оценки месторождений. Сотрудники компаний знакомятся с основами составления и анализа баз данных, овладения приемами ввода данных в программу, основными приемами работы с визуализированными данными, с методиками построения разрезов, погоризонтных планов и трехмерных моделей рудных залежей. Специалисты компаний овладевают традиционными и геостатистическими методами подсчета ресурсов и запасов месторождений, учатся проектировать открытые и подземные горные выработки и учатся составлять финансово-экономические модели развития горнорудных проектов.

## **2. Формализованные результаты обучения.**

Процесс изучения курса повышения квалификации направлен на формирование у сотрудников компаний профессиональных свойств компетентных специалистов.

В результате освоения курса повышения квалификации “Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий” обучающийся должен:

1. Знать: основные традиционные и геостатистические способы подсчета ресурсов и запасов месторождений полезных ископаемых, в том числе основы финансово-экономической оценки месторождений.

2. Уметь: составлять базы данных результатов опробования буровых скважин и горных выработок, создавать каркасные и блоковые модели месторождений, считать ресурсы и запасы месторождений, использовать результаты моделирования для финансово-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, проектировать открытые и подземные горные выработки.

3. Владеть: компьютерными программами Datamine Studio, NPV Scheduler, Micromine, Surpac, Statistic for Windows.

### 3. Содержание дисциплины

#### Учебный план

программы краткосрочного повышения квалификации по программе  
**“Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий”**.

Программа рассчитана для сотрудников горно-металлургических корпораций, геологоразведочных и консалтинговых компаний с отрывом от производства. Срок обучения слушателей курса по программе “Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий” составляет 80 академических часов, или 10 объединенных лекционных и практических занятий, каждое занятие продолжается 8 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)		
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Основы статистики, геостатистики. Работа с базами данных. Способы и виды опробования. Внутренний и внешний контроль. Критерии Стьюдента и Фишера. Проверка данных для моделирования. Формальные проверки. Сопоставление данных разных лет. Сопоставление данных, полученных разными методами опробования. Сопоставление данных, полученных разными методами анализа проб. Ввод базы данных в программу. Ввод в базу	4	4	4

	данных результатов опробования канав и расчисток. Корректировка баз данных перед моделированием.			
2	Открытие результирующего файла скважин. Создание и корректировка легенды, фильтры. Введение в макросы. Знакомство с блоком команд - View Control. Работа с Viewer, изменение проекций, получение разрезов и планов. Знакомство с командами в директории Viewer (команда SET Clipping, команда ADJUST PLANE). Создание модели дневной поверхности – Digital Terrain Model (DTM).	4	4	4
3	Способы оконтуривания рудных тел или зон рудной минерализации. Кондиционные требования к оконтуриванию. Представления о естественном и условном экономическом борте. Знакомство с проблемой ураганных проб. Общие статистические приемы анализа данных. Расчет таблиц встречаемости, гистограммы, кумулятивные гистограммы, оживы. Нормальный и логнормальный законы распределения, распределение Пуассона. Параметры и статистики. Разновидности композитирования проб. Технология создания разрезов в проекциях трехмерных программ.	4	4	4
4	Геологические основы создания вайфреймов.	4	4	4

	<p>Знакомство с технологией создания вайфреймов в программе Datamine Studio. Алгоритмы линкования, таги, команды - String Linking, End link и другие. Boolean операции - wf-merge, wf-union, wf-intersection, wf-difference. Просмотр результатов в визуализаторе программы Datamine Studio. Контроль за созданием вайфреймов, проверка на пересечения, на наличие незамкнутых участков (Verify), расчет объема вайфрейма. Работа по созданию вайфреймов в окне VR.</p>			
5	<p>Параметры поискового эллипсоида. Блочное моделирование. Технология создания прототипа модели (процесс Protom), принципы определения размеров и формы элементарных блоков модели. Технология заполнения элементарными блоками вайфреймов с помощью процессов Wirefill, Trifil. Технология создания блочных моделей рудных тел и блочной модели вскрыши. Знакомство с процессом Seltri, позволяющим обрезать блоковые модели по границам каркасных (вайфреймов) моделей и файлы проб скважин и горных выработок по ограничениям рудных каркасов. Простые способы интерполирования в блоки рудных моделей содержаний компонентов. Технология объединения моделей с</p>	4	4	4

	<p>помощью процесса Addmod. Программные способы подсчета ресурсов полезных ископаемых и определение объемов вскрышных пород. Команды Cory и Extra. Знакомство с процессом TONGRADE и другими, подсчитывающими ресурсы и запасы месторождений.</p>			
6	<p>Практика геостатистики. Основы статистики, коэффициенты корреляции, полиномиальные функции, нормальные уравнения, автокорреляционная функция. Технология расчета вариограмм и коррелограмм. Знакомство с процессами VGRAM и VARFIT. Подбор моделей вариограмм, определение порога вариограммы, зоны влияния и эффекта самородков с помощью процесса VARFIT. Анизотропия. Использование контурной диаграммы для определения анизотропии (Variogram Counturs). Основные способы интерполирования. Метод ближайшего соседа. Метод обратных расстояний. Различные разновидности кригинга. Теоретические модели вариограмм (экспоненциальная модель, сферическая модель, модель Гаусса и другие модели), представления о структурах в вариограммах. Технология интерполяции с помощью кригинга процессом KRG3DB</p>	4	4	4

	<p>и процессом Estimate. Перекрестная проверка модели, процесс Cross Validate.</p> <p>Знакомство с международной системой оценки ресурсов и запасов, гармонизация российской системы оценки запасов с международной системой.</p> <p>Принципы расчета достоверности ресурсов модели. Знакомство с процессом SMU (селективная горная единица).</p>			
7	<p>Оптимизация открытых горных работ с помощью программы NPV Scheduler. Формулы расчета бортового содержания (cut of grade) и условного компонента. Знакомство с алгоритмом Лерча-Гроссмана, и методом сравнения прирезок с граничным коэффициентом вскрыши при расчете границы открытых и подземных работ (расчет оболочки карьера). Этапы отработки карьера (pushbacks). График отработки месторождения по годам. Расчет чистой прибыли после уплаты налогов (NPV), внутренней нормы прибыли (IRR), срока возврата кредита и других экономических показателей эффективности горного проекта. Технология создания моделей открытых горных выработок. Построение дороги в карьере, бермы безопасности. Соединение каркасной модели карьера с топографией. Технология проектирования подземных</p>	4	4	4

	<p>рудников, создание осевых линий выработок. Технология создания каркасов подземных горных выработок.</p> <p>Знакомство с процессом MRO (Mineable Reserves Optimizer), позволяющим найти оптимальные решения для отработки запасов подземным способом.</p>			
8.	<p>Полигональный метод интерполирования, треугольники Делонэ. Метод ближайшего соседа. Метод обратных расстояний.</p> <p>Карты изменений средних и стандартных отклонений, вычисленные с помощью скользящего окна. Геолого-генетические модели и модели поверхности тренда для вычисления для вычисления содержаний в точках пространства. Автокорреляция и вариограммы.</p>	4	4	4
9	<p>Анализ вариограмм. Порог вариограммы, зона влияния. Поведение вариограммы в начале. Эффект включений. Анизотропия. Вложенные структуры на вариограммах.</p> <p>Подбор моделей вариограмм. Разновидности кригинга. Обыкновенный кригинг. Уравнение кригинга.</p>	4	4	4
10	<p>Основы финансово-экономической оценки месторождений. Использование разведочных данных для оценки</p>	4	4	4

	<p> месторождений. Доход  горнодобывающего  предприятия. Схема  образования дохода. Доля  горнодобывающего  предприятия в доходах от  реализации металла. Методы  финансирования горнорудных  проектов. Акционерный  капитал. Заемные методы  финансирования: проектное  финансирование, банковское  (ссудное) финансирование.  Финансово-экономические  расчеты. Основные финансово-  экономические показатели:  период окупаемости, чистая  дисконтированная стоимость  (NPV), внутрифирменная  норма прибыли (IRR).  Временная стоимость денег.  Коэффициент  дисконтирования и  дисконтированный денежный  поток. Коэффициент ренты.  Методика расчета чистой  дисконтированной стоимости.  Методы определения  внутрифирменной нормы  прибыли. Коэффициент  дисконтированной стоимости  (PVR). Индекс рентабельности  (PI). Уточненный период  окупаемости. </p>			
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

#### **4. Учебная программа курса краткосрочного повышения квалификации повышения квалификации**

##### **“Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий”.**

Краткий обзор компьютерных горно-геологических, геологических и других программ. Основные принципы составления баз данных. Обзор компьютерной системы DATAMINE STUDIO 3. Особенности форматов данных (разных типов ASCII файлов с расширениями CSV, TXT и других). Структура файлов баз данных. Особенности организации первичных данных в файлах. The Assay file – файл опробования. Collars file – файл координат устьев скважин, горных выработок. Surveys file – файл данных измерений в скважине (файл данных инклинометрии). The Geology File – файл геологических данных. The Rockpers file – файл координат точек, трассирующих границы пород и рудных тел в пространстве. The Countours file – файл точек определяющих топографию и являющийся основой для создания цифровой модели топографической поверхности DTM (Digital Terrain Model).

Способы и виды опробования. Подготовка данных для моделирования. Контроль качества опробования и качества анализов. Проверка данных для моделирования. Формальные проверки. Сопоставление данных разных лет. Сопоставление данных, полученных разными методами опробования. Сопоставление данных, полученных разными методами анализа проб. Внутренний и внешний контроль. Критерии Стьюдента и Фишера. Корректировка баз данных перед моделированием. Знакомство с инструкцией ГКЗ по внешнему и внутреннему контролю.

Ввод во внутренний формат программы подготовленной ранее базы данных для работы в окне проектирования. Создание учебной базы данных. Знакомство с EXEL, ACCESS, NOTEPAD и другими программами, особенности работы в этих программах.

Импорт ASCII файлов с расширением CSV в программу Datamine Studio с помощью команд InputD и Indata, и через редактор файлов дальнейшее преобразование баз данных для работы в окне проектирования. Операция HOLMER (Merge Downhole Files) - позволяет объединять данные опробования (файл Assay) с информацией о типах пород (файл Geology), которые пересекают скважины или горные выработки. Операция JOIN-позволяет объединять файл опробования скважин и типов пород с файлом, содержащим данные координат устьев скважин или горных выработок. с получением на выходе временного файла. Операция DESERV (Holes3d) – позволяет создать результирующий файл, включающий данные о положении скважины в 3D (трехмерном) пространстве, путем объединения промежуточного файла с файлом данных измерений в скважине и одновременно пересчетом данных инклинометрии для определения

положения каждой точки скважины в трехмерном пространстве. Знакомство с технологией ввода в программу информации по бороздовым пробам канав и любым пробам, взятым на поверхности (команды – Project to wireframe, String to drillhole). Приобретение навыков редактирования файлов в Datamine Studio. Работа с учебными данными.

Работа с информацией в окне проектирования в Datamine Studio. Открытие результирующего файла скважин с данными опробования, файлов точек или стрингов. Создание и корректировка легенды, фильтры. Знакомство с системным контролем, введение в макросы. Знакомство с командой - Snap. Работа с скважинами, с атрибутами скважин, с интервалами опробования, контроль за положением скважин относительно экрана монитора. Знакомство с командой Compositing (объединение интервалов опробования и автоматический пересчет содержаний с учетом кондиций), так же разновидности композитирования - команды Compdh, Compbr, Compdh, Compse для пересчета и объединения интервалов опробования в базе данных. Знакомство с возможностями первичной статистической обработки данных. Современные способы корректировки ураганных проб.

Способы оконтуривания рудных тел или зон рудной минерализации. Кондиционные требования к оконтуриванию. Представления о естественном и условном экономическом борте.

Знакомство с блоком команд - View Control – эти команды контролируют ориентацию, размер, масштаб скважин и привязанных к ним баз данных в трехмерных проекциях. Работа с Viewer, изменение проекций, получение разрезов и планов любой пространственной ориентации по одной точке, двух и трех точек в 3D пространстве. Знакомство с командами в директории Viewer (команда SET Clipping – устанавливает дистанцию просмотра данных, вне этой дистанции все данные скрыты, команда ADJUST PLANE позволяет передвигаться внутри 3D пространства). Редактирование точек и стрингов – линий, соединяющих точки. Редактирование атрибутов точек, их нанесение, передвижение, уничтожение. Сохранение файлов точек и файлов стрингов. Работа с учебными данными.

Создание модели дневной поверхности – Digital Terrain Model. Векторизация растровых образов изолиний поверхности в программах Autocad Map, Easy Trasy. Способы оконтуривания рудных тел или зон рудной минерализации и знакомство с технологией создания вайфреймов - трехмерных каркасных моделей рудных или любых пространственных тел. Знакомство с особенностями применения команды - String Linking, работа над ошибками, знакомство с командами Intersection, Convert Slice, Wireframe Slicing, Wireframe Display. Просмотр результатов в визуализаторе программы Datamine Studio, знакомство с настройками визуализатора. Манипуляции с каркасными моделями, команды wf-merge, wf-union, wf-intersection, wf-difference, позволяющие разделять, объединять каркасные модели, вычитать

одну каркасную модель из другой. Создание трехмерной модели рудной залежи и модели поверхности с использованием учебной базы данных.

Блочное геологическое моделирование в программе Datamine Studio. Технология создания прототипа модели (процесс Protom) – определение ограничений прямоугольного пространства и определение размеров и формы элементарных блоков модели. Технология заполнения элементарными блоками с помощью процессов Wirefill, Trifil всего пространства модели от дневной поверхности до нижних границ распространения рудных зон и замкнутых каркасных моделей, созданных внутри этого пространства, как для рудных тел, так и для разновидностей вмещающих пород. Знакомство с процессом Seltri, позволяющим обрезать блоковые модели, по границам каркасных моделей, например блоковые модели рудных тел по верхней границе ДТМ, а так же ограничивать базу данных опробования замкнутыми границами каркасных моделей рудных тел. Знакомство с интерполяционными возможностями программы. Технология объединения моделей с помощью процесса Addmod, позволяющая соединить все модели в одну. Работа с ураганными значениями компонентов в пробах. Создание учебных блоковых моделей. Особенности работы с пространственно-распределенными данными в блоковых моделях. Анализ пространственной выдержанности. Различные виды представления информации, контурные карты, символные карты, индикаторные карты.

Нерегулярность разведочных сетей. Общее разгруппирование. Полигональное разгруппирование. Разгруппирование ячеек. Местная оценка.

Методы интерполяции: геостатистические методы - метод обратных расстояний (invert power distance), ближайшего соседа (nearest neighbour), кригинг (ordinary kriging). Возможности программы Datamine по подсчету ресурсов. Подсчет ресурсов полезных ископаемых и определение объемов вскрышных пород. Метод стрингов. Метод подсчета ресурсов между стрингами. Подсчет ресурсов в вайфрейме. Анализ компьютерной точности этих методов при подсчете ресурсов. Команды Copy и Extra. Знакомство с процессом TONGRADE.

Практика геостатистики. Теоретические модели вариограмм (линейная модель, сферическая модель, модель Де Вийса и другие модели), представления об одноструктурных, двухструктурных и трехструктурных вариограммах. Различные разновидности кригинга. Технология расчета вариограмм. Знакомство с процессами VGRAM и VARFIT. Подбор моделей вариограмм, определение порога вариограммы, зоны влияния и эффекта самородков с помощью процесса VARFIT. Анизотропия. Использование контурной диаграммы для определения анизотропии (Variogram Counturs). Технология интерполяции с помощью кригинга процессом KRG3DB и процессом Estimate. Знакомство с перекрестной проверкой, с процессом Cross Validate

Принципы расчета достоверности ресурсов модели. Знакомство с процессом SMU (селективная горная единица).

Подготовка блоковой модели к оптимизации в программе NPV Scheduler.

Принципы создания экономической модели месторождения. Принципы расчета бортового содержания (cutoff grade) и алгоритм расчета условного компонента. Знакомство с алгоритмом Лерча-Гроссмана, и методом сравнения прирезок с граничным коэффициентом вскрыши при расчете границы открытых и подземных работ (расчет оболочки карьера). Этапы отработки карьера (pushbacks). График отработки месторождения по годам. Расчет чистой прибыли после уплаты налогов (NPV), внутренней нормы прибыли (IRR), срока возврата кредита и других экономических показателей эффективности горного проекта. Технология создания моделей открытых горных выработок. Построение дороги в карьере, бермы безопасности. Соединение каркасной модели карьера с топографией. Технология проектирования подземных рудников, создание осевых линий выработок. Технология создания каркасов подземных горных выработок.

Знакомство с процессом MRO (Mineable Reserves Optimizer), позволяющим найти оптимальные решения для отработки запасов подземным способом.

Международная классификация запасов и гармонизация ее с внутренней классификацией запасов. Международные нормы отчетности. Биржи. Кодексы отчетности. Оценка и составление отчетов о запасах. Основные ошибки оценок.

Эксплуатация. Опережающая эксплоразведка. Сопровождающая эксплоразведка. Сопоставления (RECONCILIATION). Основные проблемы. Смещение оценок. Эффект регрессии. Связь объем-изменчивость. Эффект самородков. Разница распределения в блоках и пробах. Основные параметры. Размер блоков. Бортовое содержание (cutoff grade). Ураганные содержания. Тоннаж. Стандартизация факторов Rio Tinto. Стандартизация факторов ВМА.

Знакомство с программами Micromine, Surpac.

Полигональный метод интерполирования, треугольники Делонэ. Метод ближайшего соседа. Метод обратных расстояний.

Карты изменений средних и стандартных отклонений, вычисленные с помощью скользящего окна. Геолого-генетические модели и модели поверхности тренда для вычисления содержаний в точках пространства. Автокорреляция и вариограммы.

Анализ вариограмм. Порог вариограммы, зона влияния. Поведение вариограммы в начале. Эффект включений. Анизотропия. Вложенные структуры на вариограммах. Направленные вариограммы.

Подбор моделей вариограмм. Разновидности кригинга. Обыкновенный кригинг. Уравнение кригинга. Ординарный кригинг. Стратегии поиска. Перекрестная поверка. Эффект основания. Смещенные оценки. Моделирование условий. Анализ геологических рисков.

Основы финансово-экономической оценки месторождений. Использование разведочных данных для оценки месторождений. Разубоживание, степень извлечения руды при добыче, извлекаемость металла

на перерабатывающем предприятии. Коэффициент извлечения массы и коэффициент обогащения.

Доход горнодобывающего предприятия. Схема образования дохода. Доля горнодобывающего предприятия в доходах от реализации металла. Примеры приблизительных расчетов доходов и чистой прибыли добывающей компании.

Срок отработки месторождения. Формула Тейлора для определения оптимальной продолжительности работы рудника. Сроки эксплуатации рудника и его производительность.

Капитальные вложения и производственные расходы горнодобывающего предприятия. Инфляционная поправка к капитальным затратам и производственным расходам, «постоянные» и «текущие» деньги. Индексы цен на капитальное оборудование. Использование минимального промышленного содержания и регрессионного анализа для определения производственных расходов проектируемого предприятия. Приблизительные расчеты при оценке минеральных месторождений (варианты подземного и открытого способов разработки). Затраты на переработку руды и транспортировку.

Методы финансирования горнорудных проектов. Акционерный капитал. Заемные методы финансирования: проектное финансирование, банковское (ссудное) финансирование. Другие методы заемного финансирования (лизинг, оплата продукцией, кредиты поставщика, кредиты в виде металла, налоговые скидки, правительственные экспортные поставки).

Горнодобывающая промышленность и истощение недр. Налогообложение предприятий горной промышленности. Налог на производство. Налог на прибыль. Налог на горный отвод. Прочие налоги.

Финансово-экономические расчеты. Основные финансово-экономические показатели: период окупаемости, чистая дисконтированная стоимость (NPV), внутрифирменная норма прибыли (IRR). Временная стоимость денег. Коэффициент дисконтирования и дисконтированный денежный поток. Коэффициент ренты. Методика расчета чистой дисконтированной стоимости. Методы определения внутрифирменной нормы прибыли. Коэффициент дисконтированной стоимости (PVR). Индекс рентабельности (PI). Уточненный период окупаемости.

Финансовый анализ горнорудного проекта. Динамика доходов горнодобывающего предприятия. Построение таблицы денежных потоков. Примеры финансово-экономической оценки месторождений. Финансовый анализ с учетом инфляции.

Предварительная технико-экономическая оценка месторождения. Окончательный технико-экономический расчет.

Относительная жизнеспособность проектов. Сравнение месторождений по содержаниям металлов и запасам. Добычные объекты на границе жизнеспособности; диаграммы «содержание – запасы» и «содержание – производительность». Сравнение объектов по экономическим показателям.

Расчет критических величин, при которых достигается безубыточность (самоокупаемость) проекта (одноэлементные и многоэлементные месторождения); кривые безубыточности.

Планирование добычи и его влияние на экономические показатели рудника (минимально-промышленное содержание при подземном и открытом способах разработки; предельное отношение «порода:руда», линейная оптимизация).

Оценка горнорудных проектов. Анализ дисконтированных денежных потоков. Неопределенность капиталовложений, анализ степени риска по трем вариантам. Анализ чувствительности проекта. Факторы риска в горнорудных проектах: ошибки в подсчете запасов, задержки с завершением проектов и последующие задержки в получении доходов, перерасход капитальных затрат, технические неполадки оборудования, финансовая несостоятельность главного подрядчика, вмешательство государства в управление проектом, экспроприация собственности правительством, плохое управление, экологические проблемы, трудовые конфликты. Риски, связанные с колебаниями курсов валют, спроса и предложения на рынке, цен на металлы. Инфляция и ее влияние на внутрифирменную норму прибыли.

Участие в горнорудных проектах. Изменение доли участия. Участие иностранного капитала в горнорудных проектах. Основные критерии, используемые иностранными инвесторами.

Наличие учебной программы носит рекомендательный характер, определяется объемом программы, требованиями заказчика

## **5. Материально-технические условия реализации программы.**

При реализации программы дисциплины “Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий” используются различные образовательные технологии. Занятия проводятся в виде лекций и практических занятий с использованием ПК, и компьютерного проектора и компьютеров в компьютерном классе. Для материально-технического обеспечения дисциплины “Основы геостатистики” используются специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, компьютерный класс, читальный зал библиотеки геологического факультета МГУ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение программы**

Во время самостоятельных занятий обучающиеся изучают литературные источники по моделированию вне компьютерного класса.

### Основная литература

1. Хилл Д., Дергачев А.Л. Финансово-экономическая оценка месторождений. Москва. МГУ, 2004г.
2. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд. Л.Недра,1980.

3. Капутин Ю.Е. Моделирование месторождений и оценка ресурсов с использованием Студии 3. Учебный курс. С-Петербург -2007.
4. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. С-Петербург -2002.
5. Капутин Ю.Е. Информационные технологии и экономическая оценка горных проектов (для горных инженеров). С-Петербург -2008.

## 7. Требования к результатам обучения

По итогам обучения на курсах повышения квалификации “Моделирование, геолого-экономический анализ месторождений с использованием компьютерных технологий” проводится опрос.

Примеры контрольных вопросов:

1. Особенности структуры базы данных.
2. Особенности ввода базы данных в программу.
3. Особенности создания каркасов и ДТМ.
4. Особенности создания блоковых моделей.
5. Методы интерполяции: метод ближайшего соседа и метод обратных расстояний.
6. Методы интерполяции: обычный кригинг.
7. Построение вариограмм и их анализ.
8. Подготовка модели к оптимизации.
9. Международная классификация запасов.
10. Принципы построения вариограмм.

## 8. Составители программы

МГУ имени М.В. Ломоносова	Профессор	В.И. Старостин
Геологический факультет		

Доцент	Ю.А. Малютин
--------	--------------

## Эксперты:

МГУ имени М.В. Ломоносова	Зам. проректора	Е.В. Караваева
ФГУП «ЦНИГРИ»	Зав. отделом, д.г.-м.н.	Г.В. Ручкин

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета по геологии УМО по классическому университетскому образованию.