

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ “КРЕДО-ДИАЛОГ”



CREDO

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ ИНЖЕНЕРНЫХ
ИЗЫСКАНИЙ, ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕСТНОСТИ,
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕНПЛАНОВ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

ТОМ 3

CREDO_GEO

ОБЪЕМНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ

Книга 1

Описание системы CREDO_GEO

МИНСК

1999 г.

☐ **ТОМ А. “Общие сведения”.**

ТОМ 1. “CREDO_DAT – система камеральной обработки инженерно - геодезических работ”.

☐ Книга 1. “Инженерно-геодезические и землеустроительные работы”.

☐ Книга 2. “Подсистема обработки линейных изысканий.
Профили трубопроводов”.

ТОМ 2. “CREDO_TER – Цифровая модель местности”.

☐ Книга 1. “Система создания и использования ЦММ”.

☐ Книга 2. “Редактор условных знаков”.

ТОМ 3. “CREDO_GEO – Объемная геологическая модель местности”.

☒ Книга 1. “Описание системы CREDO_GEO”.

☐ Книга 2. “Руководство Пользователя”.

ТОМ 4. “CREDO_PRO – Геометрическое проектирование”.

☐ Книга 1. “Описание системы CREDO_PRO”.

☐ Книга 2. “Руководство Пользователя”.

ТОМ 5. “CAD_CREDO – Система проектирования автомобильных дорог”.

☐ Книга 1. “Руководство Пользователя”.

☐ Книга 2. “Дополнительные задачи CAD_CREDO”.

☐ **ТОМ 6. “CREDO_SR – Система обработки геодезических данных для 2D, 3D сейсморазведки”.**

ТОМ 7. “CREDO_MIX – Цифровая модель проекта”.

☐ Книга 1. “Описание системы CREDO_MIX”.

☐ Книга 2. “Руководство Пользователя”.

Содержание

Глава 1. Введение	5
Преимущества использования системы CREDO_GEO	6
Глава 2. Описание системы CREDO_GEO	9
Назначение системы CREDO_GEO	9
Структура системы CREDO_GEO	10
Подгрузка ЦММ и плановой геометрии объекта	10
Подгрузка данных по ЦММ	11
Подгрузка плановой геометрии объекта	11
Взаимодействие данных CREDO_GEO в комплексе CREDO	12
Ввод исходных данных	13
Данные по грунтам	13
Данные по выработкам	14
Данные по разрезам	15
Создание и корректировка ОГМ	16
Назначение	17
Проблемы создания ОГМ	17
Структура ОГМ	18
Информационный раздел	18
Методический раздел	20
Организационный раздел	27
Корректировка ОГМ	27
Построение чертежей и экспорт данных	57
Создание чертежа колонки	57
Создание чертежа разреза	57
Экспорт данных в систему CAD_CREDO	60
Экспорт данных в системы CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX	61
Возможности и ограничения системы CREDO_GEO	61
Методические ограничения	61
Физические ограничения	62
Неструктурированные данные (НД)	63
НД для каждого элемента списка грунтов	64
НД для каждой исходной выработки	64
НД на весь объект	64
Конфигурация системы	65
Структура CNF-файлов	66

Глава 3. Доработка чертежей в системе AutoCAD	67
Загрузка приложения в AutoCAD R12, R14	67
Загрузка чертежа разреза, колонки, схемы выработок	68
Описание меню (AutoCAD R14)	68
Слои	69
Элементы чертежа разреза	69
Работа с функциями меню "Разрезы"	71
Подготовить разрез	71
Проставить генезис ИГЭ	71
Проставить номера ИГЭ	72
Изменить границу слоя	72
Уровень высокой воды	73
Показать тип грунта	74
Штриховка слоя грунта	74
Штриховка исходным типом	75
Штриховка заданным типом	76
Заменить на пунктирную	76
Удаление красных линий	77
Штриховка слоя колонки	78
Приложение А. Описание структуры открытого обменного формата	79
Раздел данных по грунтам	79
Раздел данных по выработкам	80
Приложение В. Типы штриховок для системы AutoCAD R10,...,14	82
Типы штриховок, наиболее близкие к условным обозначениям, принятым в ГОСТ 21.302-96	83
Осадочные грунты	83
Искусственные грунты	86
Интрузивные (глубинные) грунты	86
Эффузивные (излившиеся) грунты	87
Метаморфические грунты	88
Дополнительные типы штриховок	89
Штриховки, разработанные для ЛенМетроГипроТранса	91
Штриховки, разработанные для СургутНИПИНефти	92
Штриховки, разработанные для УралГипроТранса	92
Исходные типы штриховок систем AutoCAD R10,...,14	93

Глава 1. Введение

Система CREDO_GEO представляет собой программу, предназначенную для построения чертежей инженерно-геологических разрезов и колонок, а также создания объемной геологической модели местности и экспорта её в проектирующие системы.

Система предназначена для эксплуатации в изыскательских организациях и филиалах, изыскательских подразделениях проектных институтов, производственных подразделениях (геослужбах) крупных строительных организаций, в учебных заведениях для ведения учебного процесса.

Система разработана для установки и эксплуатации на персональном компьютере типа IBM PC, или совместимом с ним, следующей конфигурации:

- процессор 80386 и выше;
- объем оперативной памяти не менее 4 Мб;
- объем дисковой памяти, занимаемый системой CREDO_GEO, 3,5Мб;
- монитор VGA;
- манипулятор “мышь” типа IBM Mouse;
- операционная система MS DOS 3.30 и выше.

Вывод созданных чертежей на бумагу может осуществляться через любую графическую программу, импортирующую данные в формате DXF. Обычно для этого используется система AutoCAD версий 10, 12, 14.

Система CREDO_GEO рассчитана на использование специалистом, имеющим геологическое образование любого уровня. Для начала работы Пользователю достаточно иметь общие знания об устройстве компьютера и файловой структуре операционной системы DOS.

Система может эксплуатироваться как самостоятельный программный продукт, однако наиболее эффективно использование системы в составе комплекса обработки изысканий и проектирования CREDO, включающего следующие системы:

- CREDO_DAT – геодезические работы;
- CREDO_TER – создание цифровой модели местности;
- CREDO_PRO – геометрическое проектирование на местности;
- CREDO_MIX - комплексное моделирование;
- CAD_CREDO – проектирование автомобильных дорог.

Преимущества использования системы CREDO_GEO

Преимущества в отличии от “ручного” выпуска чертежей разрезов и колонок :

- увеличение скорости выпуска чертежей подготовленным специалистом в среднем в 2-4 раза;
- увеличение качества выходной документации: чертежи разрезов и колонок создаются в стандарте системы AutoCAD и могут передаваться заказчикам на машинных носителях;
- автоматическая увязка и прорисовка пересечений разрезов;
- увеличение достоверности построенных разрезов за счет создания и использования объемной геологической модели местности;
- освобождение специалиста от выполнения рутинных чертежных операций;
- внедрение “безбумажной” технологии выпуска документации в процессе проектирования.

Преимущества использования системы в отличии от работы с геологическим модулем в системах CAD_CREDO, CREDO_LIN:

- создание объемной геологической модели местности, позволяющей вести многовариантное проектирование трассы, без корректировки и повторного ввода данных по геологии;
- создание чертежей геологических колонок;
- построение инженерно-геологических разрезов по поперечникам;
- построение разрезов не только по трассе, но и по выработкам и произвольным точкам на площадке;
- построение на разрезах снесенных выработок;
- большой объем исходных данных по выработкам (гидрогеология, консистенция, опробование, различные виды зондировок) и грунтам, автоматически вычерчиваемых на чертежах разрезов;
- неограниченное количество выработок на разрезах;
- качественно новые способы корректировки разрезов;
- одновременный просмотр и корректировка нескольких разрезов;
- организация интерфейса аналогичная другим системам комплекса CREDO.

Указанные преимущества системы опираются на **уникальную** методику создания и корректировки объемной геологической модели местности (ОГМ). Разработка методики была начата в 1990 году и последовательно опробована и отработана в трех версиях программного продукта в большом числе проектно-изыскательских организаций. Система CREDO_GEO является очередным шагом в развитии методики создания и корректировки объемной геологической модели.

Уникальность методики заключается в следующих особенностях:

- объемная геологическая модель местности не является жесткой или единственной на площадке, методика позволяет создавать на одинаковых исходных данных несколько моделей, в зависимости от взглядов, опыта и интеллекта конкретного специалиста;
- методика корректировки основана на некоторых абстрактных понятиях, без изучения и понимания которых специалисту будет не просто освоить методы корректировки объемной геологической модели местности;
- методика не имеет действующих аналогов или прототипов и до настоящего времени не преподается в учебных заведениях.

Настоящее Руководство преследует цели:

- описание теоретической основы методики создания и корректировки ОГМ, построения чертежей инженерно-геологических разрезов;
- ускоренная подготовка специалиста для работы в системе на конкретном примере;
- предоставление полного справочного пособия по работе в системе.

<p>Пользователю НАСТОЯТЕЛЬНО РЕКОМЕНДУЕТСЯ ознакомление с данным описанием, так как без понимания основ создания и корректировки объемной геологической модели эффективное использование системы CREDO_GEO будет затруднено!!!</p>

Глава 2. Описание системы CREDO_GEO

Назначение системы CREDO_GEO

Система CREDO_GEO предназначена для эффективного решения специалистом-геологом следующих задач:

- построения чертежей литологических колонок;
- построение чертежей интерполированных колонок в произвольной точке;
- построения чертежей инженерно-геологических разрезов произвольной геометрии в плане (по выработкам, по трассам, по заданным точкам);
- создания списка условных обозначений грунтов, выделенных на разрезе;
- построение плана опробования в изолиниях;
- экспорта геологической информации по заданной геометрии в систему обработки линейных изысканий и проектирования автодорог CAD_CREDO;
- экспорта данных по геологии площадки в системы CREDO_TER, CREDO_MIX и CREDO_PRO;
- экспорта данных по геологии в ASCII-файлы открытого обменного формата.

Структура системы CREDO_GEO

Структура системы определяется общей последовательностью основных этапов решения вышеуказанных задач, представленной на Рис.1.

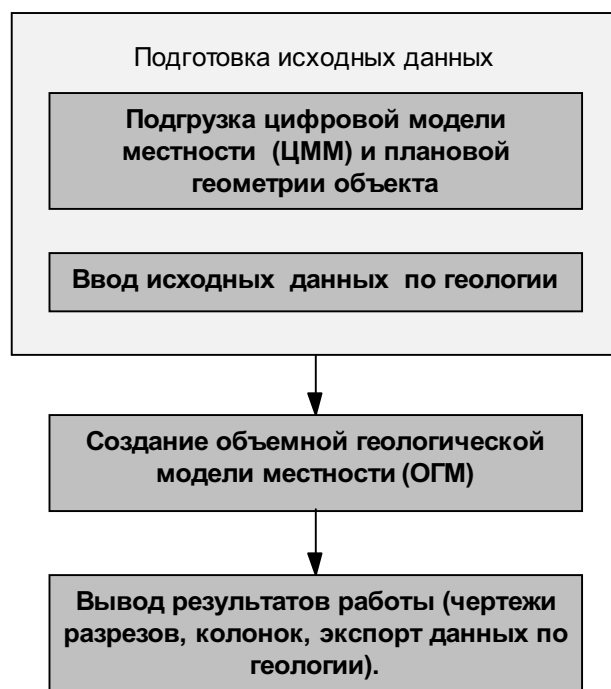


Рис. 1 Общая схема работы системы CREDO_GEO

Данная схема представляет полную последовательность выполняемых действий, которая не является жесткой или непрерывной. В любой момент работы можно вернуться к выполнению предыдущего этапа.

Следующие этапы работы могут быть пропущены:

- при отсутствии данных по ЦММ возможна работа с системой безподгрузки ЦММ и плановой геометрии объекта;
- для создания чертежа литологической колонки нет необходимости создавать объемную геологическую модель местности.

Далее подробно рассматривается каждый этап работы.

Подгрузка ЦММ и плановой геометрии объекта

В системе CREDO_GEO активно используются данные по цифровой модели местности, создаваемые в системе CREDO_TER, CREDO_MIX, и данные по плановой геометрии проектируемого объекта, создаваемые в системах CREDO_PRO и CAD_CREDO.

При отсутствии предварительно подготовленной вышеуказанной информации, либо в случае автономного использования системы данный этап работы может быть пропущен.

Подгрузка данных по ЦММ

Данные по цифровой модели местности, в общем, состоят из двух разделов:

1. **Цифровой модели рельефа (ЦМР).** ЦМР создается на основе точек рельефа, находящихся внутри замкнутых рельефных контуров. Внутри каждого контура создается и корректируется Пользователем триангуляционная сеть, на основе которой создается поверхность рельефа и прорисовываются горизонтالي. При созданной поверхности рельефа в любой точке площадки внутри контура может быть вычислена отметка рельефа;
2. **Цифровой модели ситуации (ЦМС).** ЦМС создается на основе ситуационных точек, на которых может находиться соответствующий точечный или линейный условный знак. На точках может создаваться система замкнутых ситуационных контуров, каждый из которых внутри может закрашиваться заданным цветом и заполняться соответствующим набором точечных условных знаков. Кроме точечных, линейных и площадных элементов на ЦМС могут создаваться необходимые надписи и блоки текста.

ЦМР и ЦМС позволяют создавать и корректировать весь состав информации необходимой для создания законченных топографических планов и построения продольных и поперечных профилей по линейным сооружениям. Более подробно о составе и структуре ЦММ см. ТОМ 2 - CREDO_TER - ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ.

Подгрузка данных по ЦММ, создаваемой в системе CREDO_TER, производится для выполнения следующих задач:

- предоставление подготовленного топоплана для удобной и эффективной работы;
- корректировка дневной поверхности разрезов по цифровой модели рельефа;
- определение абсолютной отметки устья выработок по заданным координатам в плане;
- привязка устья выработки по ранее подготовленным точкам на плане или по привязке к существующей трассе;
- определение геометрии разрезов по заданным точкам на плане;
- дополнения топоплана условными знаками и наименованиями выработок.

При работе в системе из комплекса CREDO подгрузка ЦММ производится автоматически. Прорисовка ЦММ и расчет отметки рельефа в искомой точке производятся абсолютно идентично соответствующим действиям в системе CREDO_TER, без какой-либо потери информации. При добавлении исходных выработок цифровая модель ситуации дополняется соответствующими условными знаками и текстовыми надписями. Измененная ЦММ может быть сохранена для последующей работы в системах CREDO_TER и CREDO_PRO.

Подгрузка плановой геометрии объекта

Плановая геометрия проектируемого объекта, создаваемого в системе CREDO_PRO, опирается на следующие основные данные:

- базовые точки на плане;
- базовые геометрические элементы (линии, окружности, клотоиды), создаваемые на точках;

- видимые геометрические элементы, являющиеся частями базовых элементов, и имеющие соответствующие параметры прорисовки на плане;
- объекты (трассы), создаваемые на сопряженных базовых геометрических элементах.

Существующий набор геометрических инструментов позволяет создавать на плане площадки объекты или трассы произвольной сложности. Более подробно о составе и структуре плановой геометрии объекта см. **ТОМ 4 - CREDO_PRO - ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.**

Плановая геометрия автомобильной дороги, проектируемой в системе **CAD_CREDO**, представляет собой геометрию трассы, состоящей из сопряженных прямых участков, круговых и переходных кривых.

Подгрузка плановой геометрии объекта, создаваемого в системах **CREDO_PRO** и **CAD_CREDO**, выполняется для решения следующих задач:

- получение координат устья выработки по привязке к трассе;
- создание и корректировка разрезов по трассе, элементу трассы и поперечнику к трассе.

При работе в системе из комплекса **CREDO** подгрузка плановой геометрии, созданной в **CREDO_PRO**, производится автоматически. Подгрузка геометрии трасс, созданных в системе **CAD_CREDO**, выполняется при необходимости. Прорисовка плановой геометрии производится также как и в системе **CREDO_PRO**. Каких-либо изменений в плановую геометрию проектируемых объектов при работе в **CREDO_GEO** не вносится.

Взаимодействие данных CREDO_GEO в комплексе CREDO

Общая схема взаимодействия данных системы **CREDO_GEO** с другими системами комплекса **CREDO** представлено в табл.1.

Таблица 1.

Система	Экспорт в CREDO_GEO	Импорт из CREDO_GEO
CREDO_TER CREDO_MIX	Топоплан площадки Цифровая модель рельефа	Выработки на плане площадки
CREDO_PRO	Геометрия трасс в плане	Геология по заданным трассам
CAD_CREDO	Геометрия трасс в плане	Геология по заданным трассам

Экспорт геологии по заданным трассам в системы **CREDO_PRO**, **CREDO_TER**, **CREDO_MIX** производится автоматически, т.е. при наличии данных по геологии на площадке и построении профиля по трассе автоматически прорисовывается инженерно-геологический разрез. Правила построения разрезов в **CREDO_PRO** соответствуют системе **CREDO_GEO** и приведены ниже.

Экспорт геологии по заданной трассе в систему **CAD_CREDO** производится в определенном формате, но правила построения разрезов, структура и размерность исходных данных по геологии в **CAD_CREDO** отличаются от системы **CREDO_GEO**. Качество разрезов, построенных при экспорте в **CAD_CREDO** уменьшается.

Ввод исходных данных

Под *исходными данными* понимается совокупность информации, необходимой для создания чертежей инженерно-геологических разрезов и колонок, экспорта геологии в другие системы.

Структура и взаимодействие исходных данных представлена на Рис.2.

Данные по грунтам

Этот вид исходной информации соответствует принятым в геологии понятиям:

- “**легенда**” для регионов, районов;
- “**условные обозначения**” к картам, разрезам, схемам.

Данные по грунтам представляют собой два списка грунтов – *глобальный* (“легенда”) и *локальный* (“условные обозначения”) *списки грунтов*. Оба списка состоят из неограниченного числа элементов, имеющих идентичную структуру. Под элементом списка понимается какой-либо тип грунта. Последовательность расположения элементов в списках грунтов не зависит от возраста и генетического типа грунта, хотя, для удобства работы, желательно соблюдать при создании списков грунтов правила построения стратиграфической колонки.

Локальный список грунтов описывает данные по грунтам, выделенным на текущей площадке. Для каждого объекта создается свой локальный список грунтов. Литологические колонки исходных выработок составляются из элементов локального списка грунтов, поэтому наличие локального списка при работе в системе является **ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ**.

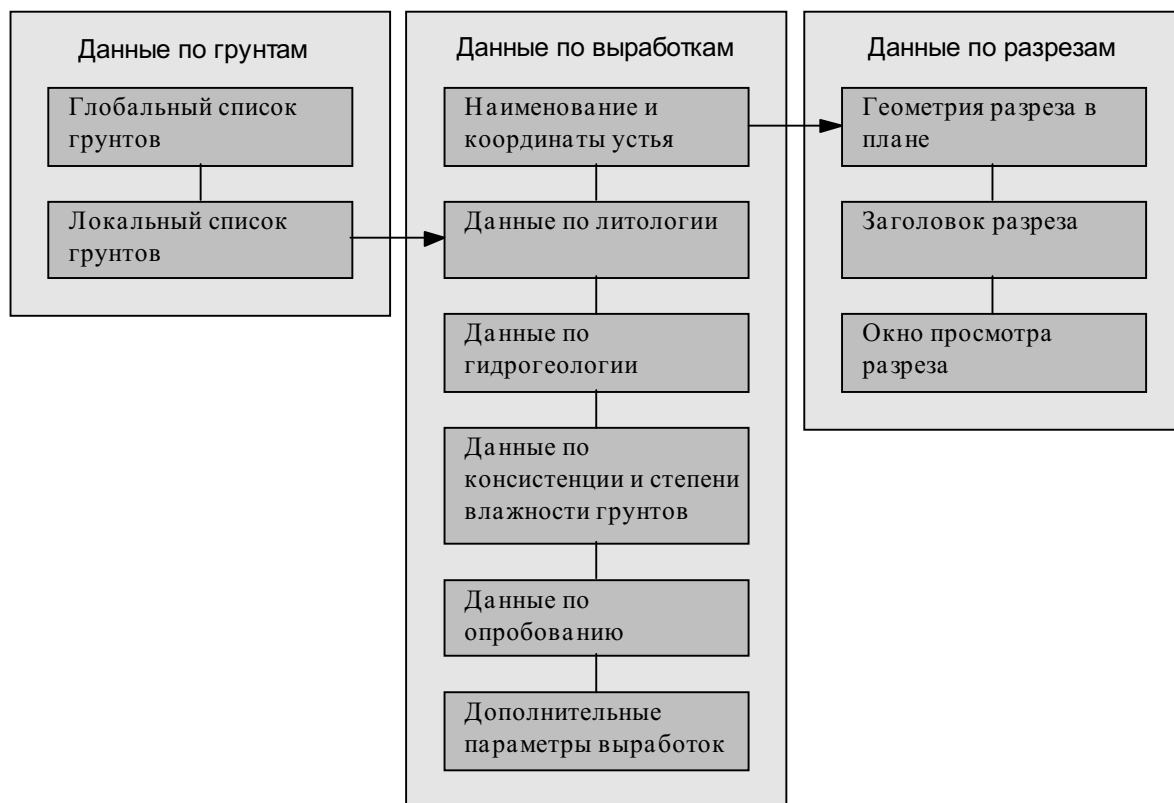


Рис. 2 Общая структура и взаимодействие исходных данных

Глобальный список грунтов является необязательным при работе, но его использование существенно облегчает создание локальных списков грунтов. Удобство применения глобального списка заключается в том, что он может использоваться для создания локального списка грунтов на многих объектах. Глобальный список является своеобразным классификатором грунтов по региону, созданным в соответствии с принятыми в данном регионе стандартами или нормативами. Пользователь может создавать и использовать неограниченное число глобальных списков.

Структура данных по элементу списков грунтов состоит из следующих разделов:

- краткое и полное наименование грунта. Краткое наименование используется для идентификации грунта при работе в системе. Полное наименование используется при создании чертежа колонки и списка условных обозначений;
- генезис и номер инженерно-геологического элемента (ИГЭ). Генезис грунта может содержать верхний и нижний индексы. Номер ИГЭ может содержать буквенные индексы. Генезис и номер используются для идентификации грунта при работе в системе и при создании чертежей колонок, разрезов и списка условных обозначений;
- цвет прорисовки и тип штриховки грунта. При штриховке слоев в системе AutoCAD на чертеже разреза по умолчанию принимаются установленные Пользователем в системе CREDO_GEO цвет и тип штриховки для данного грунта. Для грунтов применяются типы штриховок соответствующие принятым условным обозначениям в ГОСТ 21.302-96. Кроме того, для некоторых организаций добавлены специальные виды штриховок;
- тип прорисовки слоя в системе CREDO_GEO. Тип прорисовки представляет собою настраиваемую Пользователем условную штриховку грунта, используемую только в системе CREDO_GEO;
- неструктурированные данные по элементу. Описание назначения и типа неструктурированных данных приведено в разделе “Возможности и ограничения системы CREDO_GEO”.

Данные по выработкам

Данные по выработкам являются основным звеном в создании объемной геологической модели местности. Количество исходных выработок на каждом объекте ограничено размерами оперативной памяти используемого компьютера и может достигать нескольких тысяч выработок на площадке.

Структура данных по выработкам состоит из следующих разделов:

- координаты устья выработки;
- наименование и даты проходки выработки;
- условный знак для прорисовки выработки на плане площадки. Список типов условных знаков доступен для добавления и корректировки Пользователем;
- литология по выработке, включающая до пятидесяти слоев. Тип грунта для слоя выбирается из введенного локального списка грунтов. Литологическое описание каждого слоя грунта изначально принимается по краткому или полному наименованию элемента списка грунтов. При необходимости можно ввести полное описание слоя, содержащее неограниченное количество строк;
- гидрогеология по выработке, включающая до восьми горизонтов подземных вод с отметками и датами появившегося и установившегося уровня;

- консистенция глинистых грунтов или степень влажности песчаных грунтов. Данные по интервалу состоят из глубин начала и конца интервала и типа консистенции или влажности, принимаемой в соответствии с ГОСТ 21.302-96;
- опробование в выработке, содержащее данные двух видов:
 - дискретные пробы различных типов (нарушенной, ненарушенной структуры, пробы воды и т.д.). Дискретные пробы могут иметь наименование, глубины отбора и тип условного знака для прорисовки на чертеже колонки или разреза;
 - замеры в выработке (графики статического и динамического зондирования, температуры, влажности и т.д.). Каждый замер содержит глубину и значение. Каждый тип замеров имеет наименование, единицы измерения, размер, цвет и тип прорисовки на экране или чертеже (значения, график, эпюра);
- параметры, определяющие влияние выработки на создание объемной геологической модели и построение чертежей разрезов;
- неструктурированные данные по выработке. Описание их назначения и типа приведено в разделе “Возможности и ограничения системы CREDO_GEO”.

Данные по разрезам

В системе CREDO_GEO создаются вертикальные инженерно-геологические разрезы, количество которых не ограничивается.

Данные по разрезам состоят из следующих разделов:

- геометрия разреза, представляющая собой последовательность точек в плане площадки, по которым строится разрез. Геометрия разреза может создаваться либо автоматически по выбранной трассе, либо по заданным Пользователем точкам. Задаваемые точки геометрии разреза могут опираться как на исходные выработки, так и на произвольные точки площадки. Количество точек геометрии разреза не ограничивается. Каждый элемент геометрии разреза содержит координаты точки, а по трассам и ее пикетаж. Для разрезов, созданных по криволинейным элементам трасс, пикетаж точек геометрии разреза учитывает соответствующие длины криволинейных элементов. В разрезах, создаваемых Пользователем, пикетаж создается по длинам прямолинейных отрезков, соединяющих последовательные точки.
- заголовок разреза, включающий наименование разреза и ряд дополнительных параметров, определяющих характер его построения;
- окно просмотра разреза на экране. Для удобства просмотра и корректировки разрезов Пользователь может определить окна просмотра разрезов на экране. Если окно просмотра не задано, то его размеры устанавливаются по умолчанию;

Создание и корректировка ОГМ

В настоящее время в существующих технологиях проектирования объектов гражданского и промышленного назначения геологическое строение площадки представляется в виде чертежей вертикальных инженерно-геологических разрезов, построенных по данным горных выработок. Основным содержанием чертежей разрезов является пространственное расположение геолого-литологических границ слоев разных типов грунтов, позволяющих определить тип и мощность грунта в любой точке разреза.

Традиционное представление геологии имеет следующие недостатки:

- геометрия построенных разрезов в плане может отличаться от плана проектируемой трассы или линии фундамента, что вносит погрешность в определение геологического строения по проектируемому объекту;
- при многовариантном проектировании получение геологической модели для ювого положения объекта затруднительно, т.к. требует либо проведения дополнительных изысканий, либо построения дополнительных разрезов по точкам пересечения с уже построенными разрезами;
- принятый вид представления геологического строения на чертежах разрезов практически не позволяет применять технологии автоматизированного проектирования без существенного уменьшения точности и корректности расчетов, опирающихся на геологическую информацию.

Указанные недостатки традиционного представления геологического строения площадки определяют необходимость создания и использования в проектировании автоматизированной объемной геологической модели местности (ОГМ).

Объемная геологическая модель местности — информационная система, описывающая геологическое строение площадки. Под геологическим строением площадки в системе CREDO_GEO понимается совокупность геологической информации по любой точке, находящейся внутри некоторой части пространства, называемой *геологическим пространством* площадки. Геологическое пространство располагается между поверхностью рельефа и поверхностью изученности площадки по глубине и не ограничено размерами площадки в плане.

Поверхность рельефа определяется данными по цифровой модели рельефа (ЦМР), создаваемыми в системах CREDO_TER и CREDO_MIX и используемыми в системе CREDO_GEO. При отсутствии данных по ЦМР поверхность рельефа принимается по поверхностям кровли верхних литологических слоев на площадке.

Поверхность изученности площадки по глубине создается на основе данных по глубинам литологических колонок исходных выработок, состоит из поверхностей подошв нижних слоев и может корректироваться Пользователем.

Назначение

Целью использования ОГМ является получение прогнозируемой информации по геологическому строению площадки, т.е.:

- определение типа грунта в произвольной точке пространства по заданным координатам X,Y,Z;
- определение мощностей и типов грунтов, составляющих литологическую колонку, в произвольной точке на плане площадки;
- определение границ между слоями различных типов грунтов в произвольной вертикальной плоскости на площадке.

Проблемы создания ОГМ

В настоящее время не существует каких-либо “стандартных” объемных моделей геологического строения местности, что обусловлено следующими факторами:

- отсутствие общепринятой концепции создания объемной геологической модели местности;
- отсутствие единой формализованной методики, описывающей границы между слоями различных типов грунтов;
- недостаточность исходной информации, т.е. литологических колонок выработок, для однозначного автоматического определения геологического строения площадки. Вследствие недостатка исходной информации создание корректного представления геологического строения площадки требует участия специалиста-геолога в процессе создания ОГМ и наличия инструмента для ее корректировки.

Наиболее распространенным видом объемного представления геологического строения площадки являются блок-диаграммы, показывающие аксонометрическую проекцию сетки пересекающихся вертикальных разрезов. Однако блок-диаграммы, в общем, нельзя называть объемной геологической моделью площадки, т.к. они не могут описывать литологической колонки в произвольной точке площадки.

В последнее время наиболее часто появляются примеры создания ОГМ, основанных на построении триангуляционной сети по исходным выработкам. Данные модели имеют ряд существенных недостатков, связанных с видом границ между слоями и сложностью процессов корректировки выклинивания слоев.

В системе CREDO_GEO применяется оригинальная, не имеющая аналогов, методика создания и корректировки объемной геологической модели местности. Ниже приведено описание ее структуры, методики создания и принципов ее корректировки.

Структура ОГМ



Рис. 3 Структура объемной геологической модели

Информационный раздел

Информационный раздел определяет структуру *полных данных по ОГМ*, преобразуя данные по исходным выработкам и формируя дополнительные данные, необходимые для создания ОГМ.

Полные данные по ОГМ — совокупность данных, необходимых и достаточных для однозначного описания геологического строения площадки. Структура полных данных по ОГМ приведена на Рис.4.

Геологическая информация представляет собой описание предполагаемого системой CREDO_GEO типа грунта в точке. Все геологическое пространство площадки заполнено различными грунтами. Часть пространства, заполненная одним типом грунта, называется слоем. Тип грунта в каждой точке и границы между слоями грунтов разного типа определяются по взаимодействию смежных слоев. Общий состав слоев на площадке называется *списком соединяемых слоев*.

Соединяемый слой — некая часть геологического пространства площадки, внутри которой находится один тип грунта. Соединяемые слои разного типа грунта могут пересекаться, при этом границы между данными слоями определяются по результату их формального взаимодействия. Соединяемый слой создается при добавлении в исходную выработку какого-либо слоя грунта и имеет тот же тип грунта. При наличии в выработке двух и более слоев одного типа *для каждого* из них создается соединяемый слой. Распространение слоя на площадке определяется двумя *интерполируемыми поверхностями* — поверхностью кровли и поверхностью подошвы.

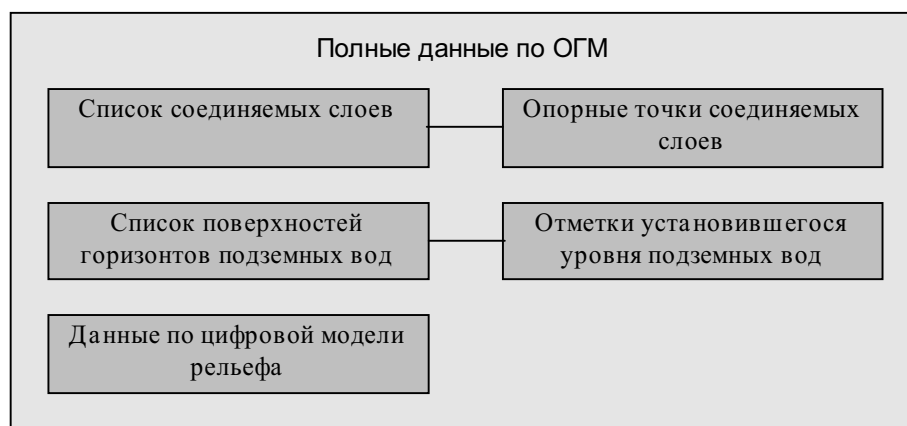


Рис. 4 Структура полных данных по ОГМ

Интерполируемые поверхности кровли и подошвы слоя, представляют собой условные поверхности, неограниченные в плане размерами площадки. Границы между соединяемыми слоями определяются по взаимодействию поверхностей смежных соединяемых слоев. Поверхности кровли и подошвы одного соединяемого слоя могут пересекаться между собой. Соединяемый слой может существовать *только* там, где отметки поверхности кровли *выше* отметок поверхности подошвы. Поверхности фактически не существуют, в каждой точке вычисляются отметки пересечения вертикальной линии с каждой из поверхностей. Исходными данными для вычисления отметок поверхностей в произвольной точке являются *пары опорных точек*.

Пары опорных точек создаются на каждой исходной выработке для каждого соединяемого слоя. Координаты в плане пар опорных точек для каждой выработки соответствуют координатам ее устья. Пары опорных точек первоначально создаются системой самостоятельно. Изменение отметок опорных точек в допустимых пределах является главным инструментом корректировки объемной геологической модели местности. В зависимости от соотношения отметок кровли и подошвы существует три типа пар опорных точек:

- опорные точки *фактического* слоя;
- опорные точки *логического* слоя;
- опорные точки *дубль-слоя*.

Исходное назначение типа определяется системой CREDO_GEO самостоятельно по следующим правилам:

- если в выработке реально *существует слой данного типа грунта*, то отметки опорных точек поверхностей соответствуют отметкам кровли и подошвы этого слоя. Данная пара опорных точек в дальнейшем будет называться: **"фактический слой"**. Отметки фактического слоя практически *недоступны* для корректировки Пользователем;
- если в выработке *не существует слоя данного типа грунта*, то отметки опорных точек будут создаваться на основе неких внутренних правил, так что отметка поверхности *кровли* будет находиться *ниже* отметки поверхности *подошвы*. Таким образом, поверхности данного соединяемого слоя пересекутся на некотором удалении от исходной выработки, в которой этот слой не существует. В точке пересечения поверхностей слой выклинивается. Такой слой далее будет называться: **"логический слой"**. Отметки логического слоя *доступны* для корректировки

Пользователем и представляют основной инструмент для определения геологом **выклинивания** слоев;

- если в выработке фактических слоев какого-либо типа грунта *меньше*, чем соединяемых слоев того же типа, то мощность любого из фактических слоев может быть "*поделена*" между несколькими соединяемыми слоями того же типа. Отметки таких слоев могут пересекаться между собой и должны полностью **перекрывать** мощность слоя. Пересекающиеся пары опорных точек слоев одного типа будут называться "**дубль-слоями**". Дубль-слои представляют инструмент для решения задачи трассировки слоев, т.е. **разрыва** и **соединения** слоев между выработками.

Поверхности уровней подземных вод также как и интерполированные поверхности соединяемых слоев создаются для каждого водоносного горизонта, отмеченного хотя бы в одной исходной выработке.

Отметки поверхностей уровней подземных вод принимаются по отметкам установившегося или пьезометрического уровня подземных вод в исходных выработках.

Методический раздел

Методический раздел содержит методики использования полных данных по ОГМ для определения геологического строения в произвольной точке площадки и строения границ между слоями в заданных вертикальных разрезах. Составляющие элементы методического раздела приведены на Рис.5.

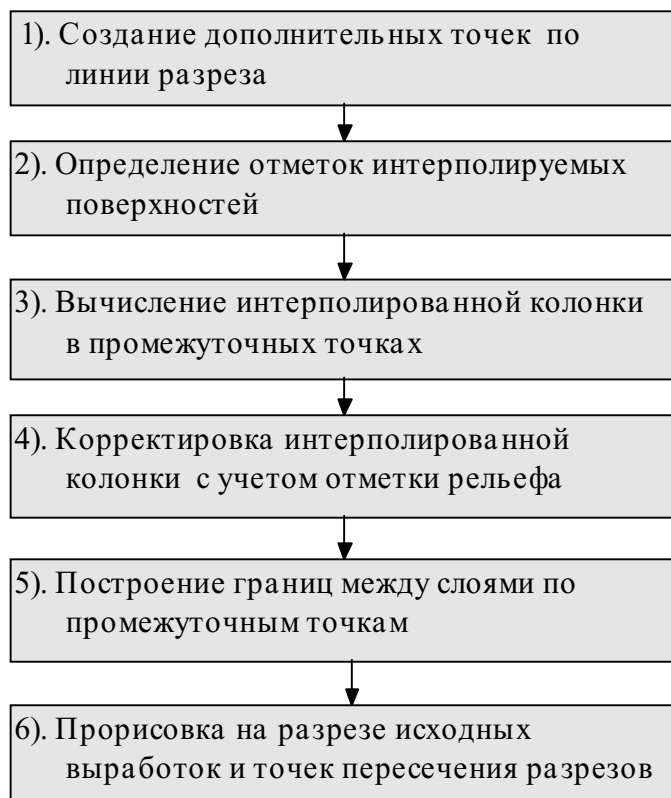


Рис. 5 Составляющие части методического раздела ОГМ

1.Создание дополнительных точек по заданной геометрии разреза в плане.

Исходная геометрия разрезов состоит из созданной Пользователем последовательности точек в плане. Для построения разрезов в исходной геометрии создаются дополнительные точки, между которыми границы слоев будет строиться отрезками прямых линий. От расстояния между дополнительными точками зависит качество и скорость построения разреза. С увеличением количества точек время создания разреза увеличивается, и его качество улучшается. Дополнительные точки создаются системой в следующем порядке:

- при наличии ЦММ дополнительные точки создаются на пересечениях ребер триангуляционной сети с линией разреза;
- в заголовке разреза определено значение параметра *“шаг интерполяции разреза”*. Данный параметр определяет максимальное расстояние в метрах между двумя последовательными точками при создании разреза. Если текущее расстояние между точками превышает указанное значение, то между ними добавляется необходимое количество точек. Если значение шага интерполяции превышает $1/50$ полной длины разреза, то точки создаются через $1/50$ длины разреза. Т.е. геометрия разреза состоит не менее чем из **50** исходных и дополнительных точек.

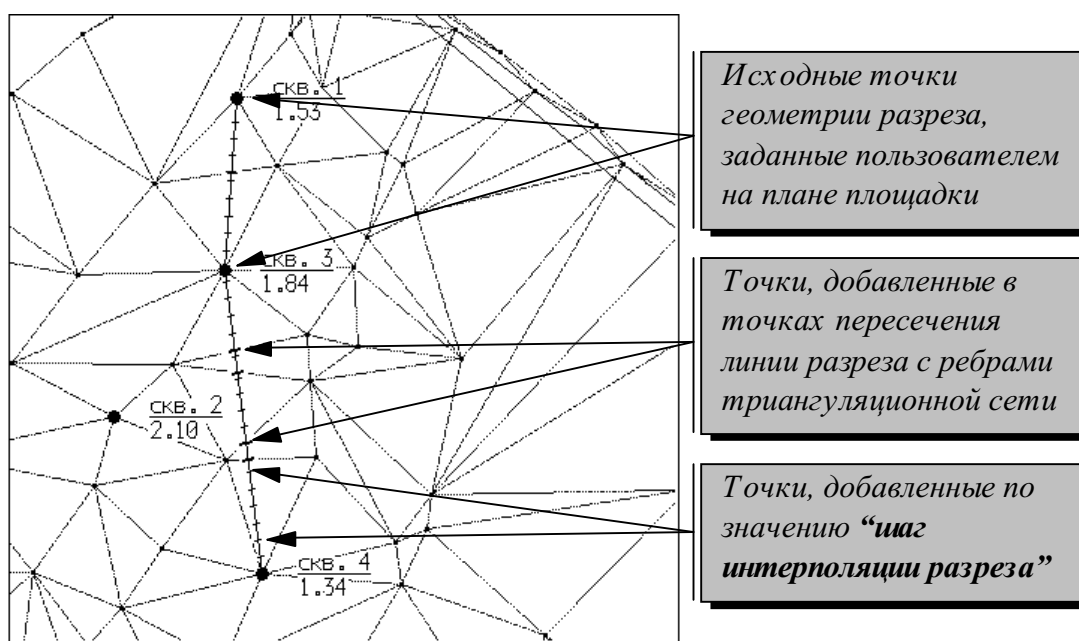


Рис. 6 Создание дополнительных точек геометрии разреза

В каждой точке геометрии разреза вычисляются отметки поверхностей соединяемых слоев и интерполированные литологические колонки.

2. Определение отметок интерполируемых поверхностей соединяемых слоев в точках разреза.

Для вычисления на исходных и дополнительных точках разреза отметок интерполируемых поверхностей соединяемых слоев из всех введенных исходных выработок выбирается заданное число ближайших к искомой точке. Выбранные выработки в дальнейшем называются - *“влияющие выработки”*. Число влияющих выработок постоянно на всю площадку и может изменяться Пользователем. Результаты исследований показывают, что оптимальное число влияющих выработок ≈

4-5. Увеличение числа влияющих выработок несколько уменьшает точность интерполяции, но в целом существенно не изменяет вид разреза. Уменьшение числа влияющих выработок приводит к построению ломаных границ между слоями.

Пользователь может отказаться от влияния любой исходной выработки на геологическое строение площадки. Для этого каждая выработка имеет дополнительный параметр влияния - **“скрытая”** - **“нескрытая”**:

- **скрытая выработка**, т.е. исходная выработка, литология которой не влияет на создаваемую объемную геологическую модель местности. Данные по скрытой выработке не удаляются, поэтому скрытая выработка может прорисовываться на разрезе;
- **нескрытая выработка**, т.е. выработка, литология которой принимает участие в создании объемной геологической модели.

По умолчанию параметр влияния выработки устанавливается по наличию в ней литологических слоев. Все исходные выработки, имеющие хотя бы один слой, являются нескрытыми, и Пользователь может изменить параметр влияния для любой выработки. Выработки, не имеющие слоев, устанавливаются скрытыми, и изменить их параметр влияния невозможно. Параметр влияния выработки не препятствует участию выработки в создании геометрии разреза и ее прорисовке на разрезе.

Изменение параметра влияния выработки позволяет провести анализ геологической ситуации и отбраковку некондиционных исходных данных на площадке.

Для всех влияющих выработок вычисляется **“коэффициент влияния”**. Методика вычисления коэффициента влияния достаточно долго отработывалась на различных исходных данных и в настоящее время дает удовлетворительные результаты как по точности интерполяции, так и по сглаженности интерполируемой поверхности. В данном Руководстве нет необходимости подробно описывать методику, достаточно лишь указать, что коэффициент влияния выработки ориентировочно обратно пропорционален расстоянию до искомой точки. Сумма коэффициентов влияния выработок в точке приводится к единице.

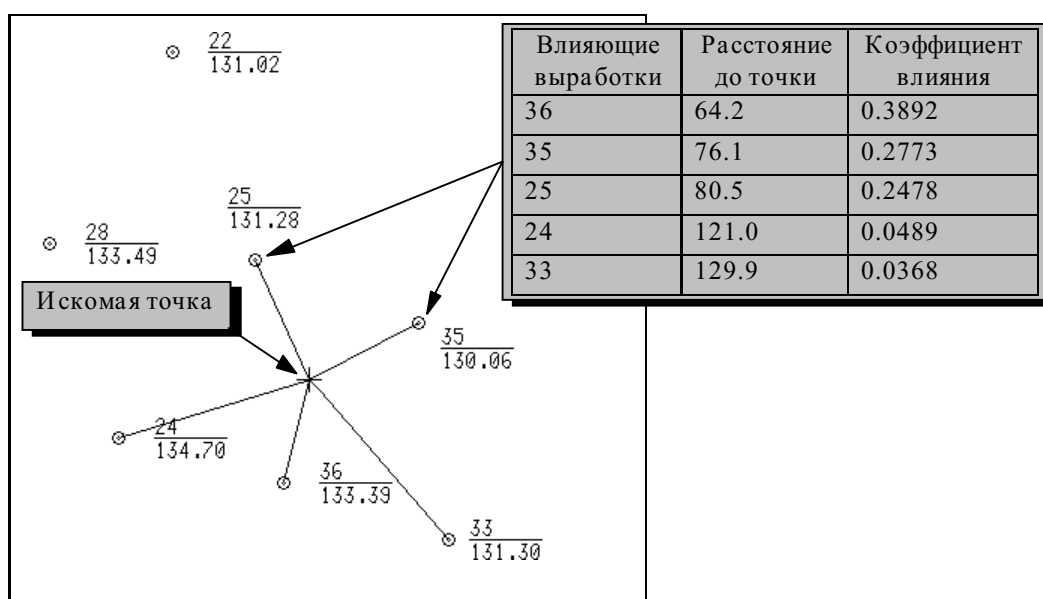


Рис. 7 Пример расчета коэффициентов влияния исходных выработок

Каждая влияющая выработка содержит пары опорных точек для всех соединяемых слоев. Значения абсолютных отметок поверхностей кровли и подошвы опорных точек соединяемых слоев по всем влияющим выработкам суммируются с учетом коэффициента влияния выработки. Каждая пара опорных точек имеет значение вероятности появления слоя:

- 0 – для логических слоев,
- 1 – для фактических и дубль-слоев.

Кроме отметок для всех соединяемых слоев также вычисляется суммарная вероятность появления слоя в искомой точке. Суммарная вероятность появления слоя находится в пределах [0.0 - 1.0].

Определение отметок горизонтов подземных вод и вероятности их появления происходит аналогично.

3. Расчет интерполированных колонок в дополнительных точках разреза.

Под *интерполированной колонкой* понимается откорректированный список пар опорных точек, интерполированных в искомой точке для всех соединяемых слоев. Все пары точек, отметка подошвы которых выше отметки кровли определяются как *логические слои* и какой-либо корректировке не подлежат. Все оставшиеся пары опорных точек стремятся составить вероятную литологическую колонку в искомой точке и принимают участие в расчете наиболее вероятного появления грунтов в колонке. По этим парам определяются *границы* интерполированной колонки, т.е. самая верхняя отметка кровли слоя и самая нижняя отметка подошвы слоя. Внутри определенных границ колонки значения отметок корректируются таким образом, чтобы выполнялись следующие требования:

- слои разного типа грунта не должны пересекаться между собой;
- между смежными слоями не должно быть разрывов;

Основной задачей корректировки отметок опорных точек является определение отметок границ между слоями разного типа грунта в искомой точке, т.е. такая корректировка отметок смежных слоев, при которой отметки подошвы и кровли смежных слоев разного типа имеют одно значение. Для определения отметок используются данные по опорным точкам соединяемых слоев и вероятности их появления.

Корректировка сводится к последовательному (сверху-вниз) выделению наиболее вероятных смежных слоев и взаимной корректировке отметок подошвы верхнего и кровли нижнего слоя. Возможно три вида взаиморасположения отметок смежных слоев:

- *пересечение* слоев;
- *наложение* одного слоя на другой;
- *разрыв* между слоями.

В зависимости от взаиморасположения и типа грунта отметки смежных слоев корректируются следующим образом, см. Рис.8:

- а) при **пересечении** или **наложении** смежных слоев одного типа грунта слои становятся **дубль-слоями** и их отметки не корректируются;
- б) при **разрыве** между слоями одного типа грунта слои становятся **дубль-слоями** и отметка подошвы верхнего слоя устанавливается по отметке кровли нижнего;
- в) при **разрыве** между слоями разного типа грунта отметка подошвы верхнего слоя устанавливается по отметке кровли нижнего;
- г) при **пересечении** слоев разного типа грунта граница между слоями принимается по отметке слоя с большим значением вероятности появления;
- д) при **наложении** на слой с меньшей вероятностью слоя другого типа грунта с большей вероятностью граница между слоями принимается по той границе наложенного слоя, которая находится на большем расстоянии от соответствующей границы подложенного слоя. Вторая отметка наложенного слоя устанавливается по соответствующей отметке подложенного слоя;
- е) пары опорных точек, **не участвовавшие** в определении границ между слоями, устанавливаются логическими и их отметки соответственно меняются местами.

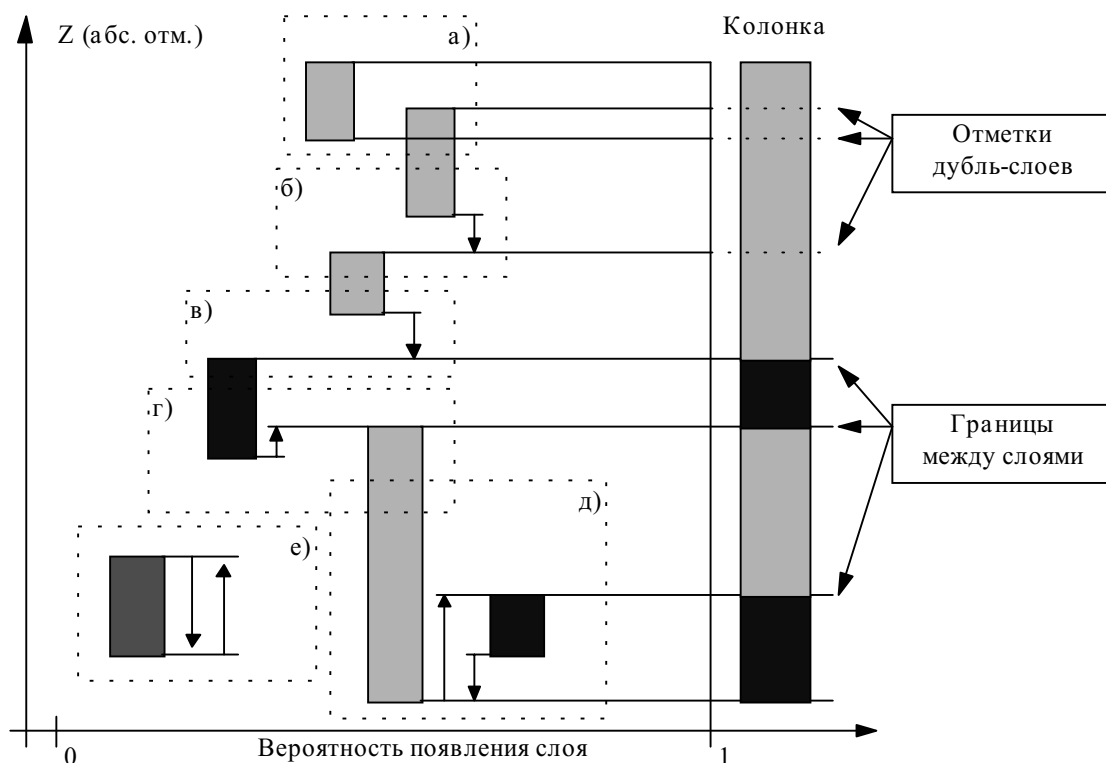


Рис. 8 Корректировка отметок слоев при расчете интерполированной колонки

Слои, участвующие в определении реального состава колонки, устанавливаются как фактические или дубль-слои. Отметка подошвы нижнего участвующего слоя определяет отметку поверхности изученности площадки по глубине.

В интерполированной колонке также определяется наличие горизонта подземных вод, для чего в искомой точке вычисленная вероятность появления сравнивается с **граничной вероятностью появления** горизонта подземных вод. Граничная вероятность появления определяется Пользователем в пределах [0.0 - 1.0]. Чем меньше значение граничной вероятности появления, тем ближе продвинется горизонт подземных вод к той выработке, в которой не определен соответствующий горизонт. При значении ≈ 0.5 горизонт будет простираться приблизительно на половину расстояния между двумя выработками.

4. Корректировка расчетной колонки с учетом отметки рельефа.

При наличии ЦММ интерполированная колонка в дополнительной точке автоматически корректируется по вычисленной отметке рельефа. Существует два вида корректировки:

- отметка рельефа **выше** верхнего фактического слоя в колонке. В этом случае, отметка поверхности кровли верхнего фактического слоя или дубль-слоя устанавливается по отметке рельефа;
- отметка рельефа **ниже** одного или нескольких фактических слоев. Все слои, у которых отметка подошвы выше отметки рельефа, переводятся в логические, а их отметки кровли и подошвы меняются местами. В слоях, пересекающихся с отметкой рельефа, отметка кровли слоев устанавливается по отметке рельефа.

5. Построение границ между слоями по дополнительным точкам разреза.

Границы слоев на разрезе последовательно строятся между дополнительными точками. Прорисовка разреза осуществляется в заданном окне просмотра. Между двумя дополнительными точками разреза границы слоев соединяются отрезками прямых линий. В зависимости от наличия в интерполированных выработках фактических пар опорных точек соединяемого слоя существует три типа прорисовки слоя:

1. В обеих выработках слой является фактическим или дубль-слоем — отметки кровли и отметки подошвы слоя в этих выработках соединяются между собой. На разрезе площадь между двумя границами заполняется соответствующим типом прорисовки грунта;
2. В одной из выработок слой является фактическим или дубль-слоем, а в другой логическим — слой выклинивается. Граница кровли и подошвы слоя соединяются в определенной точке на той выработке, где слой является логическим. Точка выклинивания слоя обязательно находится на границе между двумя соединяемыми слоями. Точкой выклинивания может быть и отметка кровли или подошвы дубль-слоя. На разрезе площадь между границами заполняется соответствующим типом прорисовки грунта;
3. В обеих интерполированных выработках слои являются логическими — соединяемый слой между точками **не появляется** и границ с другими слоями не имеет.

При построении границ слоев между точками возможно появление пересечения соединяемых слоев друг с другом. При этом некоторые пересекающиеся слои будут выклиниваться и разделяться другими слоями. Описание методики разделения пересекающихся слоев в настоящем Руководстве не представляется необходимым.

6. Прорисовка на разрезе исходных выработок и точек пересечения разрезов.

После расчета границ между слоями и прорисовки разреза по всей его длине производится прорисовка выработок на разрезе. Для этого по всей длине разреза создаются две условных полосы:

- полоса **близких** выработок. Ширина полосы с каждой стороны разреза определяется по соответствующему значению в заголовке разреза. Выработки, попавшие внутрь полосы близких выработок, называются **близкими выработками** и прорисовываются на ближайшей дополнительной точке разреза. Образ прорисовки выработок на экране и чертежах соответствует принятому виду оформления выработок, по которым строится разрез;
- полоса **снесенных** выработок. Ширина полосы с каждой стороны разреза определяется по соответствующему значению в заголовке разреза. Выработки, попавшие внутрь полосы снесенных выработок и не являющиеся **близкими**, называются **снесенными выработками** и прорисовываются на ближайшей дополнительной точке разреза.

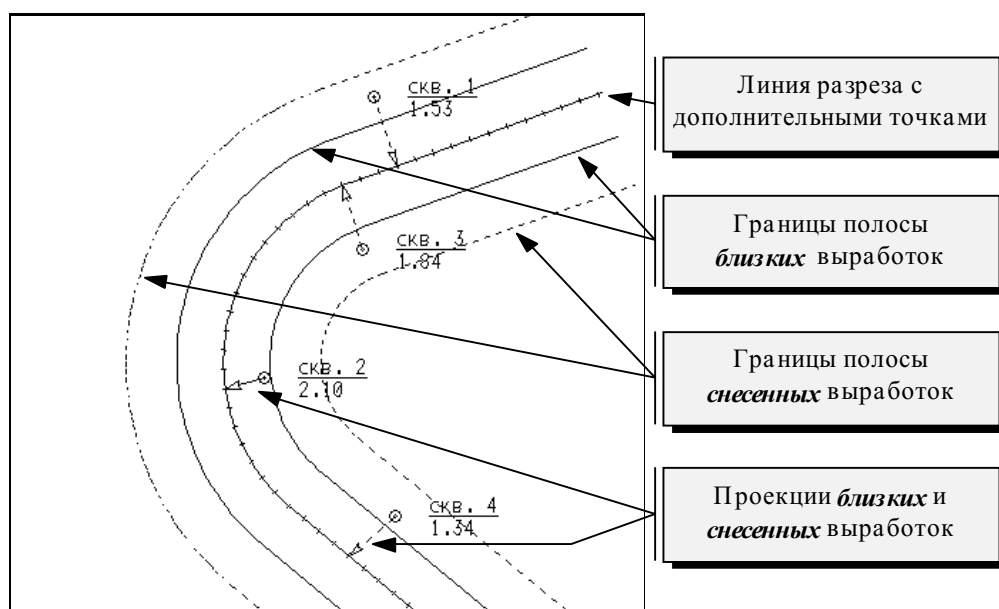


Рис. 9 Проекция близких и снесенных выработок на разрез

Разница в прорисовке на разрезе близких и снесенных выработок заключается в следующем:

- близкие выработки прорисовываются непрерывной линией, снесенные прорисовываются пунктиром;
- в близких выработках автоматически прорисовываются интервалы по консистенции или степени влажности грунтов, в снесенных – не прорисовываются.

Прорисовка близкой выработки не зависит от того, строился разрез по выработке или нет. Прорисовка выработок на разрезе не зависит от влияния выработок на геологическое строение площадки. Пользователь может отказаться от прорисовки на разрезе любой выработки. Для этого каждая выработка имеет дополнительный параметр - "**видимая**" - "**невидимая**".

- **видимая выработка** прорисовывается на разрезах при попадании в любую полосу прорисовки;
- **невидимая выработка** не прорисовывается на разрезах.

По умолчанию все исходные выработки устанавливаются видимыми. При переключении Пользователем параметра видимости какой-либо выработки происходит перестроение разрезов.

Организационный раздел

Организационный раздел является важнейшим звеном в процессе корректировки ОГМ. Раздел организует и обеспечивает процесс просмотра и корректировки Пользователем объемной геологической модели на созданных разрезах.

Основные задачи раздела состоят в следующем:

- обеспечение инструмента для анализа и корректировки ОГМ;
- организация просмотра процесса корректировки ОГМ;
- обеспечение неизменности исходных данных по геологии при корректировке ОГМ.

Неизменность исходных данных обеспечивается системой за счет постоянного определения допустимых пределов корректировки полных данных по ОГМ. В разделе гарантируется, что Пользователь *ни в коем случае не сможет* при корректировке объемной модели изменить какие-либо исходные данные.

Цели, задачи и инструмент для просмотра, анализа и корректировки ОГМ рассматривается ниже.

Корректировка ОГМ

Перед построением какого-либо разреза происходит подготовка полных данных по ОГМ на всех исходных выработках, влияющих на данный разрез. Для этого на влияющих выработках автоматически создаются списки пар опорных точек для всех соединяемых слоев. В процессе создания пар опорных точек существуют следующие проблемы:

1. Исходное определение отметок логических слоев производится системой формально и может либо не соответствовать каким-либо геологическим требованиям или правилам, либо отличаться от представлений геолога о строении площадки.
2. Исходное определение принадлежности опорных точек фактического слоя в колонке одному из нескольких соединяемых слоев одного типа грунта, определяющее трассировку слоев между выработками, также производится формально и должно иметь возможность корректировки специалистом.
3. Исходное определение литологической колонки ниже забоя в исходной выработке, т.е. создание и определение отметок фактических слоев ниже исходной литологии не производится. Это вызывает необходимость определения специалистом литологии для некоторых выработок, являющихся неглубокими относительно других выработок.

Наличие указанных проблем говорит о недостатках методики создания пар опорных точек. Эта методика является основой для формальной автоматической трассировки слоев на площадке и определения выклинивания слоев на разрезе. Данные проблемы до сих пор недостаточно описаны и изучены. Пользователю предоставляется для работы очередная версия методики создания пар опорных точек. Методика не является законченной и находится в постоянном совершенствовании. Однако, независимо от степени развития методики полностью автоматизировать создание корректной, с точки зрения конкретного специалиста-геолога, объемной геологической модели невозможно.

Недостатки методики автоматической трассировки и определения выклинивания слоев, а также необходимость учета представления специалиста о геологическом строении площадки, приводят к созданию методики и инструмента для корректировки объемной геологической модели.

Изначально построенные вертикальные разрезы отражают исходную объемную геологическую модель, созданную системой CREDO_GEO на данных по грунтам и выработкам. Границы между слоями на разрезе могут отличаться от представления Пользователем геологического строения площадки. Система позволяет производить корректировку положения границ между слоями на разрезах определенными методами. Корректировка производится до достижения компромисса между представлением Пользователя о строении площадки и возможностями системы в их выполнении. Процесс корректировки представляет собой последовательное определение причин “*неверного*” положения границ, задачи и метода корректировки и воздействия на соответствующие составляющие данных по ОГМ. Под “*неверным*” положением далее понимается некорректное, с точки зрения конкретного специалиста-геолога, положение границы. Для системы нет верного или неверного положения границ - все границы являются вычисленными на основании принятых методик и используемых данных.

Корректировка производится при воздействии Пользователя только на полные данные по ОГМ, состав которых был описан выше. В процессе корректировки ОГМ исходные данные по выработкам остаются неизменными.

Всякое изменение положения границ между слоями на каком-либо разрезе определенным образом влияет на границы в пределах зоны влияния изменяемого элемента данных по ОГМ.

Система гарантирует автоматическую увязку точек пересечения разрезов, естественно при отсутствии корректировки модели во время между построением нескольких разрезов.

Действия Пользователя при корректировке осуществляются в организационном разделе структуры ОГМ. Общая последовательность корректировки представлена на Рис.10

Далее рассмотрим подробнее каждый этап работы:

1). Просмотр построенных разрезов, определение необходимости дальнейшей корректировки объемной геологической модели

Процесс корректировки границ слоев на разрезах начинается с просмотра текущего состояния построенных разрезов. Только специалист может определить верно или нет в настоящий момент построены границы между слоями на разрезе. При выявлении каких-либо недостатков в них производится нижеописанный процесс корректировки

выбранных границ. При достижении удовлетворительного положения границ на построенных разрезах производится создание чертежей разрезов или экспорт геологии в другие системы.

2). Выбор участка на разрезе, не удовлетворяющего представлениям Пользователя о строении площадки

В системе возможен одновременный просмотр на экране нескольких разрезов. Последний выбранный для корректировки разрез является *текущим*, остальные разрезы прорисовываются как *фоновые*. На текущем разрезе доступны к выполнению все функции анализа и корректировки ОГМ. Любой из фоновых разрезов может быть установлен текущим. На текущем разрезе в любой момент можно выбрать какой-либо фрагмент для детального анализа и корректировки. При смене текущего разреза размеры фрагмента просмотра фонового разреза не изменяются. Для фрагмента разреза в определенных пределах могут задаваться вертикальный и горизонтальный масштабы просмотра на экране.



Рис. 10 Общая последовательность корректировки ОГМ

3. Выявление причин, определяющих строение данного участка

Объемная геологическая модель площадки представляет собой систему интерполируемых поверхностей кровли и подошвы соединяемых слоев в пространстве площадки между рельефом и поверхностью изученности площадки по глубине. Расположение границ между слоями в любой точке площадки определяется как результат взаимодействия интерполируемых поверхностей смежных соединяемых слоев разного типа грунта между собой.

Все причины, определяющие форму и расположение границ между слоями на любом участке, по своему происхождению делятся на две группы:

1. **Методические причины**, вызванные особенностями и параметрами методик создания объемной модели и построения разрезов. Данные причины, за некоторым исключением, практически не подлежат корректировке Пользователем. Однако, в большинстве случаев правильный анализ ситуации и определение причин позволяет получить желательное состояние геологической модели без воздействия на исходные причины, воспользовавшись корректировкой только полных данных по ОГМ. В процессе создания модели и построения разрезов определяющими являются следующие методики:
 - методика создания полных данных по ОГМ на основе исходных выработок;
 - методика построения интерполируемых поверхностей кровли и подошвы соединяемых слоев;
 - методика взаимодействия слоев при расчете интерполированной колонки;
 - методика взаимодействия рельефа с поверхностями слоев;
 - методика прорисовки границ между слоями на разрезах и оформления разреза.
2. **Информационные причины**, определяемые непосредственно составом полных данных по ОГМ, т.е. данными по списку соединяемых слоев, отметкам и типам пар опорных точек, составляющих соединяемые слои. Формально, данный вид причин определяется методикой создания полных данных по ОГМ. Исходное создание их на основании литологических колонок производится системой по некоторым формальным принципам, поэтому созданная объемная геологическая модель может отличаться от представлений Пользователя. Значительная часть полных данных по ОГМ доступна для корректировки Пользователем, в определенных пределах.

Пользователю **весьма важно** правильно определить причину текущего расположения границ между слоями на конкретном участке разреза. В зависимости от вида причины соответствующим образом выбирается и метод корректировки данных для исправления расположения границ между слоями. Влияние вышеуказанных причин будет подробнее рассмотрено при описании методов корректировки границ между слоями.

Для анализа состояния модели и определения причины неверного построения границ Пользователю предоставляются следующие функции:

- ***определение типа грунта*** в произвольной точке разреза. Для произвольной точки на текущем разрезе, в которой существует какой-либо тип грунта, могут быть вычислены координаты точки в плане, абсолютная отметка и глубина точки на разрезе, тип и мощность заполняющего грунта, а также расстояния до ближайших выработок или точек пересечения разрезов в плоскости текущего разреза;
- ***просмотр списка выработок***, влияющих на точку разреза. Для произвольной точки в плоскости текущего разреза может быть вычислено и показано взаиморасположение в плане всех выработок, влияющих на расчет интерполированной колонки в данной точке, расстояния до точки, коэффициенты влияния, значения глубин и дополнительные параметры. Кроме того, любая литологическая колонка любой влияющей выработки может быть прорисована в проекции на искомую точку. Данная функция обеспечивает возможность анализа

причин изменения формы границ слоев, либо появления или выклинивания слоев между исходными выработками;

- **просмотр отметок опорных точек**, влияющих на расчет отметки искомой интерполированной поверхности. Для выбранной поверхности какого-либо соединяемого слоя в любой точке на текущем разрезе можно просмотреть соотношение отметок и типы всех пар опорных точек, участвующих в расчете отметки поверхности. Все участвующие пары опорных точек составляют выбранный соединяемый слой и принадлежат выработкам, влияющим на данную точку разреза. Функция позволяет анализировать абсолютные отметки границ слоев в пространстве между выработками для дальнейшей корректировки;
- **прорисовка интерполированных поверхностей** соединяемых слоев. Каждый соединяемый слой имеет параметр прорисовки на разрезе, определяющий будут ли на разрезах прорисовываться интерполируемые поверхности кровли и подошвы слоя. Для непрорисовываемого слоя на разрезе отображаются только границы между существующими слоями. Для прорисовываемого слоя по всей длине разреза будут отображаться обе интерполированные поверхности независимо от существования или выклинивания слоя на разрезе. Прорисовка поверхностей является важной функцией, т.к. дает возможность Пользователю анализировать существующую трассировку слоев на разрезе и упрощает процесс корректировки выклинивания слоев. Прорисовываемые поверхности не создаются на чертежах разрезов и не экспортируются ни в какие системы. Прорисовка на разрезах каких-либо соединяемых слоев и отказ от нее определяется непосредственно Пользователем;
- **просмотр пар опорных точек** соединяемых слоев одного типа грунта. Прорисовывается список пар опорных точек всех соединяемых слоев одного типа грунта, существующих на выбранной выработке. В списке представлен тип и отметки кровли/подошвы каждой пары опорных точек и параметр прорисовки соединяемого слоя. Функция позволяет анализировать типы пар опорных точек и принадлежность слоев грунта на колонке соответствующим соединяемым слоям, что определяет трассировку и характер выклинивания слоев на разрезе;
- **просмотр соединяемого слоя**, определяющего выбранную границу между слоями в произвольной точке разреза. Границы между слоями в любой точке разреза определяются по одному из двух смежных соединяемых слоев. Функция позволяет просмотреть и выбрать для корректировки слой, определяющий положение выбранной границы в заданной точке на разрезе;
- **просмотр расположения дополнительных точек** геометрии разреза. Расстояние между точками влияет на форму границ между слоями и окончания выклиниваний слоев. Функция позволяет просмотреть дополнительные точки геометрии разреза, между которыми все границы слоев прорисовываются отрезками прямых линий.

4. Определение задачи корректировки объемной геологической модели

Общей задачей корректировки модели является задача приведения границ между литологическими слоями в соответствие с представлением специалиста о геологическом строении площадки. Все границы определяются на основании взаимодействия интерполированных поверхностей кровли и подошвы смежных соединяемых слоев. Исходными данными для создания поверхностей служат

координаты в плане и отметки опорных точек поверхностей, создаваемые на исходных выработках.

Итак, корректировка объемной геологической модели сводится к корректировке абсолютных отметок и типов пар опорных точек интерполированных поверхностей кровли и подошвы всех соединяемых слоев, присутствующих на площадке.

В зависимости от соотношения отметок и типов пар опорных точек, общая задача корректировки модели разбивается на следующие, решаемые Пользователем, подзадачи:

- ***трассировка слоев***, т.е. корректное соединение или разрыв слоев между выработками. Слои одного типа грунта, существующие в разных исходных выработках, могут соединяться в том случае, когда каждый из этих слоев имеет на выработках пары опорных точек фактического типа или дубль-слои каждого соединяемого слоя, находящиеся в соответствующих отметках. Кроме того, для соединения слоев необходимо, чтобы соединяемый слой не пересекался поверхностями других соединяемых слоев. Для разрыва слоя одного типа грунта между выработками необходимо, чтобы пары опорных точек фактического типа, соответствующие разрываемым слоям, принадлежали разным соединяемым слоям одного типа грунта, а пространство между слоями занимал какой-либо другой соединяемый слой.

Таким образом, подзадача трассировки слоев сводится к корректному распределению отметок и типов пар опорных точек между соединяемыми слоями одного типа грунта и к определению взаиморасположения соединяемых слоев в геологическом пространстве площадки;

- ***корректировка границ слоев*** в пространстве между исходными выработками. В системе CREDO_GEO не существует каких-либо способов непосредственно “ручной” прорисовки и корректировки границ на разрезе. Всякая корректировка границ осуществляется при корректировке отметок опорных точек. Т.к. в процессе корректировки модели изменение отметок исходных литологических слоев на выработке невозможно, корректировка границ между слоями имеет ограниченные возможности. По эффективности воздействия Пользователя эта подзадача может быть разбита на два вида:

- ***корректировка границ выклинивания слоев на разрезе***. Выклинивание слоев образуется при пересечении поверхностей кровли и подошвы одного соединяемого слоя. Пересечение осуществляется за счет того, что на выработке, в которой не существует слоя данного типа грунта, создается пара опорных точек логического типа- логический слой. Отметка поверхности кровли логического слоя всегда находится ниже отметки поверхности подошвы, в результате слой выклинивается на некотором удалении от выработки. Корректировка границ выклинивающегося слоя производится за счет соответствующего изменения отметок логических слоев;
- ***корректировка границ непрерывных слоев***. Границы непрерывного слоя могут корректироваться в пространстве между выработками только за счет изменения абсолютных отметок влияющих опорных точек. Это возможно, если на каких-либо влияющих выработках соединяемый слой имеет логические или дубль-слои. При отсутствии в выработках, влияющих на расчет колонки в искомой точке, слоев этих типов корректировка границы данного слоя окажется недоступной.

Таким образом, корректировка границ слоев сводится к изменению абсолютных отметок тех опорных точек интерполированных поверхностей, которые доступны для корректировки;

- **корректировка литологических колонок неглубоких выработок.** В изысканиях нередко используются исходные выработки, глубина которых меньше, чем глубина остальных выработок. При этом специалист-геолог принимает на себя ответственность за прорисовку тех границ между слоями, которые располагаются ниже забоя и оказались не подсечены в относительно неглубоких выработках. Каждая выработка имеет дополнительный параметр, которым определяется возможность корректировки ее колонки ниже исходных данных. В зависимости от его значения выработка называется “*глубокой*”, или “*неглубокой*”:
- **глубокая выработка**, т.е. выработка определяющая своим забоем глубину разреза;
- **неглубокая выработка**, т.е. выработка, ниже забоя которой геология может быть откорректирована Пользователем. Исходные данные при корректировке неглубокой выработки не изменяются.

Подзадача корректировки колонок неглубоких выработок, как и в предыдущем случае, сводится к корректировке абсолютных отметок опорных точек поверхностей. Серьезным отличием, однако, является то, что при корректировке на неглубоких выработках отметок логических слоев, расположенных ниже забоя, Пользователь может изменить правило взаиморасположения отметок поверхностей кровли и подошвы слоя. Любой логический слой, при “перевороте” отметок кровли и подошвы друг относительно друга, переводится в фактический или дубль-слой. Так же на неглубоких выработках, любые отметки фактических и дубль-слоев, расположенных ниже забоя, в определенных пределах доступны для корректировки. Таким образом, корректировка литологии в неглубоких выработках заключается в изменении типа пар опорных точек соединяемых слоев и определении их абсолютных отметок.

5. Выбор метода корректировки и элемента полных данных по ОГМ

Определение метода корректировки и выбор нужного элемента для изменения границ между слоями на разрезе полностью зависит от причин вычисления соответствующей границы. Как было указано выше весь комплекс определяющих причин делится на две группы причин- *методические* и *информационные*. Ниже будут рассмотрены все возможные причины, определяющие характер построения границ между слоями, и возможные методы корректировки ОГМ.

5.1. Методика построения интерполируемых поверхностей

Назначение методики построения интерполируемых поверхностей кровли и подошвы соединяемых слоев заключается в расчете отметок поверхностей в произвольной точке площадки. Основной составляющей методики является расчет коэффициентов влияния для всех влияющих выработок. Методика и параметры расчета коэффициентов влияния определяют общую форму интерполированных поверхностей.

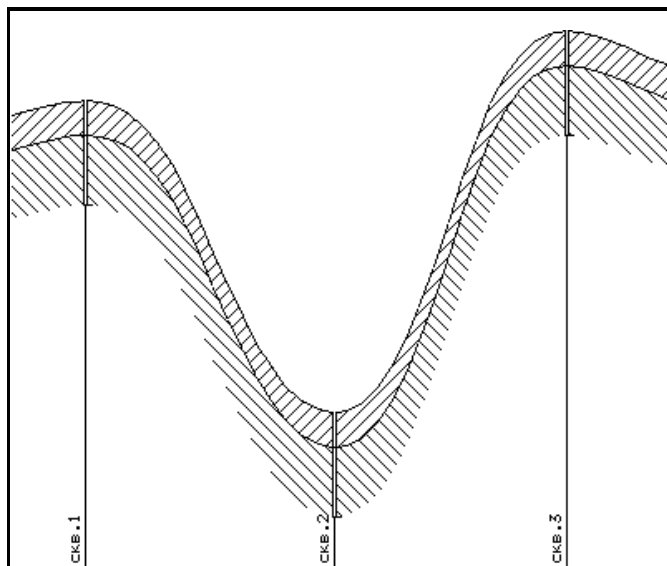


Рис. 11 Общая форма интерполируемых поверхностей

Интерполированные поверхности являются субгоризонтальными. Вблизи опорных точек, расположенных на исходных выработках, поверхности имеют горизонтальную касательную плоскость. Наибольший угол наклона касательной плоскости к поверхности находится примерно посередине между опорными точками. В подавляющем большинстве случаев поверхности имеют гладкую форму, возможное образование ломаных границ определяется взаимодействием поверхностей соединяемых слоев при расчете интерполированной колонки в произвольной точке.

Следующей особенностью методики является наличие незначительного отклонения отметки интерполированной поверхности от отметки опорной точки.

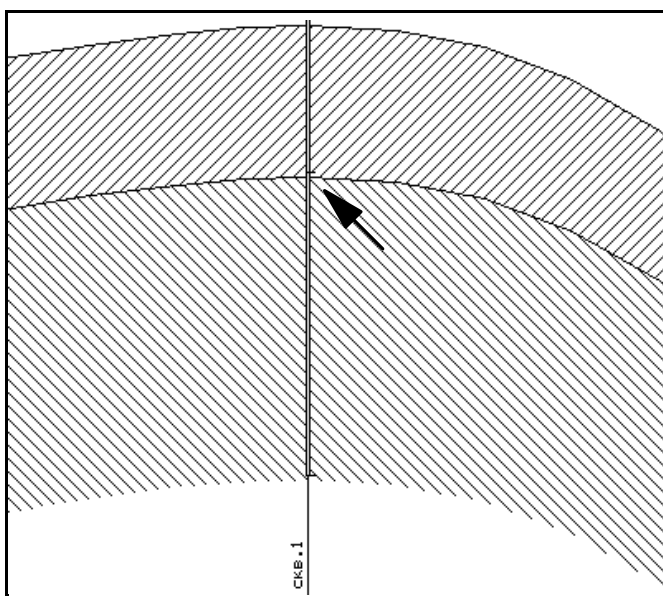


Рис. 12 Отклонение поверхностей на опорных точках

Причина возникновения отклонения заключается в том, что в каждой дополнительной точке геометрии разреза определяется заданное количество влияющих выработок и для каждой из них вычисляется коэффициент влияния. Если координаты дополнительной точки соответствуют координатам исходной выработки, для нее также определяются дополнительные влияющие выработки. Суммарный коэффициент влияния оставшихся

выработок, обычно менее 0,03. Однако, при наличии значительного перепада отметок опорных точек во влияющих выработках возможно отклонение поверхности в сторону среднего значения отметок.

Способ корректировки:

Форма интерполированных поверхностей и возможное наличие отклонений поверхностей являются следствием существования объемной модели и практически не подлежат корректировке Пользователем. В принципе, в системе CREDO_GEO предусмотрена возможность корректировки числа влияющих выработок и параметров расчета коэффициентов влияния, однако Пользователю не рекомендуется самостоятельно корректировать параметры данной методики. Разработчик надеется, что форма интерполируемых поверхностей удовлетворит Пользователя, а их незначительное отклонение от исходных данных окажется незаметным.

5.2. Методика взаимодействия слоев при расчете интерполированной колонки

В процессе расчета интерполированных литологических колонок в дополнительных точках разреза границы слоев определяются по взаимодействию поверхностей смежных интерполированных поверхностей соединяемых слоев. При пересечении поверхностей кровли и подошвы смежных слоев разного типа грунта граница между ними принимается либо по более вероятному слою, либо посередине между отметками кровли и подошвы (рис. 13).

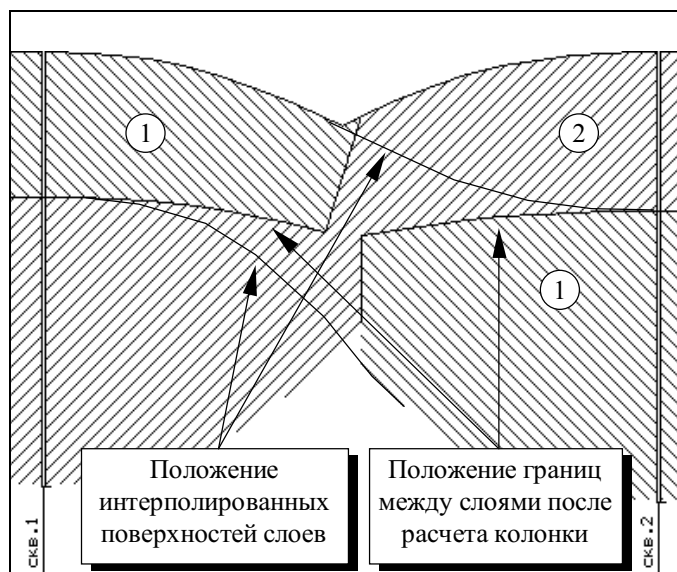


Рис. 13 Определение границ между пересекающимися слоями

Другим примером взаимодействия поверхностей при расчете границ слоев является образование в геологическом пространстве участков, в которых не стремится существовать ни один из соединяемых слоев. В таком случае, участок заполняется верхним существующим соединяемым слоем, т.е. верхний слой “просыхается” до ближайшей нижней границы другого слоя (рис. 14).

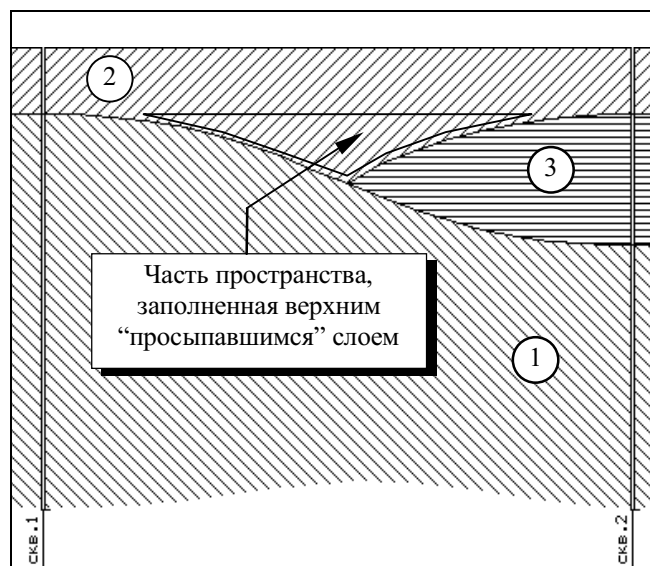


Рис. 14 Определение участков с "просыпавшимися" слоями

Способ корректировки:

Методика расчета не имеет каких-либо параметров и не может быть изменена Пользователем. Корректировка границ на вышеприведенных примерах может осуществляться с помощью корректировки отметок и типов опорных точек, которая будет приведена ниже.

5.3. Методика взаимодействия рельефа с поверхностями слоев

При отсутствии цифровой модели местности и ручной корректировки дневная поверхность разрезов определяется совокупностью интерполированных поверхностей кровли верхних соединяемых слоев.

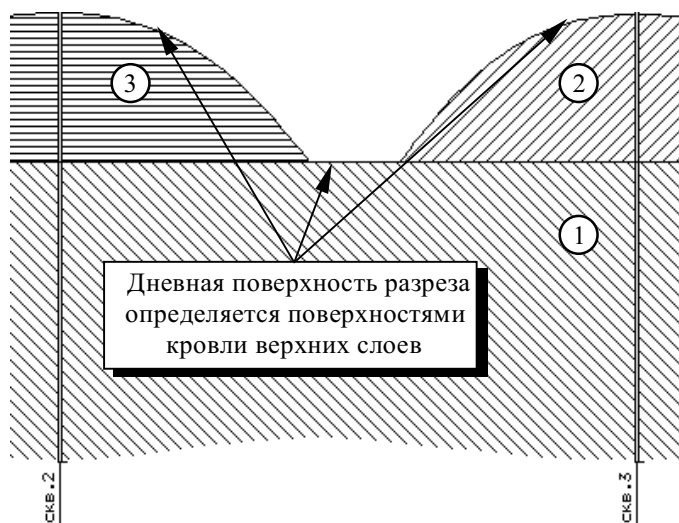


Рис. 15 Пример отсутствия данных по рельефу на разрезе

Взаимодействие слоев с рельефом заключается либо в установке отметок кровли верхних или пересекающихся с отметкой рельефа литологических слоев в интерполированных выработках до отметки рельефа, либо в удалении слоев,

расположенных выше отметки рельефа. Примеры корректировки разреза отметками рельефа приведены на Рис.16 и Рис.17.

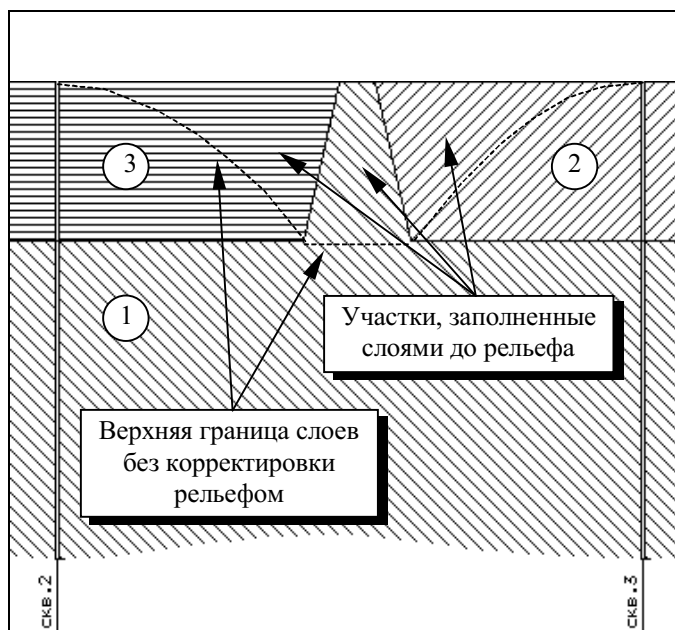


Рис. 16 Корректировка отметок кровли верхних слоев рельефом

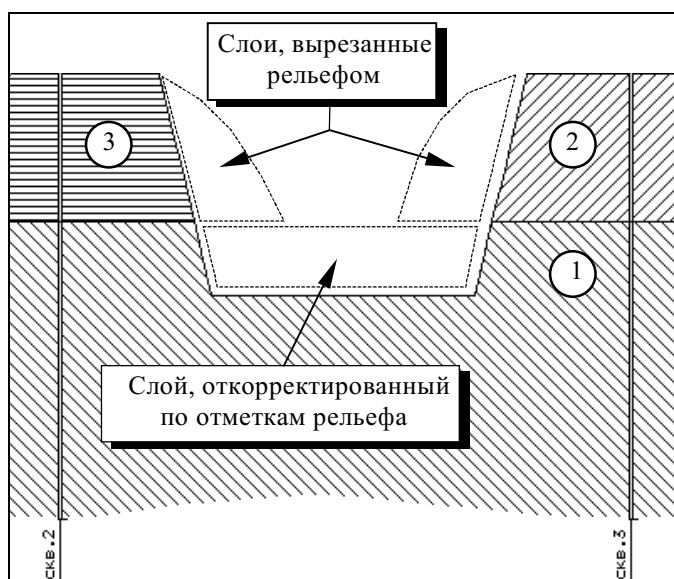


Рис. 17 Вырезка слоев и корректировка по отметкам рельефа

Способ корректировки:

Методика определения взаимодействия поверхности рельефа с границами слоев на разрезе не содержит каких-либо изменяемых параметров и не может корректироваться Пользователем. Возможна корректировка границ между слоями только в случаях, аналогичных изображенному на Рис.16. Для корректировки границ на участках, заполненных слоями до рельефа необходимым соответствующим образом “разложить” слои друг на друга в необходимой последовательности. То есть корректировка границ возможна только при соответствующей корректировке отметок логических слоев. Пример подобной корректировки будет приведен ниже.

Вопрос увязки рельефа и границ литологических слоев решается гибким способом. Вы можете задать **жесткую** увязку для всех слоев - при этом границы слоев будут максимально, насколько это возможно, повторять дневную поверхность рельефа. Если **снять увязку**, то все слои не будут привязаны к рельефу. **Гибкая** увязка подразумевает жесткую привязку к рельефу верхнего слоя и "нулевую" привязку нижнего слоя - при этом промежуточные слои будут увязаны пропорционально. Возможна также увязка с рельефом **по каждому слою**, когда Пользователь сам задает коэффициент увязки для каждого слоя.

5.4. Методика прорисовки границ и оформления разреза

Прорисовка границ слоев на разрезе осуществляется отрезками прямых линий, соединяющими соответствующие отметки границ слоев в интерполированных выработках, рассчитанных в дополнительных точках геометрии разреза. Расстояние между дополнительными точками определяется значением шага интерполяции, задаваемом в заголовке разреза. Большое значение шага интерполяции может привести к образованию ломаных границ между слоями.

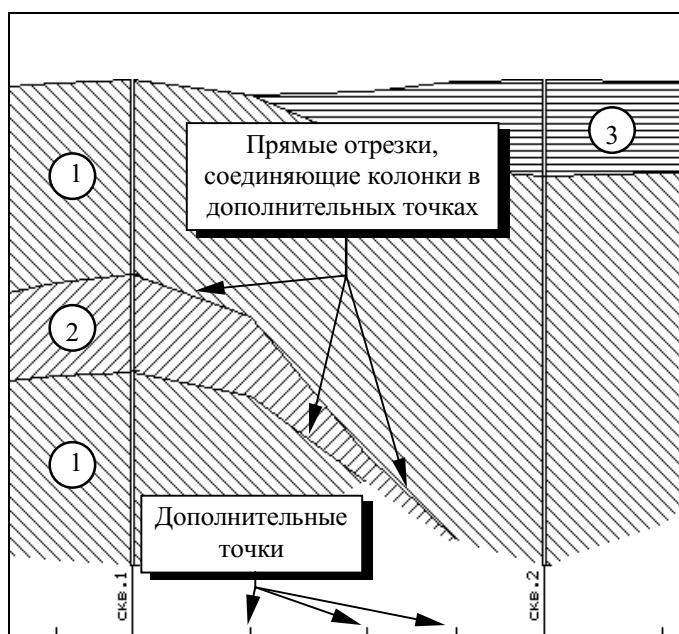


Рис. 18 Границы между слоями при большом шаге интерполяции разреза

При отличии литологии в смежных интерполированных колонках слои, не присутствующие одновременно в обеих колонках будут выклиниваться на противоположных колонках. Точка выклинивания может находиться либо на границе между другими слоями колонки, либо определяться одной из отметок дубль-слоев в колонке. На Рис.19 приведены примеры определения точек выклинивания. Отметка выклинивания слоя 3 определяется отметкой кровли слоя 1. Отметка выклинивания слоя 2 определяется отметкой подошвы верхнего слоя 1. В колонке, на которой выклинивается слой 2, верхний и нижний слои типа 1 являются дубль-слоями. Точка выклинивания определяется отметкой подошвы слоя типа 1.

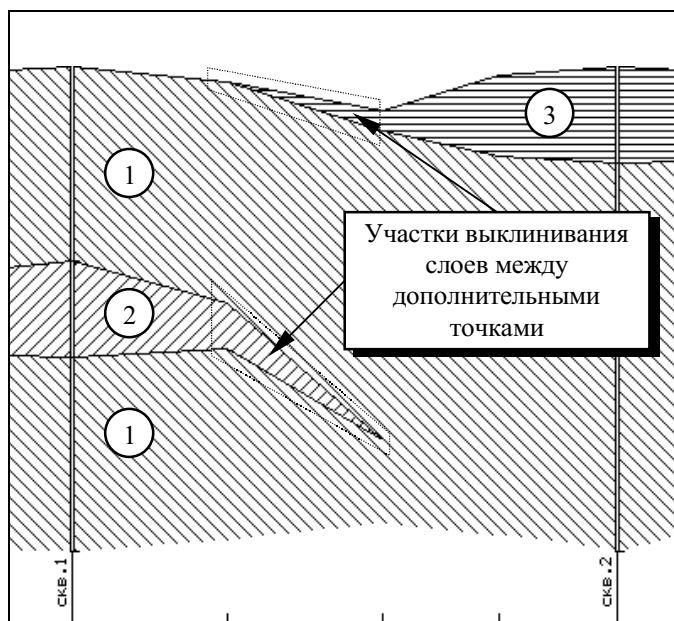


Рис. 19 Определение точки выклинивания между дополнительными точками

Способ корректировки:

Для улучшения формы и устранения ломаности границ между слоями Пользователь может уменьшить значение шага интерполяции разреза и перестроить его. Следует помнить, что с уменьшением шага интерполяции увеличивается время построения и корректировки чертежа. Пример построения разреза, аналогичного приведенному на Рис.18, с уменьшенным шагом интерполяции показан на Рис.20.

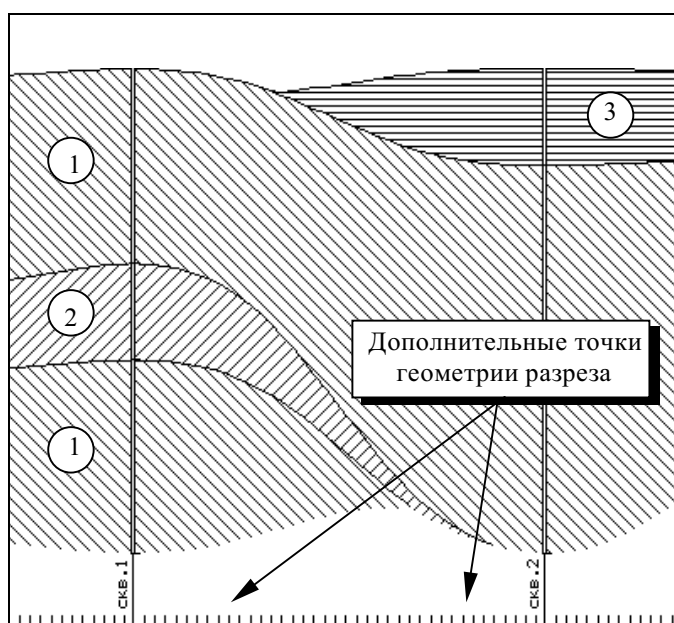


Рис. 20 Влияние уменьшения шага интерполяции разреза на форму границ

С уменьшением шага интерполяции, обычно, улучшается и вид выклинивания слоев на разрезе. Изменить точку выклинивания, располагающуюся на границе слоев разного типа, не представляется возможным. Если же отметка точки выклинивания определяется по отметке кровли или подошвы дубль-слоя, то, корректируя

соответствующую отметку дубль-слоя, можно изменить отметку точки выклинивания. Пример корректировки отметки точки выклинивания слоя 2 для Рис.19 приведен на Рис.21.

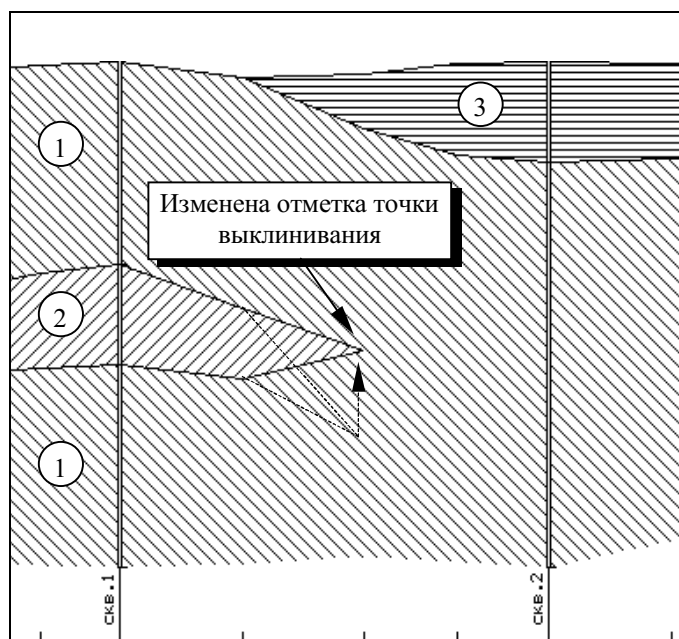


Рис. 21 Корректировка точки выклинивания слоя

Прорисовка выработок на разрезе осуществляется на дополнительных точках геометрии разреза. Если геометрия разреза создавалась Пользователем на плане самостоятельно, то при выборе выработки в разрез координаты точки разреза соответствуют координатам выбранной выработки. Если геометрия разреза создавалась по трассе (без поперечника), то попадающие в одну из полос прорисовки выработки будут проецироваться на трассу.

Для отказа от прорисовки какой-либо выработки на разрезе можно либо изменить значения ширины полос прорисовки близких и снесенных выработок, либо изменить параметр “видимая”-”невидимая” для конкретной выработки.

Пользователю следует помнить, что при изменении значения ширины любой полосы прорисовки происходит повторное определение прорисовываемых выработок по всей линии разреза.

5.5. Методика создания полных данных по ОГМ

Методика создания полных данных по ОГМ состоит из двух частей:

1. Определение общего списка соединяемых слоев на площадке;
2. Определение типов и отметок пар опорных точек для всех соединяемых слоев на всех исходных выработках.

Определение списка соединяемых слоев производится в процессе ввода литологических колонок исходных выработок. Список соединяемых слоев увеличивается при вводе в колонку слоя, тип грунта которого либо отсутствует в списке, либо количество слоев данного типа грунта в колонке превышает количество соединяемых слоев того же типа грунта на площадке. Добавленный соединяемый слой имеет соответствующий тип грунта.

Определение типов и отметок пар опорных точек производится непосредственно перед построением какого-либо разреза. Для разреза определяется список влияющих выработок, участвующих в расчете интерполированных колонок во всех дополнительных точках разреза. В каждой исходной выработке создаются недостающие пары опорных точек для всех соединяемых слоев. От качества создания полных данных зависит объем дальнейшей корректировки геологической модели. Оптимальное автоматическое определение состава и значений полных данных по ОГМ приводит к автоматическому определению геологического строения всей площадки. Решение данного вопроса не является тривиальным и требует специального исследования.

Методика исходного определения типов и отметок пар опорных точек в настоящий момент не является окончательной и подлежит постепенному усовершенствованию разработчиком. Какого-либо воздействия Пользователя на методику создания полных данных по ОГМ на основании данных по исходным выработкам не предполагается, так как Пользователь имеет в распоряжении большие возможности по корректировке типов и отметок пар опорных точек соединяемых слоев.

6. Корректировка элемента полных данных по ОГМ

Как было указано выше весь процесс корректировки границ между слоями на построенных разрезах, в основном, заключается в корректировке отметок и типов пар опорных точек соединяемых слоев, либо в корректировке дополнительных параметров выработок. Рассмотрим подробнее возможности каждого вида корректировки и их влияние на построение границ между слоями.

6.1. Корректировка отметок логических слоев

Логические слои, т.е. пары опорных точек логического типа, создаются на тех выработках, в литологических колонках которых либо нет исходных слоев соответствующего типа, либо число исходных слоев в колонке меньше общего числа соединяемых слоев того же типа грунта. Отметки кровли и подошвы логических слоев изначально создаются системой CREDO_GEO и в определенных пределах доступны для корректировки.

На Рис.22 приведен пример исходного определение отметок логических слоев *на скв.1* и *скв.3* для слоя типа 3. На *скв.2* соединяемый слой типа 3 имеет пару опорных точек фактического типа - фактический слой.

Средняя линия на Рис.22 представляет собой условную поверхность, создаваемую и прорисовываемую посередине между интерполированными поверхностями кровли и подошвы слоя.

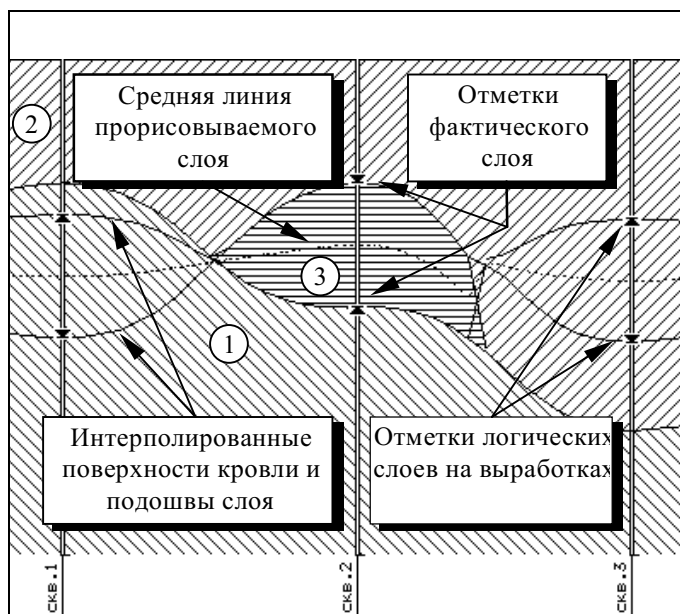


Рис. 22 Исходное определение отметок логических слоев

Отметки кровли и подошвы логических слоев на любой выработке могут быть изменены Пользователем, при выполнении следующего условия:

Отметка кровли логического слоя должна быть ниже отметки подошвы слоя.

Это условие выполняется системой CREDO_GEO автоматически, не позволяя Пользователю его нарушить. В определенных случаях отметка кровли логического слоя может быть установлена выше отметки подошвы, однако тип пары опорных точек при этом изменится. Примеры изменения типа пар рассматривается ниже.

При уменьшении Пользователем расстояния между отметками кровли и подошвы, т.е. сближении отметок, поверхности кровли и подошвы пересекаются между собой ближе к выработке. Слой, при этом, стремится занять все пространство между поверхностями и выклинивается как можно ближе к выработке. Минимальное расстояние между отметками не может быть меньше 0,01 метра.

При увеличении расстояния между отметками поверхности пересекаются, а слой выклинивается, дальше от выработки. Максимальное расстояние между отметками не ограничивается.

Кроме отметок кровли и подошвы логического слоя может корректироваться и отметка средней линии, при этом отметки переносятся, а расстояние между ними не изменяется.

Пример изменения отметок логических слоев и влияния их на точки выклинивания слоя на разрезе приведен на Рис.23.

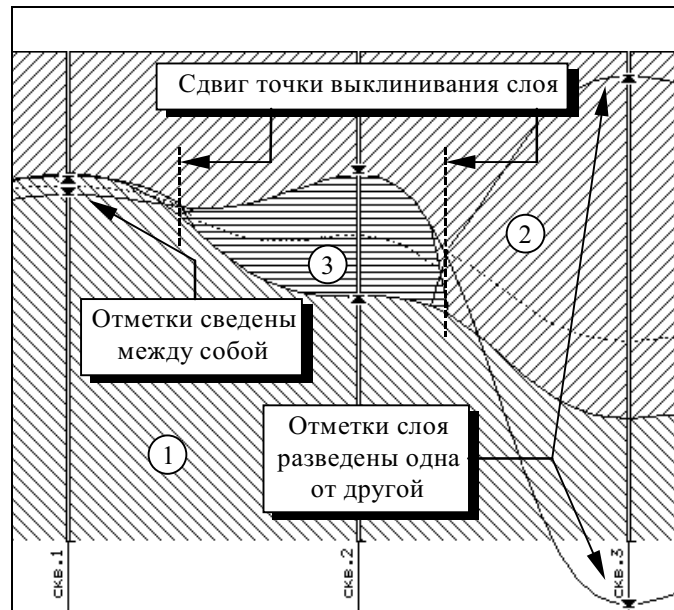


Рис. 23 Корректировка отметок логических слоев

Изменяя отметки логического слоя, Пользователь может нужным образом разложить друг на друга несколько выклиниваний слоев. На Рис.16 был показан пример корректировки отметок кровли верхних слоев рельефом. После соответствующей корректировки отметок логических слоев для соединяемых слоев типа1 и 3 на *скв.2* и *скв.3*, разрез может иметь вид, представленный на Рис.24.

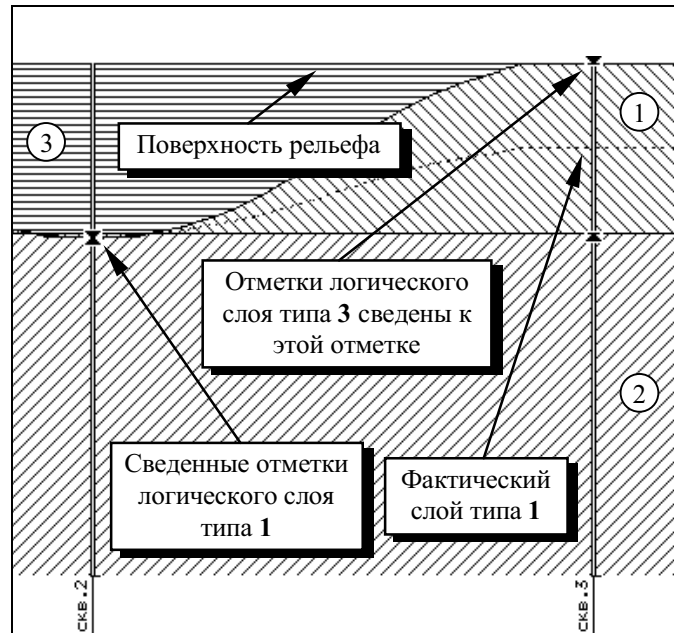


Рис. 24 Разложение выклинивающихся слоев

Соответственно, если отметки логического слоя типа3 на выработке *скв.3* установить примерно на границе между слоями 1 и 2, а отметки логического слоя типа 1 на *скв.2* установить в районе отметки устья, то взаиморасположение слоев типа1 и 3 изменится на обратное.

При корректировке отметок логических слоев желательно располагать одну из двух отметок точно на границе между другими фактическими слоями. Такое расположение улучшает форму выклинивания слоя, сравните левое и правое выклинивание слоя типа 3 на Рис.23.

Следует помнить, что при сведении отметок логического слоя друг к другу слой стремится приблизиться к выработке не только в плоскости текущего разреза, но и во всем прилегающем к выработке пространстве.

Таким образом, при изменении отметок логических слоев Пользователь определяет положение границы выклинивания слоев на разрезе в объемной геологической модели.

6.2. Корректировка отметок дубль-слоев

При наличии в какой-либо из выработок нескольких исходных слоев одного типа грунта на площадке будет существовать несколько соединяемых слоев одного типа грунта. В выработке, в которой число исходных слоев меньше числа соединяемых слоев того же типа, система может создать две и более пары опорных точек типа дубль-слои.

Отметки поверхностей кровли и подошвы дубль-слоев одного типа находятся в интервале между отметкой кровли и отметкой подошвы исходного слоя грунта в выработке, причем отметка кровли каждого дубль-слоя всегда выше отметки его подошвы.

Дубль-слои одного типа грунта могут пересекаться между собой, т.е. отметка кровли одного может находиться между отметкой кровли и подошвы другого.

На любом исходном слое или не существует дубль-слоев или существует не менее двух дубль-слоев. Дубль-слои, находящиеся внутри одного исходного слоя, обязательно перекрывают весь интервал, т.е. выполняются следующие правила:

1. хотя бы один из дубль-слоев имеет отметку кровли соответствующую отметке кровли всего исходного интервала;
2. хотя бы один из дубль-слоев имеет отметку подошвы соответствующую отметке подошвы всего исходного интервала;
3. два смежных по вертикали слоя либо пересекаются, либо имеют одинаковую отметку подошвы верхнего слоя и кровли нижнего, т.е. между дубль-слоями нет разрывов.

Отметки кровли и подошвы дубль-слоя допустимы для корректировки Пользователем в определенных пределах. Отметки кровли и подошвы дубль-слоев не могут выходить за пределы отметок исходного слоя.

При корректировке Пользователем отметок дубль-слоев система CREDO_GEO автоматически выполняет все вышеуказанных правила.

В процессе корректировки отметки кровли и подошвы какого-либо дубль-слоя могут быть “перевернуты”, т.е. отметка кровли окажется ниже отметки подошвы. В этом случае тип пары опорных точек изменится с дубль-слоя на логический. Для оставшихся дубль-слоев будет проверено выполнение предыдущих правил. Если для исходного слоя останется только один дубль-слой, то тип данной пары опорных точек изменится с дубль-слоя на фактический, а их отметки будут установлены по отметкам

кровли и подошвы исходного слоя. Примеры перевода дубль-слоев в логические и обратно будет рассмотрен ниже.

С помощью корректировки отметок опорных точек дубль-слоев определяются границы линз внутри каких-либо слоев. Пример подобной корректировки приведен на Рис.25.

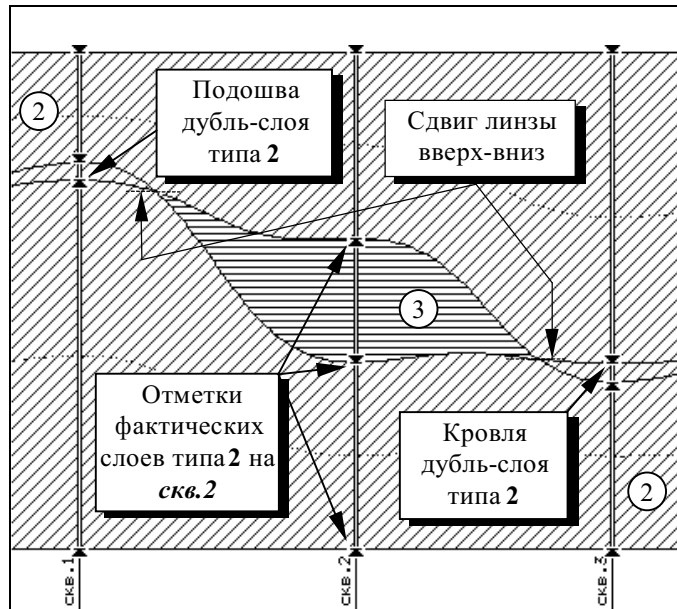


Рис. 25 Пример корректировки отметок дубль-слоев

Для получения удовлетворительных границ линзы внутри дубль-слоев желательно соответствующим образом расставить отметки кровли и подошвы всех смежных слоев.

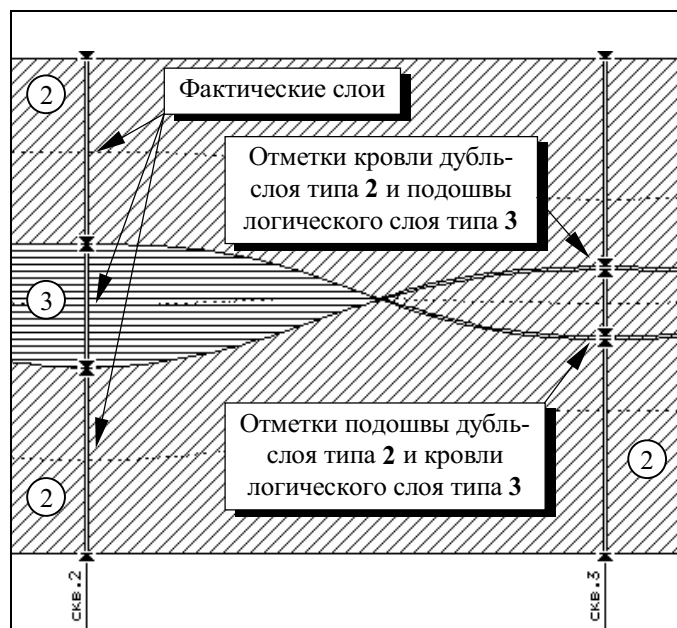


Рис. 26 Оптимальное определение отметок смежных слоев

В указанном примере на площадке существует три соединяемых слоя: один слой типа 3 и два слоя типа 2. На выработке *скв.2* все три соединяемых слоя имеют пары опорных

точек фактического типа. На выработке **скв.3** существует два дубль-слоя типа **2** и один логический слой типа **3**. Для получения удовлетворительной формы границ линзы слоя типа **3** корректируются отметки соединяемых слоев на выработке **скв.3**. Отметка кровли логического слоя типа **3** должна совпадать с отметкой подошвы верхнего дубль-слоя типа **2**, а отметка подошвы логического слоя - с отметкой кровли нижнего дубль-слоя. На рисунки отметки несколько не совпадают для прорисовки обеих интерполированных поверхностей соединяемых слоев. При сближении пар отметок друг к другу линза будет тянуться ближе к выработке **скв.3**, при раздвижении пар отметок линза выклинится дальше от выработки.

Таким образом, с помощью корректировки отметок дубль-слоев Пользователь определяет границы выклинивания линз.

6.3. Корректировка отметок фактических слоев

Корректировка отметок созданных фактических слоев в системе CREDO_GEO практически не возможна, т.к. это означает корректировку отметок исходных литологических слоев в выработке. Корректировка отметок исходных слоев производится не в процессе корректировки объемной геологической модели, а при вводе и корректировке данных по исходным выработкам. Исключение составляют только отметки фактических слоев, расположенных ниже забоя неглубоких выработок. Пример подобной корректировки будет приведен ниже.

6.4. Изменение типа пар опорных точек

Как было сказано выше каждая пара опорных точек соединяемого слоя на любой выработке имеет один из трех типов: логический слой, дубль-слой или фактический слой. Тип пары опорных точек определяет характер существования исходного слоя на колонке:

- тип **логический слой** означает, что в колонке выработки данный соединяемый слой не существует, выклиниваясь в пространстве вокруг выработки;
- тип **дубль-слой** означает, что в колонке выработки соединяемый слой делит мощность исходного слоя с одним или несколькими соединяемыми слоями того же типа грунта;
- тип **фактический слой** означает, что в колонке выработки соединяемый слой является единственным слоем в границах исходного слоя.

Исходное определение типа для каждой пары опорных точек производится системой автоматически. Пользователь может изменить тип пары в следующих пределах:

- любой дубль-слой на выработке может быть превращен в логический слой, при этом произойдет соответствующее изменение отметок опорных точек кровли и подошвы, т.е. отметка кровли будет ниже отметки подошвы. Такое изменение типа далее будет называться - **редублирование** слоя;
- если из двух смежных дубль-слоев один переводится в логический слой, то оставшийся слой становится фактическим слоем. Отметки фактического слоя устанавливаются по границам исходного слоя в литологической колонке выработки и будут недоступны для корректировки;
- логический слой может быть переведен в дубль-слой, если в выработке существуют фактические или дубль-слои того же типа грунта, такое изменение далее будет

называться - **дублирование** слоя. При дублировании логического слоя на фактический выбранному фактическому слою также будет присвоен тип дубль-слоя.

На Рис.25 был приведен пример корректировки отметок дубль-слоев. После перевода верхнего дубль-слоя типа **2** на выработку *скв.1* и нижнего дубль-слоя на *скв.3* в логические слои и соответствующей корректировки их отметок границы слоев будут иметь вид, приведенный на Рис.27.

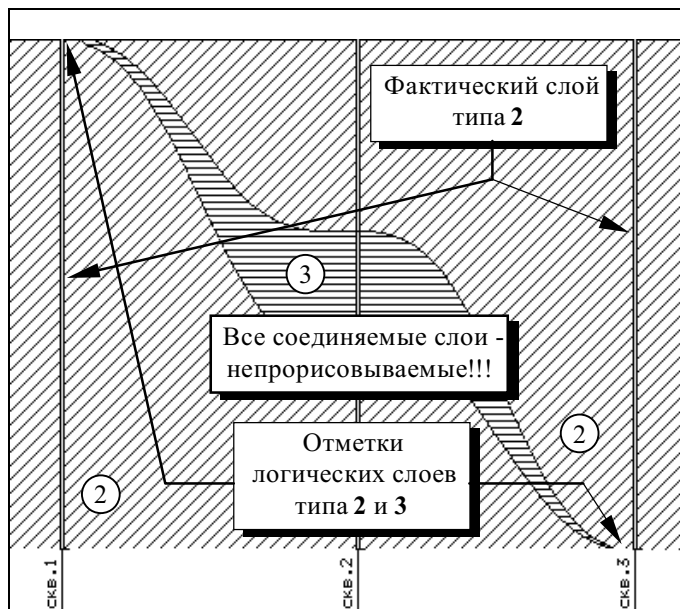


Рис. 27 Пример изменения типа пар опорных точек

Таким образом, с помощью изменения типа опорных пар соединяемых слоев Пользователь может определить трассировку слоев, т.е. соединение или разрыв слоев между выработками.

6.5. Обмен отметками между парами опорных точек одного типа грунта

При наличии на площадке нескольких соединяемых слоев одного типа грунта определение соответствия исходных слоев, введенных в литологической колонке выработки, соединяемым слоям производится системой формально и может не соответствовать представлениям специалиста.

На Рис.28 приведен пример неверного исходного присвоения отметок при создании фактических слоев.

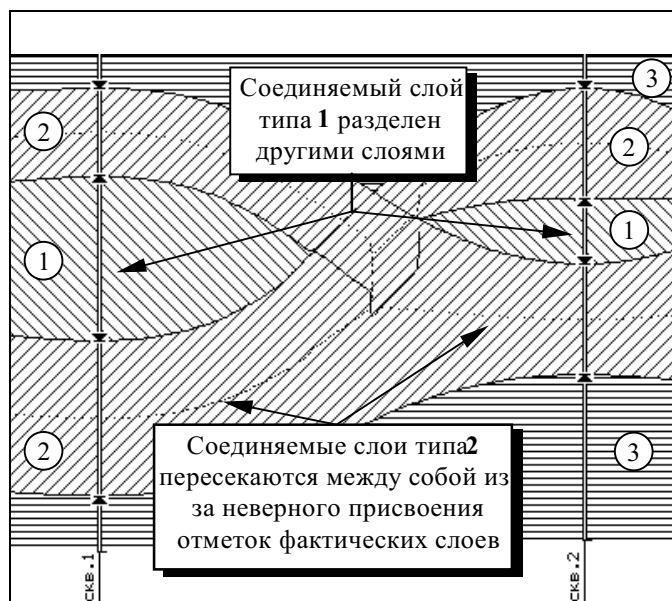


Рис. 28 Пример неверной трассировки слоев

На площадке существует один соединяемый слой типа 1 и по два соединяемых слоя типа 2 и 3. Оба соединяемых слоя типа 2 являются прорисовываемыми. Одному из них принадлежит верхний фактический слой на выработке *скв.1* и нижний фактический слой на *скв.2*. Другому соединяемому слою того же типа принадлежат другие фактические слои на *скв.1* и *скв.2*. В результате, оба соединяемых слоя типа 2 пересекаются между собой и с соединяемым слоем типа 1, разделяя его, а верхний слой типа 3 просыпается до поверхностей кровли обоих слоев.

Операция обмена отметками между парами опорных точек одного типа грунта заключается в том, что на выработке пары опорных точек соединяемых слоев одного типа грунта могут менять принадлежность соединяемым слоям, независимо от типа пар. Таким образом, каждый соединяемый слой может стремиться соединиться с тем или другим фактическим, логическим или дубль-слоем на выработке.

Результат обмена отметками между двумя фактическими слоями типа 2 на выработке *скв.2* приведен на Рис.29.

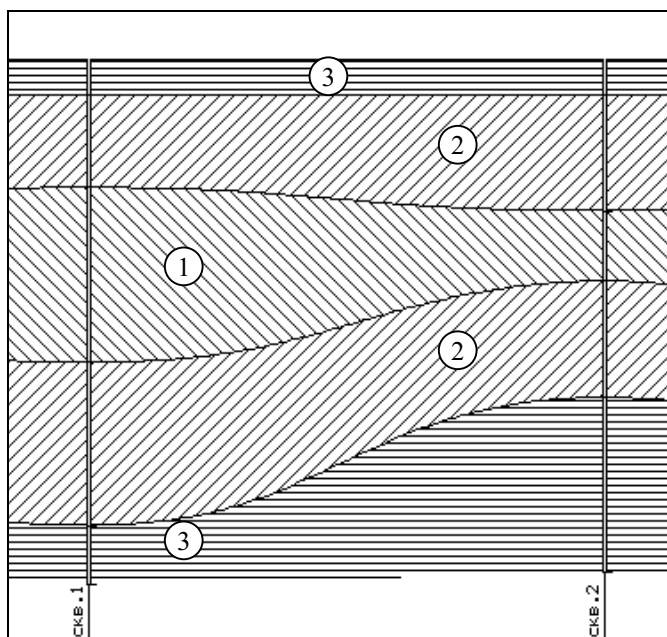


Рис. 29 Трассировка слоев после обмена отметками между слоями

В результате обмена верхний фактический слой типа **2** на **СКВ.1** соединяется с верхним фактическим слоем на **СКВ.2**, а нижний - с нижним. Кроме того, при отсутствии помех успешно соединяется слой типа **1**, и корректируется подошва верхнего слоя типа **3**.

Таким образом, операция обмена отметками между парами опорных точек позволяет Пользователю изменять трассировку соединяемых слоев между выработками.

6.6. Копирование соединяемых слоев

Определение общего числа и типов соединяемых слоев на площадке определяется по литологическим колонкам исходных выработок. Число соединяемых слоев одного типа грунта определяется по максимальному числу исходных слоев во всех выработках. В отдельных случаях исходного числа соединяемых слоев одного типа недостаточно для успешной корректировки границ между слоями на разрезах. Пример недостатка числа соединяемых слоев приведен на Рис.30.

На площадке существует два соединяемых слоя типа **3** и по одному слою типа **1** и **2**. Соединяемые слои типа **1** и **2** пересекаются между собою. Один из слоев, в данном случае - типа **2**, разрывает пересекаемый слой. Верхний слой типа **3** просыпается до поверхностей кровли слоев типа **1** и **2**. Пары опорных точек всех соединяемых слоев на обеих выработках являются фактическими слоями и корректировке не подлежат.

Очевидно, что один из двух пересекающихся слоев на разрезе должен быть разорван другим. Система CREDO_GEO не может автоматически определить какой из слоев должен разрываться, а какой - соединяться. Приведенный пример иллюстрирует неопределенность геологического строения площадки, решить которую может только специалист-геолог.

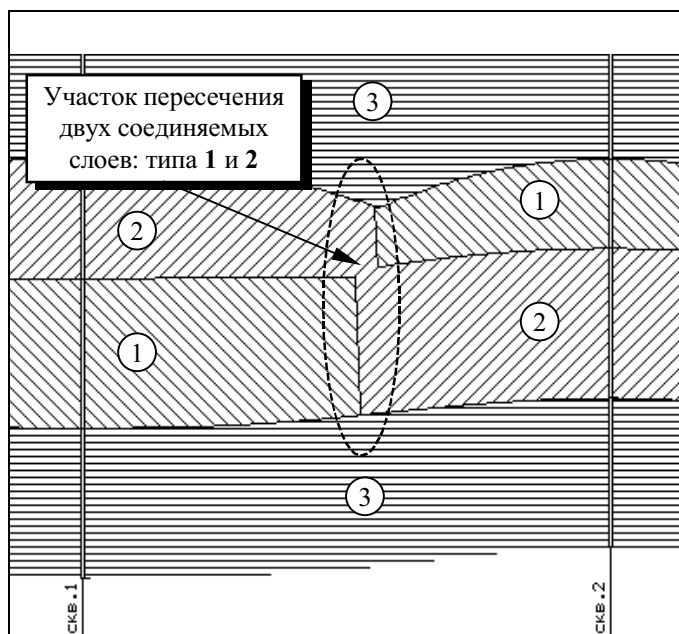


Рис. 30 Пример пересечения разных соединяемых слоев

Принцип разрыва соединяемого слоя в системе CREDO_GEO заключается в следующем:

- выбранный слой **копируется**, т.е. в список соединяемых слоев добавляется еще один слой того же типа грунтов;
- на всех выработках создаются пары опорных точек для добавленного соединяемого слоя. Создаваемые пары опорных точек могут иметь тип логических, фактических или дубль-слоев;
- выбранный и добавленный соединяемые слои устанавливаются прорисовываемыми, после чего Пользователь может провести корректировку отметок или типов пар опорных точек.

Предположим, что между выработками *скв.1* и *скв.2* на Рис.30 слой типа 2 должен остаться непрерывным. В этом случае необходимо выполнить операцию копирования разрываемого слоя типа 1. Пример его и последующей корректировки отметок опорных точек созданных логических слоев приведен на Рис.31.

В результате копирования слоя один из двух соединяемых слоев типа 1 имеет на *скв.1* логический слой, а на *скв.2* - фактический. Второй слой того же типа имеет на *скв.1* фактический, а на *скв.2* - логический слой. Отметки логических слоев могут быть откорректированы Пользователем для определения границ выклинивания соединяемых слоев. Для отказа от разрыва слоя типа 1 на обеих выработках нужно сдублировать пары опорных точек и провести операцию разрыва слоя типа 2.

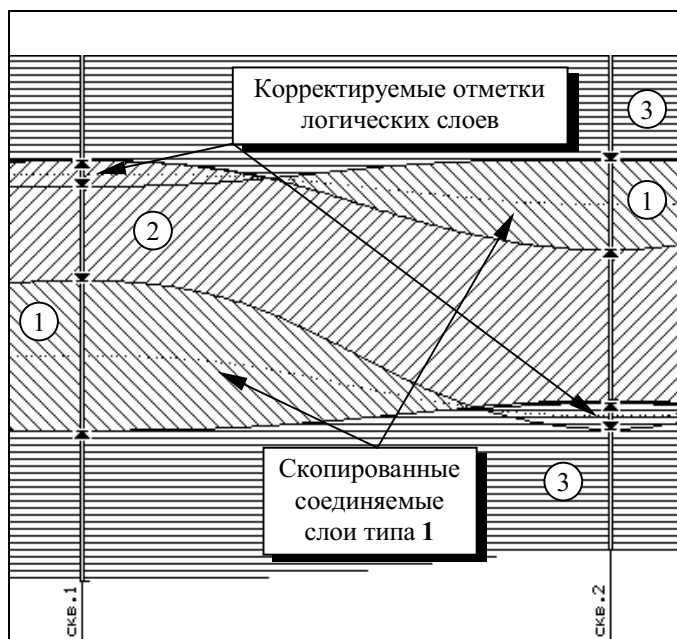


Рис. 31 Пример копирования слоя и разложения слоев

Таким образом, копирование соединяемых слоев позволяет Пользователю разрывать пересекающиеся слои, т.е. изменять трассировку соединяемых слоев между выработками.

6.7. *Корректировка дополнительных параметров выработок*

Как было указано выше в системе CREDO_GEO определены следующие дополнительные параметры для исходных выработок:

- **“скрытая” - “нескрытая”**. Параметр определяет влияние выработки на создаваемую объемную геологическую модель местности. Пары опорных точек скрытой выработки не участвуют в расчете интерполированных поверхностей. Скрытая выработка не влияет на геологическое строение, однако может выбираться в разрез и прорисовываться на нем. Данные по нескрытой выработке учитываются при построении и корректировке разрезов;
- **“видимая” - “невидимая”**. Параметр определяет прорисовку выработки на разрезе. Видимая выработка прорисовывается на разрезе, если она попадает в полосу близких или снесенных выработок разреза. Невидимая выработка не будет прорисовываться ни на каких разрезах, независимо от ее расстояния до дополнительных точек геометрии разрезов. Параметр прорисовки выработки не связан с параметром влияния выработки, невидимая выработка может быть нескрытой и участвовать в создании и корректировке модели. Невидимые выработки также могут участвовать в создании Пользователем геометрии разреза;
- **“глубокая” - “неглубокая”**. Параметр определяет возможность корректировки Пользователем литологической колонки выработки ниже ее забоя в процессе корректировки ОГМ. Глубокая выработка своим забоем определяет глубину разреза вблизи выработки, ниже забоя не может быть никаких литологических слоев. В неглубокой выработке литологическая колонка ниже забоя может быть откорректирована Пользователем, т.е. отметка подошвы нижнего слоя может быть опущена ниже, а под нею могут быть добавлены другие слои. На чертеже разреза

колонка выработки будет прорисовываться только до отметки забоя. Отметки литологических слоев выше забоя неглубокой выработки могут корректироваться только при вводе и корректировке литологии исходной выработки.

Исходное определение дополнительных параметров выработок производится по следующим правилам:

- все вводимые исходные выработки устанавливаются видимыми и глубокими;
- выработки, в которых введен хотя бы один литологический слой, устанавливаются нескрытыми;
- выработки, не имеющие литологических слоев, устанавливаются скрытыми.

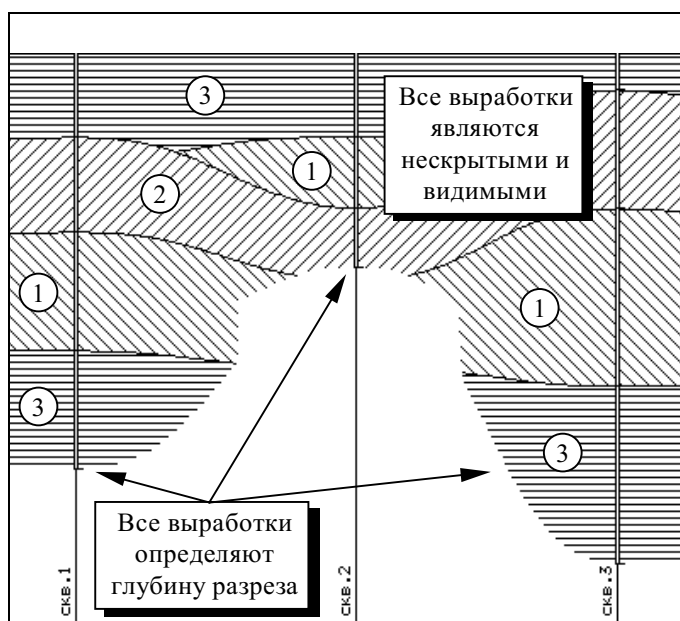


Рис. 32 Исходная установка параметров выработок

Практически все дополнительные параметры выработок могут корректироваться Пользователем. Исключением являются скрытые выработки, в которых отсутствуют литологические слои. Параметр влияния таких выработок не может быть изменен.

На предыдущем примере были введены следующие изменения параметров выработок:

- выработка **скв.3** установлена невидимой;
- выработка **скв.2** установлена неглубокой, и откорректированы отметки соединяемых слоев ниже забоя. Подробнее описание корректировки литологии неглубоких выработок будет приведено ниже.

Результат изменения параметров влияния и прорисовки выработок приведен на Рис.33.

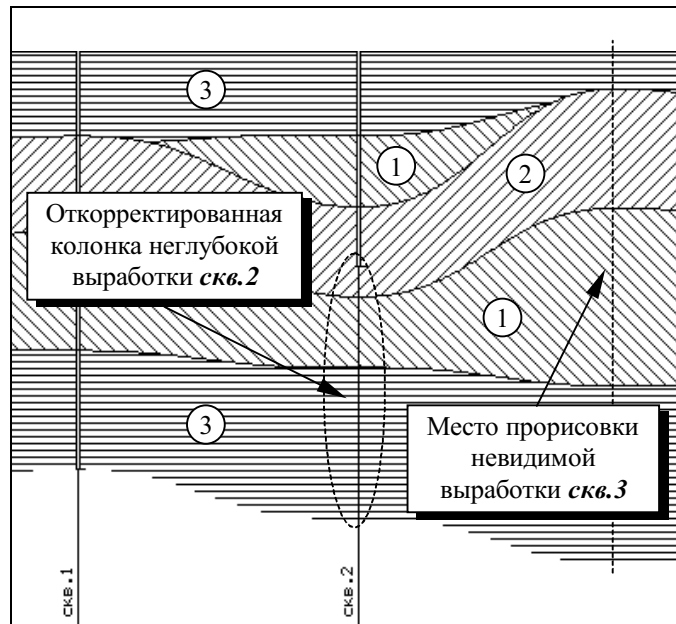


Рис. 33 Пример невидимой и неглубокой выработок

Любая исходная нескрытая выработка может быть переведена в скрытую. На Рис.34 приведен пример перевода выработки *св.2* в скрытую.

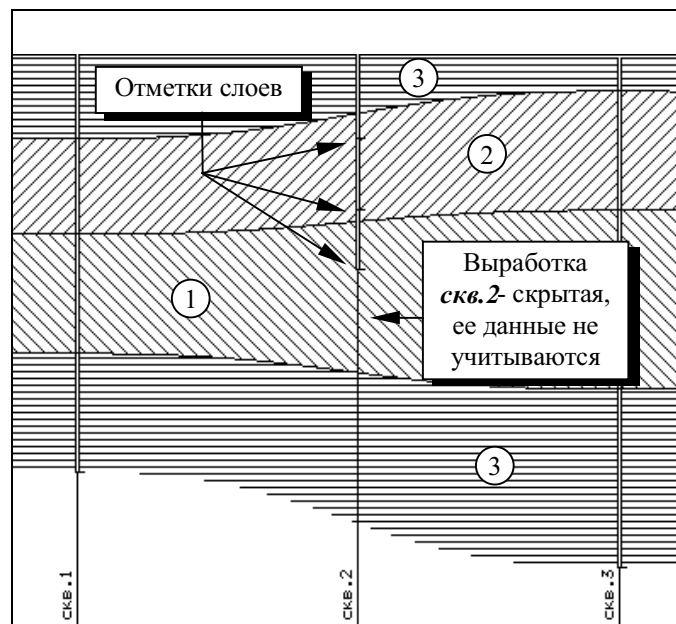


Рис. 34 Пример скрытия выработки

Таким образом, корректировка дополнительных параметров выработок позволяет не учитывать какие-либо выработки, не прорисовывать их на разрезах, либо дает возможность корректировать границы между слоями на разрезах у неглубоких выработок.

6.8. Корректировка отметок ниже забоя неглубоких выработок

Как было сказано выше, Пользователь может корректировать литологическую колонку выработки ниже забоя после установки ее неглубокой. Корректировка колонки заключается в изменении типа пар опорных точек соединяемых слоев, расположенных ниже забоя выработки, с логического на фактический или дубль-слой, с последующей корректировкой отметок их кровли и подошвы.

На Рис.35 приведен пример прорисовываемых соединяемых слоев, имеющих логические слои на неглубокой выработке.

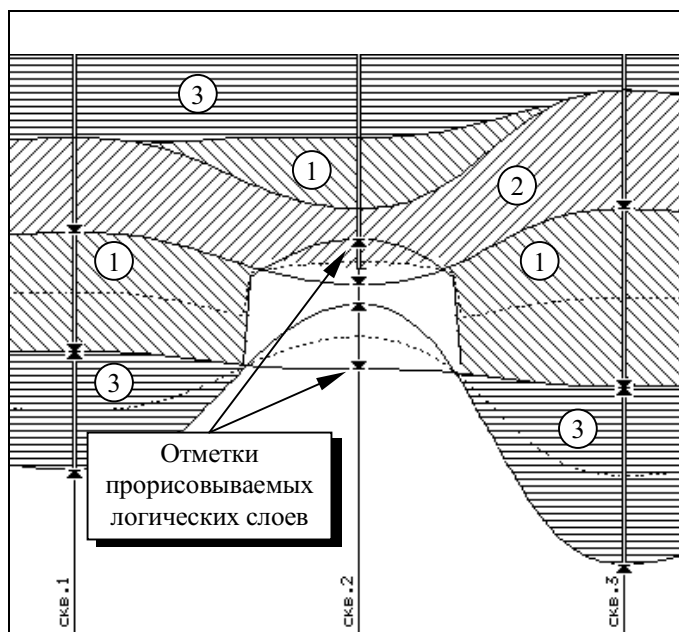


Рис. 35 Логические слои неглубокой выработки

Изменение типа происходит при “перевороте” отметок, т.е. при установке отметки кровли выше отметки подошвы. Для переворота можно изменять отметку кровли или подошвы, при этом некорректируемая отметка должна располагаться ниже забоя неглубокой выработки. Пример переворота отметок слоя типа 1 приведен на Рис.36.

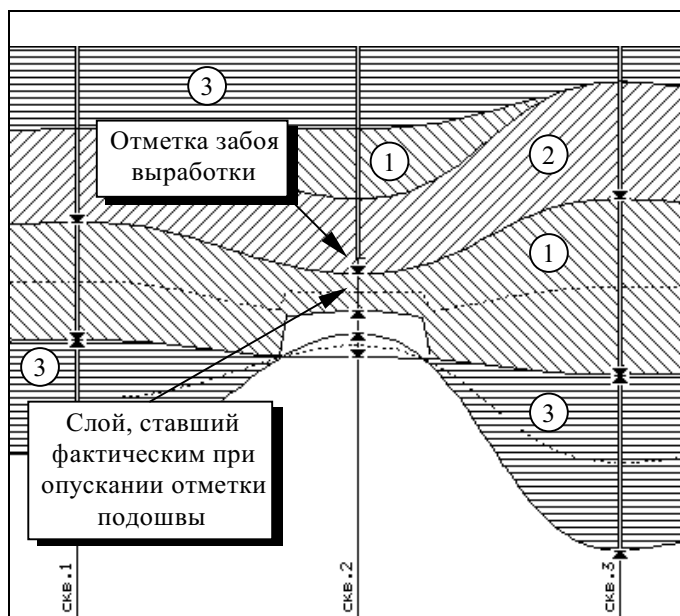


Рис. 36 Пример переворота отметок логического слоя

При перевороте отметок слой становится фактическим и заполняет весь интервал между отметками кровли и подошвы. Отметки других пересекающихся фактических слоев изменяются по отметкам корректируемого слоя вплоть до перевода в логический слой. Возможный разрыв между верхним фактическим и корректируемым слоями заполняется верхним слоем. Отметки фактических слоев, лежащих ниже забоя выработки доступны для корректировки, в том числе и для переворота отметок и превращения слоя в логический.

Кроме того, для корректировки доступна отметка подошвы нижнего исходного слоя в колонке. Отметка подошвы может быть установлена ниже отметки забоя выработки.

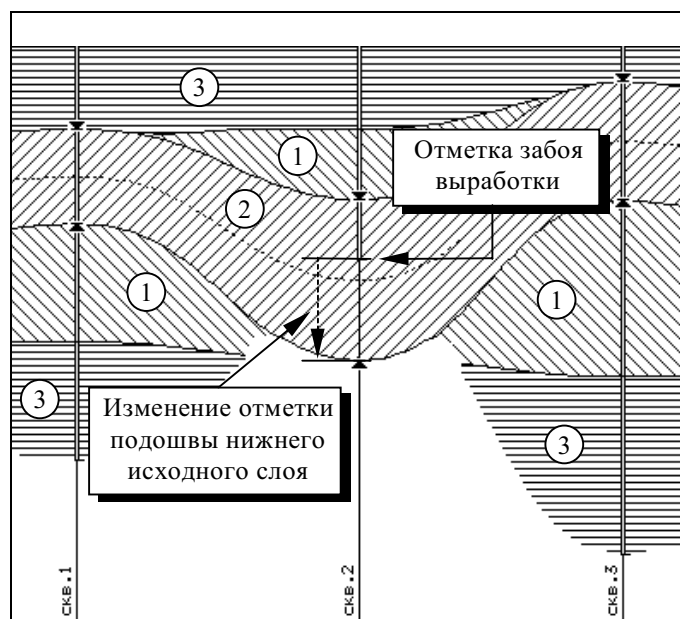


Рис. 37 Корректировка подошвы нижнего исходного слоя

При переводе неглубокой выработки, литология которой откорректирована Пользователем, в глубокую выработку отметка подошвы нижнего исходного слоя

устанавливается по отметке забоя, а отметки всех фактических и дубль-слоев, расположенных ниже забоя, переворачиваются между собой и слои переводятся в логические.

Таким образом, в неглубоких выработках отметки любых слоев, расположенных ниже забоя выработки, доступны для корректировки, что позволяет Пользователю откорректировать литологическую колонку неглубокой выработки по собственному представлению о строении площадки.

В подавляющем большинстве случаев вышеприведенных методов корректировки объемной геологической модели достаточно для достижения “верного” положения границ между слоями.

Процесс корректировки Пользователем объемной геологической модели местности прекращается после достижения удовлетворительного положения границ между слоями на всех созданных инженерно-геологических разрезах.

После окончания корректировки производится создание чертежей разрезов и/или экспорт геологического строения площадки в доступные системы проектирования.

Построение чертежей и экспорт данных

Назначение данного этапа заключается в выполнении следующих функций:

- создание чертежей инженерно-геологических колонок;
- экспорт данных по литологической колонке в заданной точке площадки;
- создание чертежей инженерно-геологических разрезов;
- экспорт данных по границам между слоями в заданном разрезе в доступные системы проектирования.

Для создания чертежей колонок и разрезов в системе CREDO_GEO осуществляется запись DXF-файлов с нужным видом чертежа. Каждый чертеж записывается системой в DXF-файле с введенным Пользователем уникальным именем и стандартным расширением. Созданные DXF-файлы могут быть загружены в систему AutoCAD версий 10,..., 14 для возможной доработки и вывода на бумагу.

Текущая версия системы CREDO_GEO поддерживает экспорт данных по геологическому строению заданного разреза в систему CAD_CREDO, экспорт геологического строения площадки в системы CREDO_TER, CREDO_MIX и CREDO_PRO.

Создание чертежа колонки

Задача создания чертежей инженерно-геологической колонки достаточно сложна, т.к. в каждой организации может быть свой вид, и не единственный, оформления подобных чертежей. Создание модуля для гибкого оформления чертежа колонки не предусматривается в данной версии системы CREDO_GEO. Пользователям предлагаются три наиболее общих вида оформления чертежа колонки, с возможностью установления масштаба чертежа.

Графики и отметки замеров по глубине прорисовываются вправо от колонки с заданным Пользователем размером столбца и заголовком замеров. Чертеж колонки записывается в DXF-файле. Доработка и вычерчивание чертежа осуществляется в системе AutoCAD версий 10,...,14.

Создание чертежа разреза

Запись DXF-файла с чертежом построенного текущего разреза производится Пользователем после достижения удовлетворительного положения границ между слоями на разрезе.

По своей структуре создаваемый исходный DXF-файл с чертежом разреза состоит из следующих элементов, см. Рис.38:

1. Заголовок разреза.
2. Обозначение горизонтального и вертикальных масштабов.
3. Вертикальная масштабная линейка.
4. Заголовок подвала (шапки) чертежа разреза.
5. Обозначение выработок, заданных точек геометрии разреза и точек пересечения разрезов в подвале чертежа.
6. Прорисовка на разрезе литологических колонок и данных по гидрогеологии, интервалам консистенции, степени влажности, опробованию в выработках.
7. Границы между слоями на разрезе.
8. Поверхности горизонтов подземных вод.
9. Дополнительный левый и правый участки с горизонтальными границами между слоями.

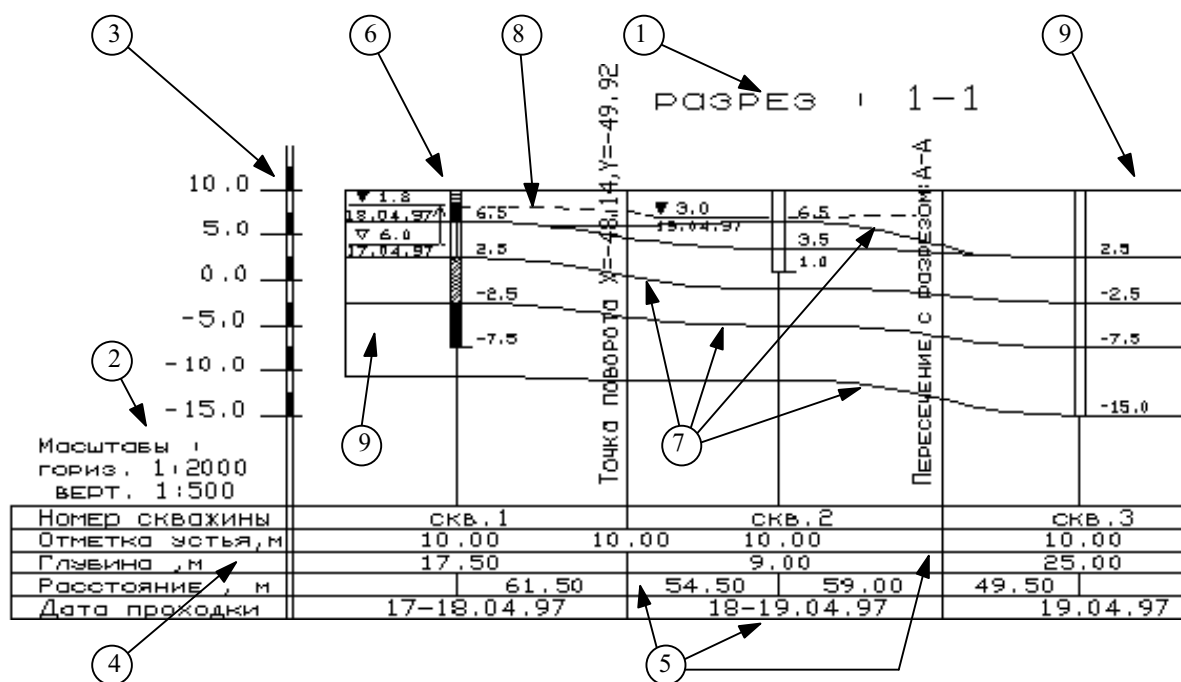


Рис. 38 Структура DXF-файла с чертежом разреза

На представленном разрезе данные по опробованию не введены, а данные по консистенции и степени влажности введены только на выработке **сква.1**. На исходном чертеже не подписаны генезис и номера элементов, а также не заштрихованы слои. Для доработки чертежа разреза разработаны специальные приложения в AutoCAD'е.

Так как на уже созданном чертеже изменение принципов оформления и масштаба разреза затруднено, Пользователю рекомендуется задать или проверить текущие значения масштабов чертежа разреза и параметры оформления чертежа перед записью DXF-файла. Рассмотрим все составляющие чертежа разреза и возможности их корректировки до создания DXF-файла.

1. Заголовок разреза прорисовывается автоматически по центру над разрезом и не имеет каких-либо параметров установки.
2. Обозначение горизонтального и вертикальных масштабов. В системе определяются следующие масштабы:
 - горизонтальный масштаб разреза;
 - вертикальный масштаб профиля дневной поверхности разреза (рельефа);
 - вертикальный масштаб геологии разреза.

Наиболее часто вертикальные масштабы профиля и геологии совпадают, однако в некоторых видах линейных изысканий принято работать с разными вертикальными масштабами. **Значения масштабов должны быть определены Пользователем перед созданием DXF-файла.**

3. Вертикальная масштабная линейка создается только если совпадают вертикальные масштабы профиля и геологии. В системе возможно изменение значение шага оцифровки масштабной линейки, через который на линейке будут проставляться абсолютные отметки.

4. Заголовок подвала (шапки) чертежа разреза. В настоящей версии системы CREDO_GEO изменить подвал невозможно, однако разработчиком рассматривается вопрос создания настраиваемого Пользователем подвала.
5. Обозначение выработок, заданных точек геометрии разреза и точек пересечения разрезов в подвале чертежа принимается в соответствии с заголовком подвала.
6. Прорисовка на разрезе литологических колонок и данных по гидрогеологии, интервалам консистенции, степени влажности и опробованию в выработках. В настоящее время на чертеже разреза автоматически прорисовываются все введенные исходные данные по литологии, гидрогеологии, консистенции, степени влажности и опробования в выработке за исключением замеров по глубине в опробовании. Интервалы консистенции, степени влажности и дискретные пробы прорисовываются на разрезе принятыми видами условных обозначений. Границы между литологическими слоями могут подписываться на чертеже либо по глубине, либо по абсолютной отметке, что определяется установкой Пользователем соответствующего параметра.
7. Границы между слоями на разрезе. Типы линий, образующие границы между слоями на разрезе, содержат информацию о генезисе, номере ИГЭ и типе штриховки соответствующих слоев. Для обеспечения корректного и удобного выполнения штриховки слоев на разрезе для каждого слоя создается два типа линий:
 - линии кровли слоя, прорисовываемые на чертеже разреза **синим** цветом. “Синие” линии используются при штриховке слоев и после доработки чертежа отображают непосредственно границы между слоями разнолитотипа;
 - вспомогательные линии слоев, прорисовываемые на чертеже разреза **красным** цветом. “Красные” линии составляют боковые и нижние границы замкнутого контура слоя, а также выделяют поля внутри колонок, которые не нужно штриховать. “Красные” линии существуют у всех слоев, у внутренних слоев “красные” линии не видны за “синими” линиями кровли нижних слоев. У слоев, состоящих из нескольких дубль-слоев, “красные” линии могут иметь произвольное расположение внутри слоя. После окончания штриховки слоев и перед выводом чертежа разреза на бумагу “красные” линии удаляются с помощью выполнения специально разработанной функции. После удаления нижние литологические слои не будут иметь границ подошвы.

Множество границ обоих типов образует замкнутый контур слоя, внутри которого может быть корректно проведена штриховка слоя. Пользователю не рекомендуется самостоятельно корректировать “красные” и “синие” границы, т.к. это может нарушить замкнутость контуров и привести к невозможности штриховки слоя.
8. Поверхности горизонтов подземных вод. Поверхности прорисовываются отдельными отрезками заданного цвета. В текущей версии не предусмотрено какой-либо корректировки типа прорисовки поверхностей.
9. Дополнительный левый и правый участки с горизонтальными границами между слоями. Данный элемент оформления может создаваться на разрезах, геометрия которых создавалась Пользователем по выработкам или точкам на плане. Разрез на Рис.38 создавался непосредственно от выработки **скв.1** до **скв.2**. Левое и правое окончания разрезов представляют собой горизонтальное продолжение границ между слоями, определенных в соответствующих крайних точках. При отказе

Пользователя от прорисовки любого из окончаний край разреза будет соответствовать крайней точке геометрии разреза.

В настоящее время продолжается разработка модулей, позволяющих Пользователю гибко настроить оформление создаваемых чертежей разрезов.

Экспорт данных по геологии в систему CAD_CREDO

В системе проектирования автодорог CAD_CREDO и в системе обработки линейных изысканий CREDO_LIN, разработанных НПК "КРЕДО-ДИАЛОГ", существуют модули, позволяющие вводить данные по выработкам, создавать и корректировать чертежи инженерно-геологических разрезов по проектируемым трассам.

Для исключения двойного ввода исходных данных система CREDO_GEO позволяет экспортировать данные по геологическому строению выбранного разреза в CAD_CREDO и CREDO_LIN. Обе системы работают по принципу “каталог”-“объект”, т.е. в одном каталоге находится одна трасса и, соответственно, данные по одному продольному инженерно-геологическому разрезу. Для экспорта данных по текущему разрезу из системы CREDO_GEO Пользователю необходимо выбрать нужный подкаталог с объектом, созданным в системах CAD_CREDO или CREDO_LIN. Привязка к каталогу осуществляется по файлу PL.DAN, содержащему данные по геометрии проектируемого линейного объекта в плане.

Пользователю необходимо самостоятельно следить за соответствием геометрии разреза в CREDO_GEO и линейного объекта в CAD_CREDO или CREDO_LIN.

Так как модуль по созданию и корректировке чертежей инженерно-геологических разрезов в системах CAD_CREDO или CREDO_LIN имеет ограниченные, по сравнению с CREDO_GEO, возможности по структуре и количеству исходных данных, а также не позволяет создавать объемную геологическую модель местности, то при экспорте происходит потеря некоторых видов информации.

В данные по грунтам не передаются генезис, номер ИГЭ и тип штриховки.

По выработкам не передаются:

- данные по литологическому описанию слоев;
- отметки подошвы литологических слоев, если слоев в выработке больше 15-ти;
- данные по гидрогеологии, кроме отметки и даты установившегося уровня первого горизонта грунтовых вод;
- интервалы по консистенции и степени влажности;
- данные по опробованию.

В CAD_CREDO и CREDO_LIN экспортируются все прорисованные близкие выработки. Данные по снесенным выработкам не экспортируются. Каждая дополнительная точка геометрии разреза в CREDO_GEO может экспортироваться как фиктивная выработка, однако большое количество исходных и фиктивных выработок затрудняет просмотр и корректировку разрезов в CAD_CREDO или CREDO_LIN. Пользователь может изменить максимальное количество экспортируемых фиктивных выработок. При ограниченном экспорте дополнительных точек происходит заметное огрубление границ между слоями на разрезах. Точки пересечения разрезов и точки поворота не экспортируются.

Экспорт данных по геологии в системы CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX

При наличии данных по объемной геологической модели на площадке, прорисовка геологического строения заданного линейного объекта не требует какого-либо дополнительного экспорта из системы CREDO_GEO и выводится автоматически. Кроме того, возможен экспорт в CREDO_TER или CREDO_MIX данных **по опробованию** для построения плана опробования в изолиниях. При корректировке разреза Вы можете произвести **экспорт точек** в CREDO_TER, CREDO_MIX для построения по этим точкам поверхности.

Возможности и ограничения системы CREDO_GEO

Методические ограничения

Под методическими ограничениями понимаются особенности методик, используемых в процессе создания и корректировки объемной геологической модели, создаваемой в CREDO_GEO. Объемная геологическая модель местности имеет следующие методические ограничения:

- *представление ОГМ с помощью вертикальных разрезов*, построенных по дискретным дополнительным точкам, в промежутке между которыми границы строятся прямыми линиями имеет некоторую погрешность. Литологическая колонка, интерполированная в точке между двумя дополнительными точками, может отличаться от линейной интерполяции границ слоев. Влияние данного ограничения уменьшается с уменьшением значения шага интерполяции разреза;
- *общая форма границ между слоями на разрезах*, представленная на Рис.11. Границы определяются формой интерполированных поверхностей кровли и подошвы соединяемых слоев. Поверхности являются субгоризонтальными и при значительной разности между абсолютными отметками соседних выработок имеют форму, близкую по виду к синусоиде. Форма поверхностей является следствием создания объемной модели, определяется расчетом коэффициентов влияния выработок и не может изменяться Пользователем в системе CREDO_GEO. Корректировка непосредственно границ между слоями в некоторых пределах возможна при доработке чертежа в AutoCAD'e;
- *отклонение границ между слоями от отметок слоев на исходных выработках*. Данное отклонение может иметь две причины:
 1. Координаты исходной выработки не совпадают с координатами дополнительной точки, на которой прорисована выработка. В данном случае данные по слоям в литологической колонке, интерполированной в дополнительной точке, могут несколько отличаться от данных в исходной выработке. Указанная причина является естественной и не должна корректироваться.
 2. Координаты дополнительной точки совпадают с координатами исходной выработки, но, вследствие большого перепада отметок слоя между выработками, влияющими на расчет колонки в точке, появляется незначительное отклонение отметки интерполированной границы от исходных данных. Указанная причина также определяется расчетом коэффициентов влияния выработок и не может изменяться Пользователем в системе CREDO_GEO. Корректировка границ между слоями вблизи выработок также возможна при доработке чертежа в AutoCAD'e.

Методические ограничения подробнее рассматривались в разделе корректировки объемной геологической модели.

Физические ограничения системы CREDO_GEO

Под физическими ограничениями понимается количество и размерность различных видов исходных и вспомогательных данных, обрабатываемых в системе. В Таблице 2 приведены данные по исходным и вспомогательным данным системы CREDO_GEO.

Таблица 2.

Наименование данных	Тип данных	Количество данных или размер выделяемой оперативной памяти
Данные по спискам грунтов		
Количество элементов в списках грунтов	---	не ограничено
Глобальный список грунтов	---	77 * N байт
Локальный список грунтов	---	77 * N байт
Данные по списку соединяемых слоев на площадке		
Максимальное число соединяемых слоев	---	до 200
Длина элемента списка	---	47 байт
Размер списка соединяемых слоев	---	9400 байт
Данные по элементу локального или глобального списка грунтов		
Наименование элемента	строка	14 символов
Генезис элемента	строка	14 символов
Номер ИГЭ	строка	4 символа
Тип штриховки в AutoCAD'е	строка	14 символов
Размер одного элемента без VAR-данных	---	77 байт
Данные по заголовку выработки		
Наименование	строка	15 символов
Дата начала проходки	строка	8 символов
Дата конца проходки	строка	8 символов
Размер заголовка выработки	---	102 байта
Данные по литологии в выработке		
Количество слоев в колонке	---	до 50-ти слоев
Общий размер списка слоев	---	401 байт
Данные по гидрогеологии в выработке		
Число горизонтов подземных вод	---	до 8-ми
Дата появившегося уровня	строка	8 символов
Дата установившегося уровня	строка	8 символов
Общий размер данных по гидрогеологии	---	248 байт
Данные по консистенции и степени влажности в выработке		
Количество интервалов	---	до 50-ти
Размер данных по 1-му интервалу	---	13 байт
Общий размер данных по консистенции	---	(13 * N + 2) байт
Данные по типам опробования в системе		
Общее количество типов опробования	---	до 25 типов
Данные по опробованию в выработке		
Наименование дискретной пробы	строка	8 символов
Размер данных по одной пробе или замеру	---	24 байта
Максимальное число замеров или проб	---	до 500 замеров или проб
Общий размер данных по опробованию	---	(24 * N + 2) байт
Данные по парам опорных точек соединяемых слоев в выработке		
Данные по одной паре опорных точек	---	22 байта
Размер списка соединяемых слоев	---	до 200 слоев
Общий размер данных по опорным точкам	---	(22 * N + 2) байт
Полные данные по выработке		
Размер выработки без VAR-данных	---	до 17800 байт
Данные по разрезам на площадке		
Количество разрезов на площадке	---	не ограничено
Заголовок разреза		
Наименование разреза	строка	25 символов
Размер заголовка разреза	---	245 байт
Данные по точкам геометрии разреза		
Число исходных и дополнительных точек	---	не менее 50-ти
Размер данных по одной точке	---	74 байта
Размер данных по геометрии разреза	---	не менее 3700 байт
Данные по разрезу		
Размер данных по одному разрезу	---	не менее 4 Кбайт

Вся информация в системе в текущем сеансе работы располагается в оперативной памяти компьютера. Данные из вышеуказанной таблицы могут применяться Пользователем при расчете необходимых размеров оперативной памяти для работы с заданным количеством исходных данных.

Например, при вводе максимально полной информации по выработке, с учетом литологического описания слоев одна выработка занимает примерно 25 Кбайт в оперативной памяти. При наличии 32 Мбайт оперативной памяти и отсутствии данных по ЦММ для работы системы понадобится максимум 2 Мбайта, следовательно, в оставшихся 30 Мбайтах оперативной памяти можно работать с объектом, содержащим 1000-1200 выработок.

В средних условиях, при наличии до 50 соединяемых слоев на площадке, 5-7 слоев и интервалов консистенции или степени влажности в выработке и 50 замеров по опробованию каждая выработка занимает примерно 3,2 Кбайта, при этом максимальное количество выработок на объекте возрастает до 7000 - 9000 штук.

Наибольший размер в памяти занимают данные по выработкам. Размер данных по спискам грунтов и списку соединяемых слоев практически не существен. Размер данных по разрезам увеличивается при создании разрезов по трассам, так как в таких разрезах создается большее число дополнительных точек.

Объем необходимой дисковой памяти для сохранения данных примерно равен объему выделяемой для работы оперативной памяти компьютера.

Неструктурированные данные (НД)

Понятие *неструктурированные данные*, или *VAR-данные*, введено Разработчиком для эффективного решения проблем, возникающих в процессе модернизации программы. Вопрос создания и эксплуатации СУБД по инженерной геологии до сих пор остается нерешенным, так как довольно сложно создать единую приемлемую для всех Пользователей структуру геологической информации. Для снятия остроты данного вопроса в системе CREDO_GEO предусмотрено использование неструктурированных данных.

НД представляют собой список записей, состоящих из задаваемых системой, либо определяемых Пользователем, наименования переменной, ее значения и комментария.

Наименование переменной представляет собой строку длиной до 12 символов. В наименовании могут применяться различные символы, кроме "\$"- все имеющие его переменные являются *системными*, создаются для внутренних целей и недоступны для корректировки или удаления Пользователем. Латинские символы автоматически переводятся в верхний регистр, т.е. в прописные символы.

Значение переменной представляет собой строку длиной до 40 символов. Значение может быть числовым с разделяющей точкой или текстовым. Автоматического изменения регистра символов не производится. При обращении к нужной переменной НД система автоматически определяет тип запрашиваемой информации, при отсутствии искомого наименования переменной она создается системой и ее значение устанавливается по умолчанию.

Комментарий представляет собой строку длиной до 80 символов. Комментарий никак не используется системой, а только описывает для справки Пользователю смысл указанной переменной.

В системе CREDO_GEO списки неструктурированных данных открыты для следующих видов информации:

- на весь объект;
- для каждого элемента списка грунтов;
- для каждой исходной выработки;
- конфигурация системы, также являющаяся списком НД.

Ниже будут рассмотрены имена переменных в списках НД, используемые в настоящей версии системы.

НД для каждого элемента списка грунтов

В настоящий момент в системе определены следующие переменные в НД по элементу списка грунтов:

- **N.??** - строки расширенного наименования грунта по порядку номеров. Количество строк не ограничено, однако номера строк не должны содержать строк и левых нулей:

N.1 , N.2 , ... , N.9 , N.10 и т.д.

Строки наименования грунта используются при просмотре и корректировке слоев в литологических колонках выработок. Кроме того, переменная **N.1** используется для определения полного наименования грунта при экспорте данных по разрезу в систему CAD_CREDO;

- **GRUPPA** - номер группы грунта по СНИП 4.02-91, используется при экспорте разреза в систему CAD_CREDO.

В дальнейшем развитии системы в НД по элементу списка грунтов планируется добавить возможность ввода информации для создания таблиц условных обозначений, форма которых будет определяться Пользователем.

НД для каждой исходной выработки

В настоящей версии системы список НД по выработке используется для ввода и хранения литологических описаний слоев. Это описание содержится в следующих системных переменных:

- **\$Nxx.yy**, где **xx** - номер слоя, **yy** - номер строки в слое. Список данных системных переменных создается и удаляется только при корректировке Пользователем литологического описания слоев.

Дальнейшее развитие предполагает создание гибкой настройки чертежа колонки с использованием НД по выработкам.

НД на весь объект

Все существующие переменные в НД по объекту являются системными и доступны Пользователю только для просмотра:

- **\$DEFNAME.xx** - строки, составляющие имя исходного OGM-файла без расширения, из которого был загружен объект и в который будет вестись автосохранение или записываться данные перед выходом из системы ;
- **\$DIR_OGM.xx** - строки, составляющие имя подкаталога, из которого загружалась цифровая модель местности и в котором могут сохраняться данные по измененной ЦММ.

Дальнейшее развитие системы определит структуру и характер использования НД по объекту.

Конфигурация системы

Конфигурация системы также является списком неструктурированных данных по объекту, но отличается от НД по объекту тем, что при запуске системы CREDO_GEO осуществляется подгрузка переменных конфигурации из файла **OGM_MAIN.CNF**, находящегося в подкаталоге комплекса. При отсутствии файла все переменные будут либо загружены из файлов *.OGM или *.CUT, либо приняты по умолчанию. При запуске системы проводится чтение файла конфигурации, удаление незначущей информации и загрузка существенных переменных в оперативную память. Структура файлов *.CNF будет описана ниже.

В текущей версии определены следующие переменные конфигурации системы:

- **INT.NUMP** - число учитываемых ближних скважин, [6];
- **INT.DEGR** - степенной коэффициент, используемый в расчете влияющих выработок, [2.00];
- **INT.KOEF** - вспомогательный коэффициент, используемый в расчете влияющих выработок, [10000.0];
- **SETGRN** - имя файла без расширения глобального списка грунтов, загружаемого по умолчанию;
- **VERWAT** - условная вероятность прорисовки горизонта ГВ между двумя выработками, содержащей и не содержащей данные по ГВ. При **VERWAT=0.3** горизонт ГВ будет прорисовываться примерно на 2/3 расстояния между выработками, [0.5];
- **INCR CUT** - исходное значение шага интерполяции разреза, [0.5]. Значение может быть откорректировано для каждого разреза в заголовке;
- **LENMIN** - исходная ширина полосы близких выработок разреза, далее может корректироваться в заголовке разреза, [10.00];
- **LENMAX** - исходная ширина полосы снесенных выработок на разрезах, может корректироваться в заголовке разреза, [25.00];
- **MAXVCUT** - исходная максимальная вертикальная отметка разреза, далее может корректироваться в заголовке разреза;
- **MINVCUT** - исходная минимальная вертикальная отметка разреза, далее может корректироваться в заголовке разреза;
- **INCRY** - исходное значение шага оцифровки вертикальной масштабной линейки в м., [2.0];
- **SCALEX** - исходный знаменатель горизонтального масштаба чертежей разрезов, далее может корректироваться в заголовке разреза, [500];
- **SCALEY** - исходный знаменатель вертикального масштаба профиля чертежей разрезов, далее может корректироваться в заголовке разреза, [100];
- **SCALEG** - исходный знаменатель вертикального геологического масштаба чертежей разрезов, далее может корректироваться в заголовке разреза, [100];
- **CAD-CREDO** - максимальное количество выработок, экспортируемых в систему CAD_CREDO, [20];

- **SKV_UZ.xx** - строки со списком (через запятую) внутренних номеров условных знаков, используемых для прорисовки выработок на плане.

Список неструктурированных данных по конфигурации программы наиболее часто используется разработчиком для взаимодействия системы с Пользователем в процессе создания чертежей разрезов и колонок. Все изменения параметров записаны в последнем созданном файле OGM_MAIN.CNF, находящемся в подкаталоге комплекса \CREDO\CMM.

Структура CNF-файлов

В процессе работы Пользователь может записать VAR-данные по любому списку в файлы *.CNF, и/или подгрузить их из других, ранее созданных файлов. Файлы создаются в текстовом виде и могут корректироваться любым доступным Пользователю текстовым редактором. Принципы организации файла заключаются в следующем:

- строка игнорируется, если в ней отсутствует символ '=', все пробелы в строке до него опускаются;
- до символа '=' располагается наименование переменной, после символа ее значение;
- информация в строке, находящаяся правее символа ';' является комментарием;
- в случае появления синтаксических ошибок в строке значение определяемой переменной принимается по умолчанию, однако строка сохраняется в памяти;
- если наименование запрашиваемой программой переменной не обнаружено в списке, то ее наименование добавляется в список и в текущем сеансе работы Пользователь может изменить ее значение.

Пользователь может подготовить при корректировке неструктурированных данных по элементу списка грунтов нужный состав переменных, записать его в какой-либо CNF-файл, а затем подгрузить данные переменные для каждого элемента списка грунтов и откорректировать их значения для каждого элемента.