

Інститут геологічних наук НАН України

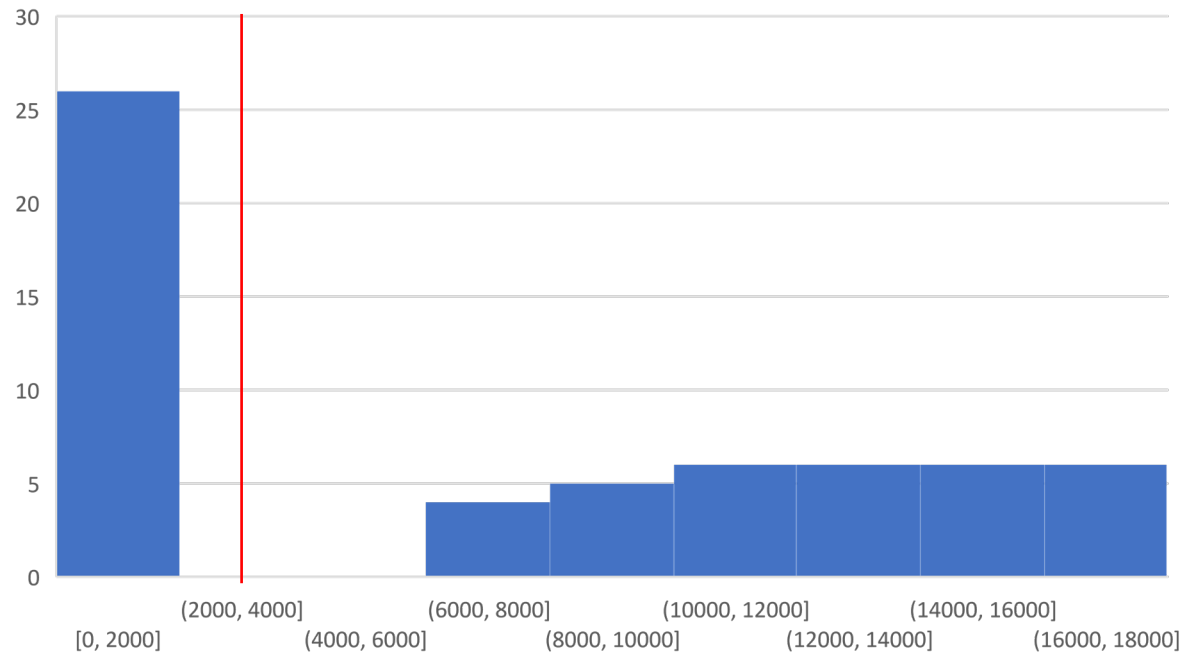
Інформаційна доповідь

**«Огляд програмного забезпечення
для задач геологічного моделювання»**

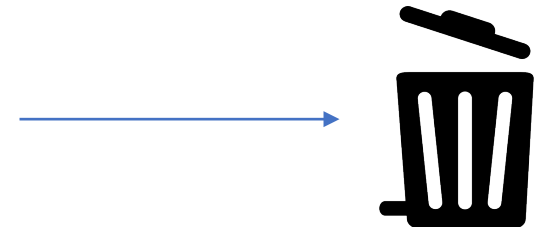
доповідач - Антон Івко

Критерії вибору програмного обладнання

Ціна та опція знижки для академічних установ:



Surpac, Petrel, Datamine, Leapfrog

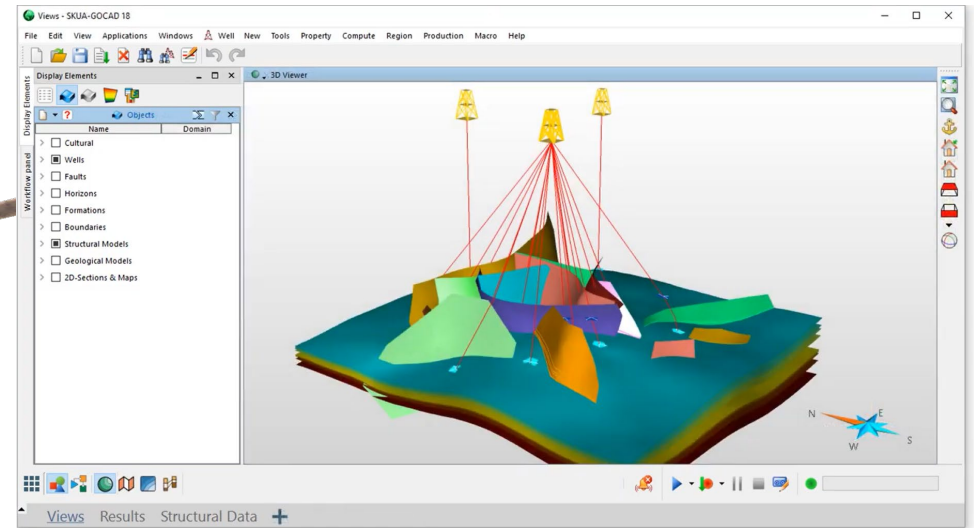


Критерії вибору програмного обладнання

Графічний інтерфейс:

```
C:\Windows\System32>pip install autopep8
Collecting autopep8
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/45/f3/24b437da561b6af4840c871fbbda328
/autopep8-1.4.4.tar.gz (114kB)
    100% |#####| 122kB 22kB/s
Collecting pycodestyle>=2.4.0 (from autopep8)
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/0e/0c/04a353e104d2f324f8ee5f4b3201261
/pycodestyle-2.5.0-py2.py3-none-any.whl (51kB)
    100% |#####| 51kB 64kB/s
Installing collected packages: pycodestyle, autopep8
  Running setup.py install for autopep8 ... done
Successfully installed autopep8-1.4.4 pycodestyle-2.5.0
You are using pip version 19.0.3, however version 19.3.1 is available.
You should consider upgrading via the 'python -m pip install --upgrade pip' command.

C:\Windows\System32>
```



Критерії вибору програмного обладнання

Спеціалізація програмного забезпечення – універсальність та кроссплатформеність:

Можливість **візуалізації та обробки** первинних геологічних даних (свердловин, карт та профілів), в т.ч. робота з географічними проекціями;

Геостатистика та кількість відповідних інструментів;

Можливість **візуалізації, інтерпретації та аналізу** побудованих каркасів;

Конвертація, імпорт та експорт вхідної/вихідної інформації.

Варіанти: Підбір безкоштовного ПО під різні завдання...

Geomodeling [\[edit \]](#)

Name	Description	Originator	License	Platforms	Language	Notes
GeoSyntax ^[7]	Reservoir modeling	CSIRO Australia - June Hill	CSIRO "MIT/BSD" (academic)	Microsoft Windows	Java	
GeoBlock ^[8]	Reservoir modeling	Pavel Vassiliev	MPL	Microsoft Windows	Object Pascal	Exact terms not clear
GeoTrace ^[9]	Tracer modeling	Muhammed Celik		Microsoft Windows	Visual Basic	Exact terms not clear
Albion ^[10]	3D model reconstruction and visualisation from boreholes based on QGIS GIS Platform	Oslandia ^[11] and Areva	GPLv2 or later	Cross-platform	Python	Interfaces with QGIS
GemPy ^[12]	3D structural geological modeling	CGRE Institute, RWTH Aachen [⚡] - Miguel de la Varga	LGPL v3	Cross-platform	Python	Open-source implicit geological modeling that allows for automation of model construction and is aimed to enable the implementation of probabilistic machine-learning methods, e.g. for uncertainty analysis.

Visualization, interpretation & analysis packages [\[edit \]](#)

Name	Description	Originator	License	Platforms	Language	Notes
Dapple ^[13]	Virtual globe for geoscientists	Geosoft Inc.	MIT	Windows		Originated in NASA World Wind
Estereografica Web ^[14]	Stereographic projection and fault kinematiks	Reyuntec	Public domain	Cross-platform	ASP.net	Free web application (english and spanish)
Generic Mapping Tools ^[15]	Map generation and analysis	Lamont–Doherty and University of Hawaii	GPL	Cross-platform	C	Implemented in OpendTect
GPlates ^[16]	Interactive visualization of plate tectonics	University of Sydney, Caltech, NGU	GPL	Cross-platform	C++, Python	Implements GPML

Well logging & Borehole visualisation [\[edit \]](#)

Name	Description	Originator	License	Platforms	Language	Notes
SGS-Geobase ^[1]	Drilling data logger that can interface with SGS Genesis	SGS Canada Inc. [⚡]	GPL	Windows & Microsoft Access	Microsoft Access VBA	Microsoft Access is not necessary, the free runtime is sufficient. Simple graphical interface, Integrity reinforcement, Reporting tools, Satellite Database, Database Validation, Assays QA/QC management with graphics.
QGeoloGIS	QGIS well log and timeseries visualisation plugin	Oslandia [⚡] , Orano [⚡] and CEA [⚡]	GPLv2 or later	Cross-platform	Python	Interfaces with QGIS

Geosciences software platforms [\[edit \]](#)

Name	Description	Originator	License	Platforms	Language	Notes
GeoTriple for Oil&Gas Exploration ^[2]	Geo-sciences Software platform (data management, display and process)	Geoforge project [⚡]	LGPL	Cross-platform	Java	Interfaces with WorldWind and JFreeChart

Geostatistics [\[edit \]](#)

Name	Description	Originator	License	Platforms	Language	Notes
Gstat ^[3]	Geostatistical modeling and simulation	Utrecht University	GPL	Cross-platform	C/C++	Interfaces with GRASS

Варіанти: Loop, Visual Karsys + ...

Visual KARSYS / Projects / Pilot Project / Groundwater

Admin  Arnaud Malard

1 SETUP 2 HYDROSTRATIGRAPHY 3 GEOLOGY 4 GROUNDWATER 5 FLOWS & CATCHMENTS

Springs

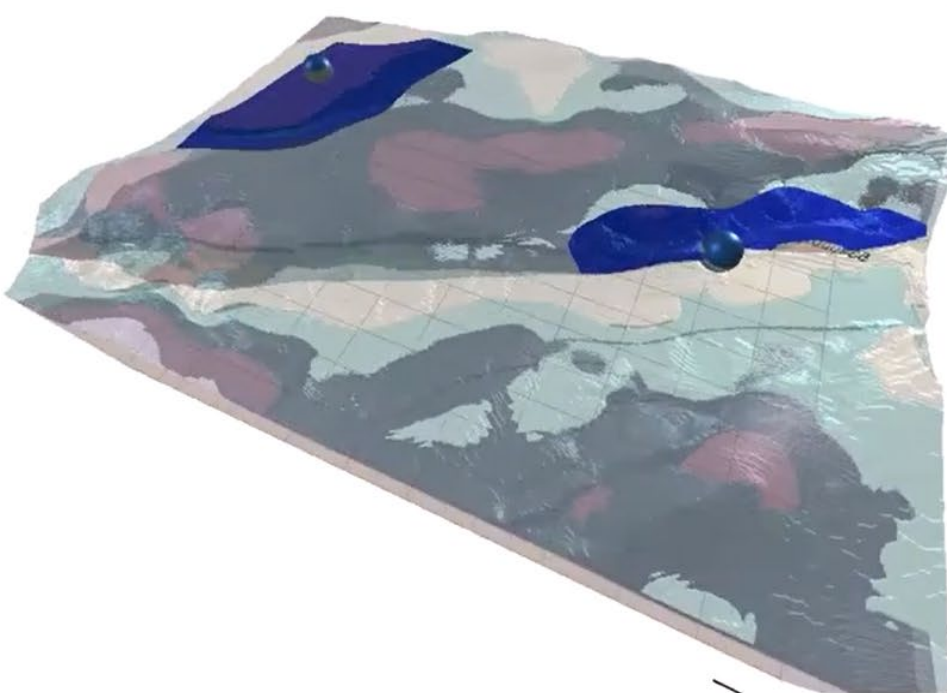
Blue Spring			
Lake spring			

Groundwater bodies

GWB 2 Blue Spring		
GWB 1 Lake spring		

Compute Groundwater Bodies

Camera View  layers



Back Next

Варіанти: ArcGIS Pro + ArcGIS Engine + ...

Table 2. The borehole data (After processing, section)

ID	X	Y	S1	1th	S2	2th	S3	3th	S4	4th	S5
ZY01	33751.09	80139.50	887.56	sandstone	884.96	sandstone	882.36	sandstone	879.76	sandstone	877.16
ZY02	33727.98	80144.34	891.56	soil	889.46	clay	888.26	sandstone	885.81	sandstone	883.36
ZY03	33702.31	80149.72	891.65	soil	889.25	clay	887.85	sandstone	885.65	sandstone	883.45
ZY04	33679.30	80154.70	890.21	soil	888.51	clay	887.01	sandstone	883.51	sandstone	880.01
ZY05	33757.61	80158.22	891.12	sandstone	889.04	sandstone	886.97	sandstone	884.89	sandstone	882.82
ZY06	33731.91	80163.62	891.69	soil	889.09	clay	888.19	sandstone	884.79	sandstone	881.39
ZY07	33706.15	80168.85	891.90	soil	889.40	clay	888.80	sandstone	886.20	sandstone	883.60
ZY08	33680.63	80174.60	892.00	soil	890.60	clay	889.30	sandstone	886.45	sandstone	883.60
ZY09	33761.91	80178.79	896.81	soil	895.51	clay	894.41	mudstone	892.41	sandstone	886.71
ZY10	33740.00	80183.38	897.12	soil	894.52	mudstone	893.82	mudstone	893.12	sandstone	886.92
ZY11	33717.80	80188.03	895.66	soil	893.36	clay	892.46	sandstone	889.16	sandstone	885.86
ZY12	33695.78	80192.65	897.32	soil	895.82	clay	894.62	sandstone	890.67	sandstone	886.72
ZY13	33765.37	80196.66	897.45	soil	896.45	clay	895.35	mudstone	893.45	sandstone	889.05
ZY14	33743.68	80200.94	898.26	soil	897.06	mudstone	895.36	mudstone	893.66	sandstone	887.96
ZY15	33721.43	80205.33	896.53	soil	894.03	clay	893.03	sandstone	890.68	sandstone	888.33

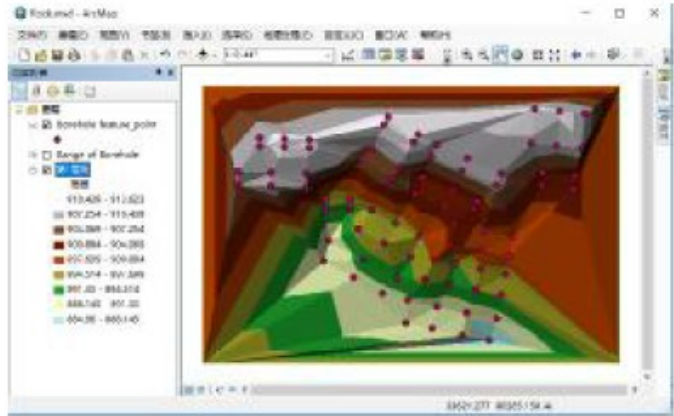
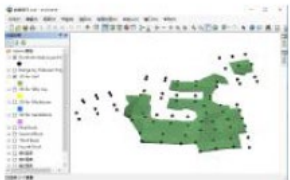
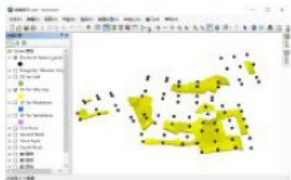


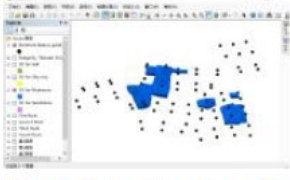
Figure 5. the rock surface models by the Delaunay TIN method



(a) The 3D geological models of the soil layer



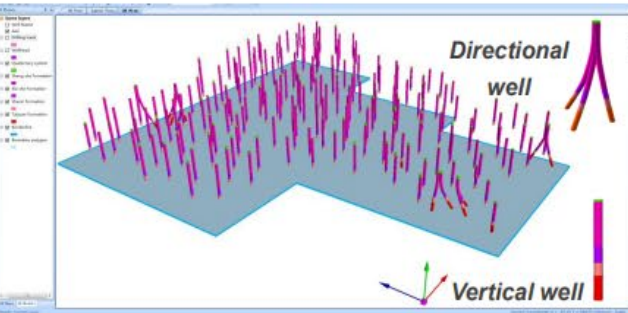
(b) The 3D geological models of the silty clay layer



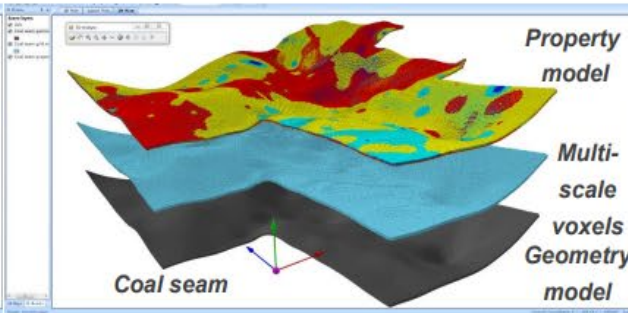
(c) The 3D geological models of the mudstone layer



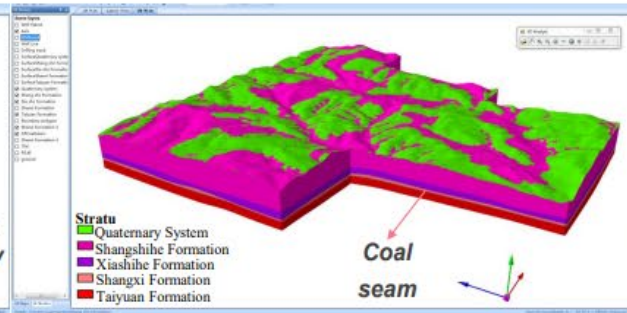
(d) The 3D geological models of the sandstone layer



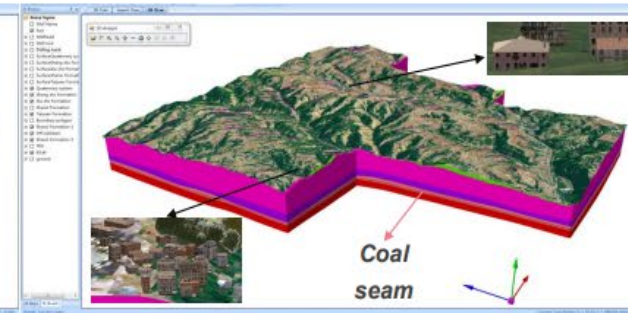
3D wellbore modelling



3D geological property modelling



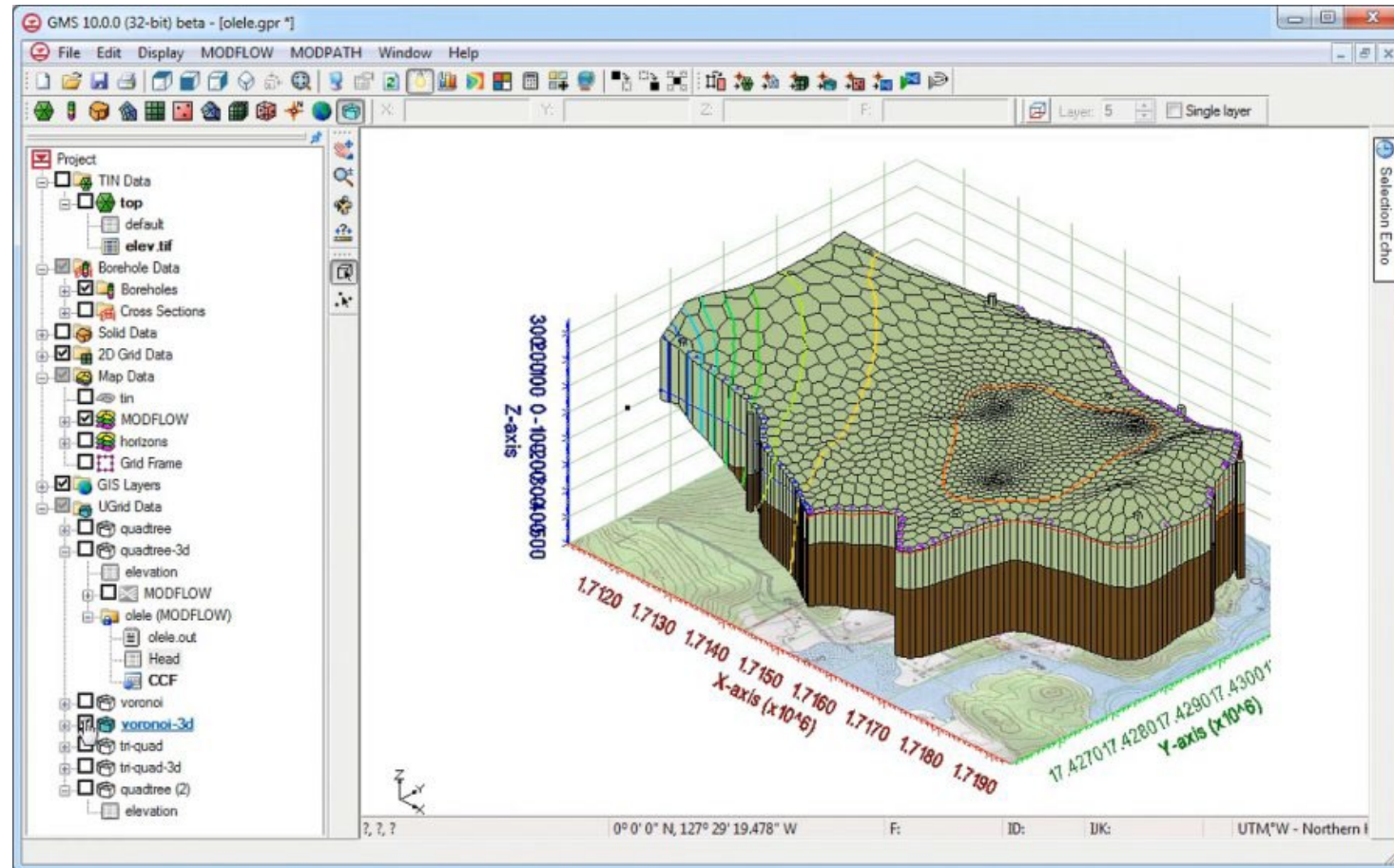
3D geological structure modelling



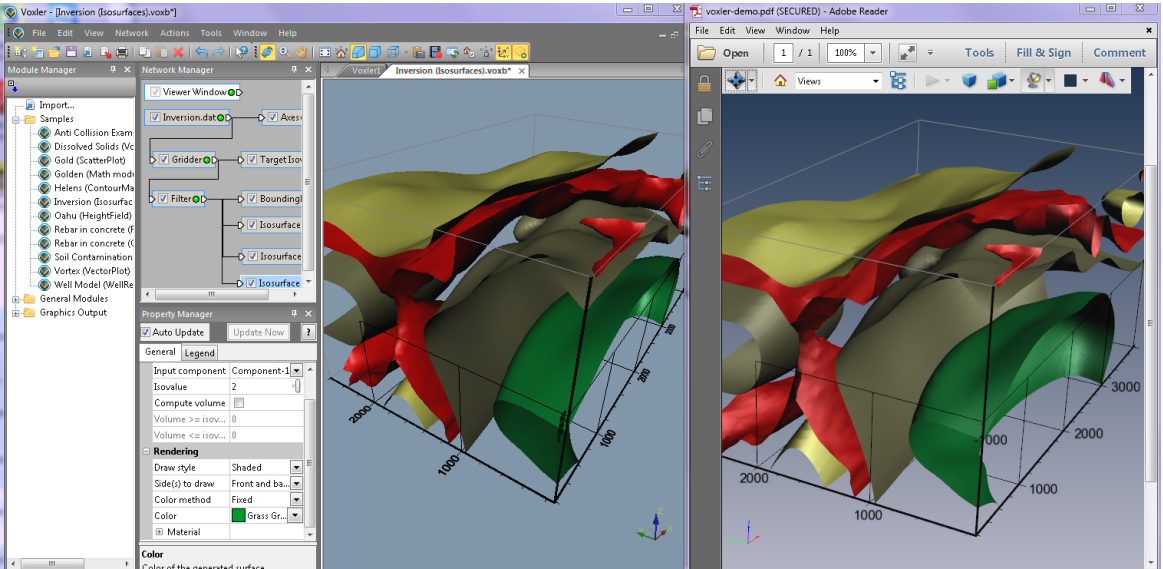
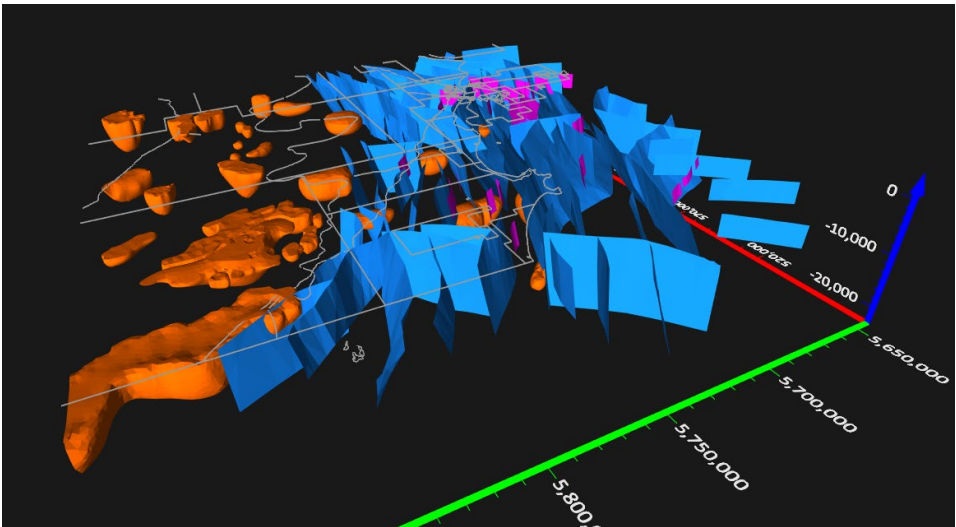
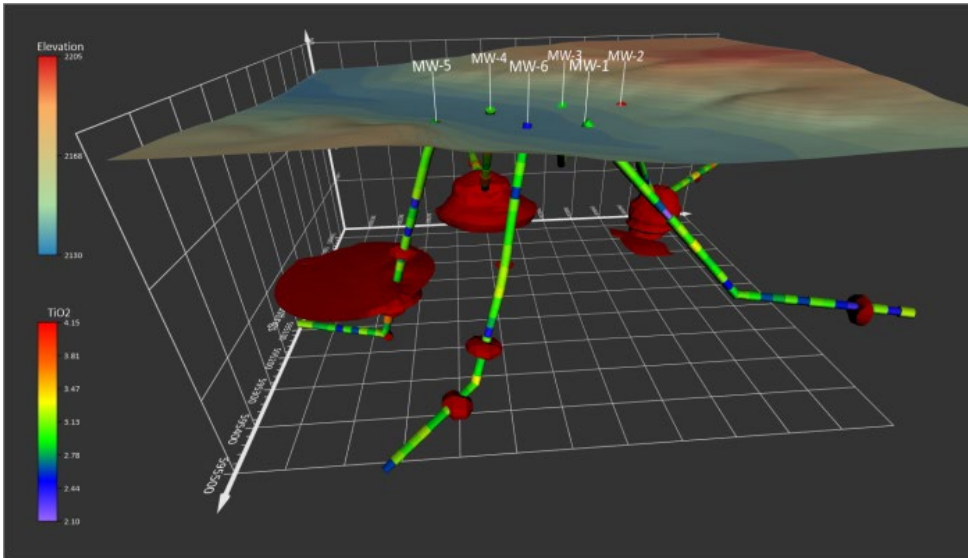
3D surface and subsurface modelling

Figure 3: Functions implementation of 3D geological modelling system based on ArcGIS Engine

GMS (Groundwater Modeling System)



Варіанти: Surfer/Strater/Voxler + ...



Voxler 4

Model data with striking clarity in every dimension. With Voxler's extensive 3D modeling tools, it is easy to visualize multi-component data for geologic and geophysical models, contamination plumes, LiDAR point cloud, borehole models, or ore body deposit models. Distinguish areas of interest, highlight important information, and easily communicate your

\$479 One Time

Users 1

Add to Cart



Perpetual, Single-User

Take Surfer wherever you go – in the office, on site, or at home. With a single-user license, you may activate Surfer on up to two machines provided you are the only user. No internet or network access is required once the license is activated.

A single-user license is right for you if...

- You want to keep it simple and just use Surfer
- You have business-critical projects and must be able to access Surfer at any point
- You frequently visit client sites, are out in the field, or are away from the office
- You want your own license and don't want to share (no judgement!)

The first year software maintenance is included in the initial license fee. Thereafter, software maintenance is **\$261 per year**.

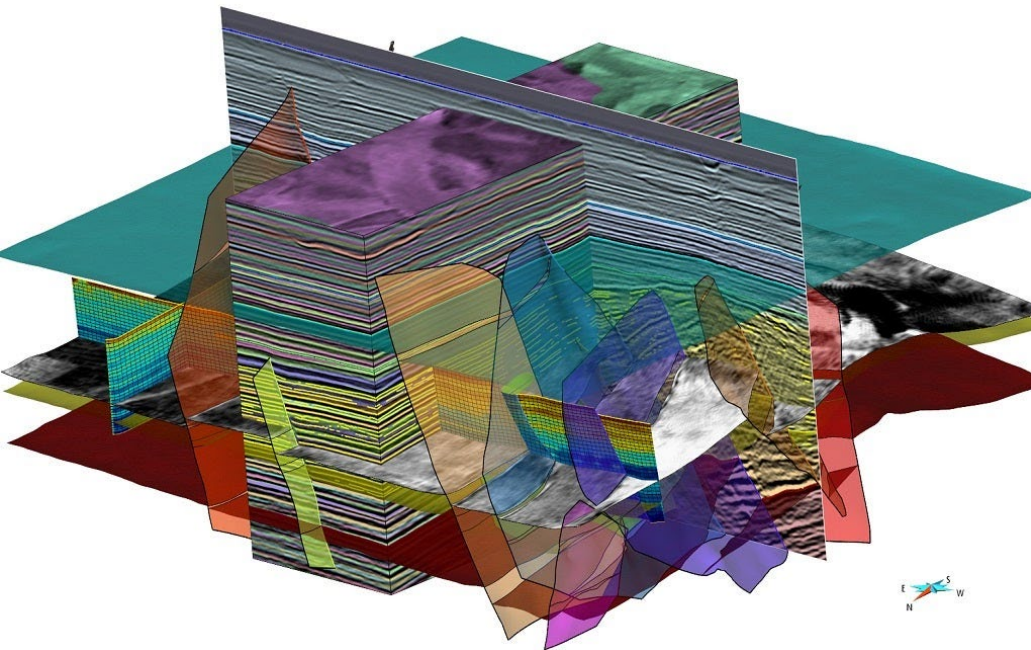
[More Information](#)

\$1,449 One Time

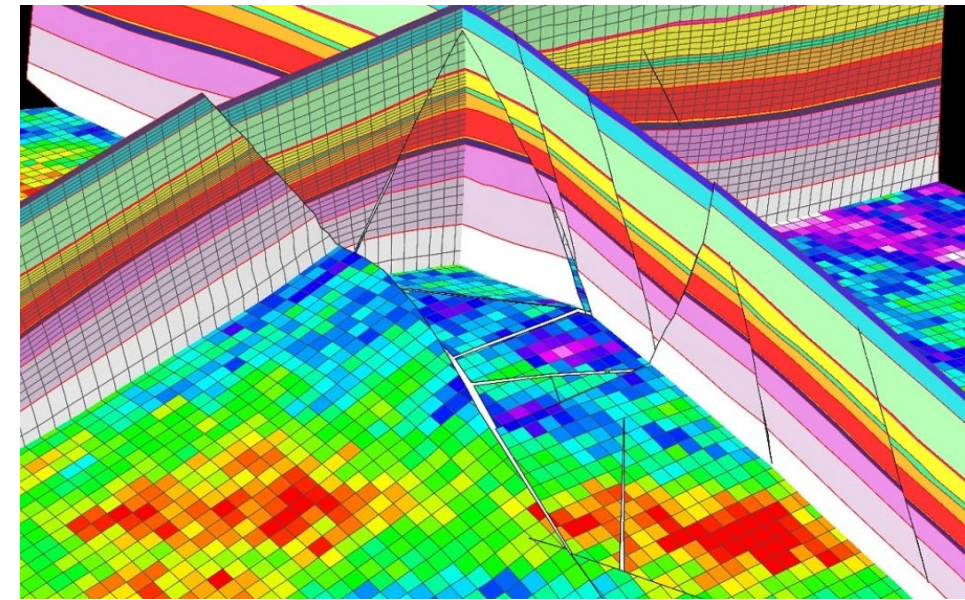
Users 1

Add to Cart

Варіанти: GOCAD-SKUA



+ додаткові безкоштовні ресурси



Академічні члени

Університети та некомерційні організації можуть приєднатися та отримувати від різноманітних переваг.

Річна плата консорціуму RING-GOCAD становить **1500 євро (€)**.

Важливо :

- **AspenTech** (раніше **Emerson**) підтримує консорціум **RING-GOCAD**, запрошуючи своїх академічних клієнтів **SKUA-GOCAD** приєднатися до консорціуму **RING-GOCAD** (див. [Університетську програму AspenTech](#)).

Приклад: якщо ви хочете отримати доступ до повного набору SKUA-GOCAD (п'ять ліцензій), включаючи швидкісне моделювання, моделювання резервуарів і проектування пластів, плата становить:

1500 євро для ASGA за ваше **річне членство в Консорціумі RING-GOCAD**

i

2000 доларів США для AspenTech за ваші 5 **академічних ліцензій** (UE4a та UE10a), включаючи підтримку та оновлення.

Висновки

- На сьогоднішній день існує **велика кількість** програмних засобів по геологічному моделюванню.
- **Підбір програмного продукту**, в першу чергу, має залежати від мети і завдань моделювання.
- **На початковому етапі**, потреби в базовому моделюванні, цілком можуть бути задоволені безкоштовними продуктами.
- **Для пошуку та підбору необхідного програмного продукту зручно використовувати новітню технологію штучного інтелекту** <https://chat.openai.com/chat>. Приклад роботи:



Існує багато безкоштовних програмного забезпечення для геологічного моделювання, ось декілька найпопулярніших: 

1. GMSH - це безкоштовний програмний пакет для генерації складних 3D-моделей. Він може використовуватися для створення складних геометричних форм, що знадобляться для моделювання гірських порід.
2. ParaView - це програмне забезпечення для візуалізації даних. Він може використовуватися для візуалізації геологічних моделей у вигляді 3D-зображень.
3. CloudCompare - це безкоштовне програмне забезпечення для обробки хмар точок, яке можна використовувати для аналізу та обробки геологічних даних.
4. Blender - це програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке можна використовувати для створення складних геометричних форм.
5. GeoModeller - це безкоштовне програмне забезпечення для геологічного моделювання, що використовується для створення тривимірних моделей гірських порід.

☐ Stop generating

Ці програми можуть допомогти геологам та іншим фахівцям у галузі геології



Деякі безкоштовні програми для геологічного моделювання також дозволяють моделювати гідрогеологічні процеси. Ось декілька з них:

1. MODFLOW - це програмний комплекс для чисельного моделювання розподілу та руху ґрунтової води у 3D-просторі. MODFLOW дозволяє моделювати гідрогеологічні процеси, такі як витікання та відповідні потоки ґрунтової води.
2. PHREEQC - це програмне забезпечення для моделювання хімічних із змінними тисками та температурами. Воно дозволяє моделювати хімічні процеси, такі як інтеракції ґрунтової води з гірськими породами, що допомагає зрозуміти та прогнозувати рівень забруднення підземних вод.
3. Visual MODFLOW - це програмне забезпечення для моделювання гідрогеологічних процесів. Воно включає в себе можливості моделювання руху ґрунтової води та транспорту різних речовин у ґрунті.

Ці програми дозволяють геологам та іншим фахівцям у галузі гідрогеології моделювати складні гідрогеологічні процеси, що допомагає зрозуміти та прогнозувати рівень забруднення підземних вод та взаємодію ґрунтової води з гірськими породами.

☐ Stop generating

PHREEQC підтримує формат шейп-файлів?



PHREEQC - це програмне забезпечення для моделювання хімічних процесів в системах змінних тисків та температур, і він не підтримує безпосередньо формат шейп-файлів. PHREEQC працює з хімічними реакціями та іншими параметрами, а не з шейп-файлами.

Які формати підтримує PHREEQC



PHREEQC підтримує декілька форматів файлів для введення та виведення даних:

1. Текстові файли - PHREEQC може читати та створювати текстові файли з розширенням .txt або .dat. Текстові файли зазвичай містять вхідні дані та команди для PHREEQC.
2. Файли баз даних - PHREEQC може працювати з файлами баз даних SQLite, які зберігаються у форматі .sqlite. Ці файли містять дані про хімічні реакції та інші параметри.
3. Файли для моделювання реакцій - PHREEQC може працювати з файлами для моделювання реакцій з розширенням .gxp. Ці файли містять опис реакцій та інших параметрів, що необхідні для моделювання.
4. Файли для моделювання фазових рівноваг - PHREEQC може працювати з файлами для моделювання фазових рівноваг з розширенням .txt. Ці файли містять дані про термодинамічні властивості речовин та умови, за яких вони перебувають.

Отже, PHREEQC підтримує різні формати файлів для обробки хімічних даних, але не має безпосередньої підтримки геопросторових форматів, таких як шейп-файли.

AN

Які переваги програми PHREEQC над аналогами?



Програма PHREEQC має кілька переваг порівняно з іншими програмами геохімічного моделювання, такими як:

1. Відкритий код: PHREEQC - це програмне забезпечення з відкритим кодом, що дозволяє користувачам переглядати та редагувати код програми з метою адаптації його до своїх потреб.
2. Гнучкість та масштабованість: PHREEQC може бути використана для моделювання різних геохімічних процесів та у різних масштабах, від мікроскопічного до макроскопічного рівнів.
3. Широкі можливості введення даних: PHREEQC дозволяє ввести значну кількість даних, включаючи геологічні, гідрогеологічні, гідравлічні, хімічні та термодинамічні дані, що можуть бути інтегровані в геохімічну модель.
4. Висока точність: PHREEQC заснована на термодинамічних даних та реакційних швидкостях, що забезпечує високу точність моделювання.
5. Легкий доступ до інтерфейсів: PHREEQC може бути інтегрована в інтерфейси, такі як PHREEQC Interactive, PHREEQC for Windows та PHREEQC for Excel, що робить її легкою у використанні.
6. Велика спільнота користувачів: PHREEQC має велику спільноту користувачів, що дозволяє легко знайти відповіді на питання та допомогу в рішенні проблем.

AN

Які недоліки PHREEQC? Чи є критичні огляди?



Хоча програма PHREEQC має багато переваг, вона також має свої недоліки, такі як:

1. Складність використання: PHREEQC має дещо складний інтерфейс та необхідно знати деякі технічні аспекти для ефективного використання програми.
2. Необхідність висококваліфікованого персоналу: Потрібні знання з геохімії, термодинаміки та моделювання для використання PHREEQC, що може вимагати висококваліфікованого персоналу.
3. Обмеження у моделюванні: PHREEQC може мати обмеження у моделюванні певних типів геологічних процесів.
4. Відсутність підтримки в мобільних платформах: PHREEQC не має підтримки в мобільних платформах, що може бути незручним для користувачів, які працюють на мобільних пристроях.

AN

Дякую!



Будь ласка! Я завжди готовий допомогти вам з будь-якими питаннями.





Існує безліч палеонтологічних баз даних, де зберігаються інформація про викопних організмів та їхні фізичні властивості. Ось кілька з них:

1. Paleobiology Database (PBDB) - це база даних, яка містить інформацію про більше чим 2500000 видів викопних організмів з усього світу. Вона включає дані про викопних рослин, безхребетних та хребетних тварин, а також про їхні географічне поширення, еволюцію та екологію.
2. Fossilworks - це інтерактивна база даних, яка містить інформацію про викопні організми з усього світу. Вона забезпечує доступ до більше чим 5 мільйонів записів про викопні організми, а також дозволяє користувачам додавати нові дані та відредаговувати наявні.
3. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) - це база даних, яка містить інформацію про біорізноманіття на планеті. Вона включає інформацію про викопні організми, а також про сучасних тварин та рослини. GBIF забезпечує доступ до більше чим 1 мільярда записів про живу та викопну природу.
4. The Paleontological Research Institution (PRI) - це база даних, яка містить інформацію про викопні організми з Північної Америки. Вона включає інформацію про викопні та сучасні тварини та рослини, а також про геологічні формації та географічне поширення.

Ці бази даних можуть бути корисними для палеонтологів та інших дослідників, які працюють з викопними організмами. Вони надають можливість здійснювати дослідження, порівнювати дані та знаходити нов



Структура палеонтологічних баз даних може відрізнятися в залежності від конкретної бази та її функціональності, але вони зазвичай містять такі елементи:

1. Таксономічні дані: ця категорія містить інформацію про назви та класифікацію викопних організмів, такі як рід, вид, сімейство та інші.
2. Географічні дані: ця категорія містить інформацію про місце знаходження викопних організмів, такі як координати місця знаходження, регіони та країни.
3. Хронологічні дані: ця категорія містить інформацію про часовий діапазон, у якому існували викопні організми, такий як період, епоха та вік.
4. Фізичні характеристики: ця категорія містить інформацію про фізичні властивості викопних організмів, такі як розмір, вага, форма та структура.
5. Класи аналізу та статистика: деякі бази даних можуть містити інструменти для аналізу даних та статистичного зведення.
6. Інші дані: в залежності від бази даних, вона може містити додаткові дані, такі як зображення викопних організмів, посилання на наукові дослідження та інші.

Ці елементи зазвичай пов'язані між собою та дозволяють палеонтологам та іншим дослідникам отримувати інформацію про викопні організми з різних поглядів, що допомагає у вивченні їхньої евол

↻ Regenerate response

AN

Чи містять вони графічні дані?



Так, палеонтологічні бази даних можуть містити графічні дані, такі як зображення викопних організмів, графіки, діаграми, схеми та інші графічні елементи. Ці дані можуть бути включені в базу даних, якщо вони допомагають ілюструвати інформацію про викопні організми та забезпечують краще розуміння досліджуваної теми.



Наприклад, діаграма зміни чисельності популяції викопних організмів протягом деякого періоду може допомогти дослідникам побачити, як змінювалася популяція в часі та відповідно аналізувати причини цих змін. Зображення викопних організмів можуть також допомогти в ідентифікації та класифікації зразків, що знаходяться в базі даних.

Отже, наявність графічних даних у палеонтологічних базах даних залежить від того, яку інформацію потрібно представити та як це найкраще зробити для досягнення мети дослідження.