

Создание и редактирование геологической модели

Программа: Стратиграфия

Файл: Demo_manual_39.gst

Введение

Данное инженерное руководство призвано пояснить основы работы с программой "Стратиграфия", Принцип моделирования заключается в создании геологической модели грунта с привлечением всех данных по инженерно-геологическим изысканиям.

В обычных условиях обычно хватит задать скважины и полевые испытания, выполненные на строительной площадке, создать по ним геологические профили, после чего программа построит соответствующую модель.

В более сложных условиях в сгенерированную модель приходится вводить изменения, чтобы получить реальную картину, точнее, приближённую к реальности в представлениях геолога. С этой целью, напр., выполняется редактирование слоёв (расширение, объединение, деление) или создаются геологические аномалии (линзы грунта, геологические сбросы....) Данное руководство посвящено именно таким операциям.

Создание модели по примеру, показанному в этом документе займёт мёньше часа времени. В итоге будет получена модель показанная на следующем изображении.



Итоговая геологическая модель

Создание модели описано пошагово. Рекомендуем над примером работать самостоятельно, чтобы вникнуть в процесс моделирования. Для проверки созданной модели можно использовать демо пример *demo_manual_39.gsg*, который входит в состав установленной программы "Стратиграфия".



Создание модели поверхности рельефа (DMT)

Чаще всего первым шагом в задаче - это создание модели поверхности рельефа. Модель создаём в размерах стройплощадки по заданным точкам поверхности рельефа.

Точки можно задавать или импортировать из замеренных данных. Генерирование поверхности рельфа автоматически происходит немедленно после изменения заданных точек. На форму рельефа могут оказывать влияние испытания, у которых задана координата "z" – эти точки испытаний тоже участвуют в генерировании поверхности рельефа.

В примере показан откос смоделированный из шести точек. Точки задаём в рамке "Точки рельефа", координаты точек [x, y, z] следующие: [0, 0, 0], [0, 10, 0], [7, 0, 3], [7, 10, 3], [20, 0, 5], 20, 10, 5].



Поверхность рельефа при среднем сглаживании

На вид модели может в значительной степени повлиять способ сглаживания поверхностей между треугольниками, задаваемый в рамке "Настройка". Выше приведённая модель была создана для "среднего" сглаживания. Когда сглаживание установлено на "нет", получаем следующую модель:





Поверхность рельефа без сглаживания

При более сильном сглаживании получаем модели ближе к реальности, но ценой медленного генерирования в случае большего количества слоёв. У моделей побольше целесообразно создать целую модель без сглаживания, и только при печати документации на выходе и создании разрезов включить сглаживание модели.

Модель с горизонтальными слоями грунта

В сгенерированную модель рельефа построим модель грунта с горизонтальными слоями в соответствии со следующим рисунком:



Сперва в рамку "Испытания" задаём испытание типа "СКВАЖИНА" – координаты испытания и слои грунтов очевидны в следующем окне:

New field test (borehole)									
Test parameters			Log data ≫						
Name of test: BH1									
Coordinates : x = 5,00 [m] Soil									
Heigth : automatically on terrain 💌 z	Heigth : automatically on terrain 🔽 z = 1,54 [m]								
Depth of the 1st point from original terrain : $$d_1$$	= 0,00 [m]		0,6-						
 Field test generates test profile 			1.2						
Borehole parameters			1,2						
Overall depth : d _{tot} = 6,00 [m]		Number of samples : 0	1,5-						
GWT driven : GWT _b = (not input) [m] GWT s	teady : GWT _s = (not input) [m]	Samples	1,8-						
- Borehole layers			2,1-						
Number Thickness Depth	Soil	+ Add (to the end)	2,4- green						
of layer t [m] d [m]	kh.e	(to the end)	E ^{2,7-}						
2 1.00 2.00 3.00	areen								
3 3,00 3,00 6,00	brown		ā _{3,3} -						
			36-						
			3,0						
			3,9						
			4,2-						
			4,5-						
			4,8-						
			5,1-						
			5,4-						
			5,7-						
		~	6,0						
Annual Arrest									
Print log 🛃 Import		년 <mark>次</mark> Add +	Close 🗗 Add 🗙 Cancel						

Задание испытания типа скважина

Задавать грунты можно непосредственно в окне задания слоя скважины или предварительно в рамке "Грунты".

Профиль испытания и зонд из испытания типа "СКВАЖИНА" будут созданы автоматически. После переключения в рамку "Модель грунта" будет сгенерирована модель. Если в рамке "Настройка" выбрано "Генерировать модель автоматически", то для сгенерирования модели грунта нажмите кнопку "Генерируй". Генерирование вручную целесообразно прежде всего у более крупных моделей или при работе на менее мощных компьютерах.





Сгенерированная модель

Для наглядного отображения слоёв грунтов задаём в рамку "Разрезы 2D" разрез, который создан из точек следующих координат [x, y]: [0, 5], [20, 5].



Изображение при помощи разреза

Для отображения заданного разреза в модели редактируем настройку рисования:

•	— 💐 Tests,profiles,boreholes —	- 📴 Construction site	- X Terrain Points	- 📴 Soils and assignment	Output Profiles	- mi Cross Sections	- 🗢 Model	Global
	full color 🔹	partial color 💌	partial color 💌	partial color	partial color	partial color	partial color	Height multiplier :
	Plot : boreholes ~	Plot	✓ Terrain point	 Draw background 	Output Profiles	 Cross Sections 	✓ Terrain	1,000 [-]
3	 Terrain point 	 Axes directions 	Point number	✓ Hatch		Number	 Grid terrain 	
Mod	Name	Arrow	Coordinates			Coordinates of points	Layers	
Dica	Number	Active edge	Point size : 1,00 [-]			Name	Grid layers	
olog	Coordinates				Point size : 1,00 [-]		✓ GWT	
ĕ	Size : 1.00 [-]						 Grid GWT 	
ğ	2,00 [1]						Frame visualization of soils	
Setti	Point size : 1,00 [-]							
ğ								
raw	\$	\$	\$	\$	\$	*	*	

Настройка рисования



Слои грунта копируют рельеф

Создадим модель грунта, в которой слои грунта копируют форму рельефа.



Принцип редактирования очевиден на следующем изображении – необходимо задать новые зонды в краях стройплощадки.



В рамке "Модель грунта" выбираем зонд "Скважина1" и задаём новые зонды в точки [0, 5] и [20, 5]. Если перед нажатием кнопки "Добавить" (графически или текстом) новый зонд не выделен, новые зонды не будут копией зонда "Скважина1", а будут соответствовать созданной модели основания.





Графическое задание нового зонда

В диалоговом окне "Новый зонд" видим, что копируем зонд "Скважина1". Новые зонды задаём на координатах [0, 5] а [20, 5].

New field test (borehole)			×					
Test parameters								
Name of test: : BH1 (2)		Soil						
Coordinates : x = 5,00 [m]	= 5,00 [m]		0,0					
Heigth : automatically on terrain	= 1,54 [m]		0,3-					
Depth of the 1st point from original terrain : d	= 0,00 [m]		0,6-					
✓ Field test generates test profile			0,9-blue/					
Borehole parameters			1,2					
Overall depth : d _{tot} = 6,00 [m]		Number of samples : 0	1,5-					
GWT driven : GWT _b = (not input) [m] GWT s	teady : GWT _s = (not input) [m]	Samples	1,8-					
- Borehole layers			2,1- 2					
Number Thickness Depth	Soil	Add	2,4- green					
of layer t [m] d [m]		- (to the end)	-2,7-					
▶ 1 2,00 0,002,00	blue		£3,0					
3 3.00 3.00 6.00	brown		8 33					
3 3,00 3,00 0,00	brown		5,5					
			3,6-					
			3,9-					
			4,2-					
			4,5-brown					
			48					
			4,0					
			5,1-					
			5,4-					
			5,7-					
6,0								
🕞 Print log 🛛 💾 Import		_남 Add +	Close 🕂 Add 🗙 Cancel					
-		`						

Диалоговое окно для задания нового зонда

На этом модель создана.





Итоговая модель



Рёбра стройплощадки - активный край

Сперва переключаем вырисовку модели задания на изображение боковых краев модели.



Настройка рисования модели

Края модели образованы только вспомогательными зондами по углам модели – следовательно, слои на краях модели всегда почти ровные.



Модель грунта с ровными слоями у края



Переключаемся в рамку "Стройплощадка" и задаём активный край 1 м. Активный край отображён красным цветом.



Изображение активного края в рамке "Стройплощадка"

Зонд "Скважина1" не находится в активном крае, так что модель не меняется. Вернёмся в рамку "Модель грунта" — выбираем в таблице зонд "Скважина1" и кнопкой "Добавить текстом" задаём два новых зонда "Скважина1(4)" с координатами [5, 0.5] и "Скважина1(5)" с координатами [5, 9.5].



Задание новых зондов в активный край

Оба зонда находятся в активном крае — в процессе генерирования модели будет создан на крае модели вспомогательный зонд с одинаковыми слоями. Жёлтая линия на поверхности рельефа показывает способ построения вспомогательных зондов.



Итоговая модель

Модель по краям выразительно изменилась, она стала такой же как разрез в центре.

В реальных конструкциях целесообразно задавать активный край так, чтобы ближайшие к краю стройплощадки точки и зонды вошли в активный край.

Редактирование слоёв модели

На созданной модели отредактируем зелёный слой, чтобы получить расширение в его концах.



Используем окно "Редактирование зонда" в рамке "Модель грунта". Выбираем последовательно оба новых зонда Скважина1(2) и Скважина1(3) и отредактируем зонд – увеличим толщину зелёного слоя с 1 до 3 м и уменьшим толщину синего слоя с 2 до 1м.



Диалоговое окно "Правка зонда"

На этом модель отредактирована.





Отредактированная модель



Создание линзы в грунте

Смоделируем "линзу грунта" в соответствии с рисунком.



В рамке "Модель грунта" нажимаем кнопку "Добавить графически" и создаём контур линзы из нескольких новых зондов, [S, S (2) - S (6)] которые соответствуют сгенерированной модели. Координаты точек новых зондов в нашем задании: [5.7, 5], [9, 8], [13, 8], [17, 5], [13, 2], [9, 2]

Перед нажатием кнопки "Добавить" проверьте, что в таблице нет выделенного зонда, в противном случае новые зонды будут его копией.

В диалоговом окне "Новый зонд" отображена информация о содании нового зонда. В нашем примере "Слои сгенерированы из модели грунта". В случае другой информации (копируем другую скважину) состояние зонда можно менять кнопкой "Изменить состояние".

New boreholes	Х
Name : S	
Coordinates : x = 5,70 [m] y = 5,00 [m]	
z = 2,53 [m]	
GWT depth : h _{GWT} = (<i>no water</i>) [m] ✓ Borehole is active Borehole is compatible	
- Borehole layers	
Layers are generated from the geological model Change status Add (to the end)	
No. Thickness [m] Depth [m] Soil	
▶ 1 2,11 0,002,11 blue	
2 0,99 2,113,10 green	
3 3,00 3,106,10 brown	
-0,57	
Subsoil	
▼	
· 示 Add + Close · 다 Add ★ Cance	1

Созданный новый зонд соответствует ранее созданной модели грунта





Расположение новых зондов по краям линзы

Далее задаём новый зонд в середине линзы (координаты: [11, 5]) и новый слой (красный цвет, толщина 0,5м) кнопкой "Вставить (перед 3)". Коричневый слой (лежит под добавляемым слоем) уменьшаеем на величину толщины добавленного слоя, чтобы модель в глубине осталась без изменений. После добавления зонд отобразится в таблице красным цветом и не является активным – это связано с его несовместимостью с остальными слоями.

New boreholes				×
Name : S (Coordinates : x =	(center)	5,00 [m]		
z = GWT depth : h _{GWT} = — Borehole layers —	3,77 [m] (no water) [m] Boreh	ole is active Bon	ehole is not compatible	2.77
No. Thickness [m] 1 2,00 2 1,24 3 0,50 4 2,50	Depth [m]	Soil	to the end) ∴ Insert (before 4) ∴ Edit (number 4) ∴ Remove (number 4) ↓ Divide (number 4)	S,77 0,53 0,03 0,03 −−− −−− −−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−−
			ч <mark>л</mark> Add + Close	🕂 Add 🗙 Cancel

Задание нового зонда в середине линзы





Расположение зонда в середине линзы

Выполняем редактирование этого зонда – задаём слой красного грунта толщиной "ноль" в управляющий зонд (всегда справа). Этот слой дальше передаётся во все остальные зонды.



Редактирование совместимости зондов



Edite totes Seenet Seenet </th <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>				
Ner: 5 (cnte! Coordnates: x = 11.00 [n] y = 5.00 [n] z = 3.77 [n] Ovir dent: Normation: Solution: Image: Solution: Normation: Image: Solution: Image: Solution:	Edit borehole			×
	Edit borehole Name : S (center) Coordnates : x = 3,77 (n) GWT depth : hgwr = No. Thickness (n) 2 0,00 0,20 blue 3 0,50 3,24 3,24 red 3 0,55 3,74 6,24 brown	- Borthole link		X Master Calification Calification Master and compatible More interface Add Add the end) Calification Compare sol Compare sol
DK + 1 V X Cancel			OK + 🔶	(No 3 and 4)

Редактирование совместимости зондов

На этом генерирование линзы завершено. Для наглядности изображения добавим новый разрез - координаты [10, 0], [10, 10].



Итоговая модель с линзой

Создание нового слоя в модели

Голубой слой из предыдущего примера хотим разделить на голубой и синий. Деление (и объединение) слоёв выполняется относительно часто, в первую очередь из за переменных параметров грунтов в глубине.



В рамке "Модель грунта" выполним редактирование управляющего зонда – сперва разделим синий слой кнопкой "Разделить слой (№ 1)" а дальше меняем цвет нижнего нового слоя в синий "Изменить грунт (№ 2)".

Edit master bore	ehole						\times
Name :	E	3H1					
Coordinates :	x =	5,00 [m]	y =	5,00	[m]	Divide layers of compatible bore	×
	z =	2,24 [m]				New upper layer : 50,0 [%	6]
GWT depth: h	IGWT =	(no water) [m]	✓ Borehole	is active			_
- Master boreho	ole					- OK X Cancel	
No. Thic	kness [m]	Depth [m]	Sc	bil	Master		2,24
> 1	2,00	0,00 2,00) blue		- Edi	t thickness	/
2	1,00	2,00 3,00) green		/ (nu	imber 1)	1
3	0,00	3,00 3,00) red		<u>m</u> _ Mo	ve interface	
4	3,00	3,00 6,00) brown		(be	etween 1 and 2)	0.24
					No: 12 ♣ Add to T Cha T Cha Rer No: No: 12 ♣ Add to No: 12 ♣ Add to No: T Cha No: No: No: No: No: No: No: No:	and compatible d the end) iert efore 1) ange soil imber 1) ide imber 1) ide imber 1) ide jo 0 ide imber 1) ide jo 1 ide jo 1 ide jo 1 ide jo 1 jo 1 <	-0,76
						✓ ОК	X Cancel

Диалоговое окно "Правка управляющего зонда" – перед редактированием

Edit master borehole		\times
Name :	BH1	
Coordinates : x :	= 5,00 [m] y = 5,00 [m]	
Z	= 2,24 [m]	
GWT depth : h _{GWT} :	= (no water) [m] 🖌 Borehole is active	
— Master borehole —		
No. Thickness	[m] Depth [m] Soil Master 2,24	
1	1,00 0,00 1,00 blue	
> 2	1,00 1,00 2,00 blue (number 2)	
3	1,00 2,00 3,00 green	
4 (0,00 3,00 3,00 red (between 2 and 3)	
5 3	3,00 3,00 6,00 brown Master and compatible	
Change of soil o Soil : dark blue OK + 1	f compatible boreholes Add soil OK + ↓ OK ★ Cancel Merge (No 2 and 3) Exchange (No 2 and 3)	5
	VOK X Car	ncel

Диалоговое окно "Правка управляющего зонда" – после редактирования



После сгенерирования модели – слой изменился.



Итоговая модель

GEO5

Создание тектонического сброса

В примере поставлена задача смоделировать тектонический сброс, проходящий через стройплощадку. На левой стороне стройплощадки толщу грунта образует желтый грунт толщиной в 3 м, остальные слои находятся под этим слоем.

Задаём новый зонд "ZZ" (координаты [3.3, 5]) и в зонд добавим слой желтого грунта (толщина 3 м) кнопкой "Вставить (перед 1)".

New boreh	oles					×
Name : Coordinate	z: x =	Z 3,30 [m]	y = 5,00	[m]		
GWT depth — Borehole Layers we	z = h : h _{GWT} = layers tre changed by t	1,50 [m] (<i>no water)</i> [m] [Borehole is active	Bore hange status	hole is not compatible	1,50
No. 1 → 2 3 4 5 6	Thickness [m] 3,00 0,85 0,83 1,52 0,00 3,00	Depth [m] 0,00 3,00 3,00 3,85 3,85 4,68 4,68 6,20 6,20 6,20 6,20 9,20 New layer Thickness : t =	Soil yellow blue dark blue green red brown X 3,00 [m]		(to the end)	-1,50 -2,35 -3,18 0 0 0 0 0 -4,70
	_	Soil : yellow Add soi	Cancel	-	Exchange (No 2 and 3) Move interface (between 2 and 3)	Subsoil

Вложениеие жёлтого слоя во вновь сгенерированный зонд "ZZ"

Этот зонд выделяем, копируем вдоль предполагаемого сброса – образуются зонды ZZ (2) – ZZ (5) на координатах [3.0, 0.7], [3.1, 3.0], [3.4; 7.3], [3.5; 9.6].

Далее выбираем исходный зонд "Скважина1" и копируем его рядом с вновь созданными зондами ZZ – ZZ (5) – образуются зонды VV – VV (5) – их смещаем относительно зондов " на 0,1 м в направлении оси X на координаты [3.1, 0.7], [3.2, 3.0], [3.4, 5], [3.5, 7.3], [3.6, 9.6]. На изображении видны две линии, образованные новыми зондами.





Задание новых зондов, образующих сброс

Добавлением жёлтого грунта толщиной ноль в управляющий зонд обеспечиваем совместимость зондов.



Редактирование несовместимых зондов ZZ



На этом сброс создан. Центр передней части модели однако сгенерирован неправильно.



Модель с наклонным жёлтым слоем

В зонде "Скважина1(2)" (координаты: [0, 5]) можем отредактировать слои, однако для упрощения их просто в модели опускаем - достаточно, что зонд не будет активным.



Изменение зонда Скважина1(2) в неактивный.



На этом модель создана.



Итоговая модель

Заключение

На созданной модели мы продемонстрировали как работать с программой "Стратиграфия".

В данном документе не описаны все инструменты, использование которых программа позволяет, но, несмотря на это, мы верим, что для элементарного понимания этого достаточно. Следующая важная тема для правильного построения геологической модели – это работа с испытаниями и их последующая интерпретация. Эта тема вошла в предыдущее Инженерное руководство № 38.