

Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем

Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазовых систем позволяет геологам и геофизикам изучать динамику развития осадочных бассейнов и связанных с ними флюидов, чтобы понять, были ли условия предыдущих геологических периодов подходящими для того чтобы углеводороды заполнили возможные пласты-коллекторы и сохранились в них.

Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем

В этой связи геологи начали разрабатывать концепцию, которая позволяет соединить воедино прошлое – осадочный бассейн, бассейновые отложения и флюиды, находящиеся в этих отложениях, а также динамические процессы, воздействующие на эти составляющие, - с настоящим, то есть с обнаружением залежей нефти и газа. Это привело к созданию и разработке методов количественного моделирования этих процессов. Эта область знания получила название моделирование осадочных бассейнов (или бассейнового моделирования).

БАССЕЙНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Бассейновое моделирование, как один из основных инструментов в арсенале современных разведчиков недр, позволяет реконструировать историю развития нефтегазоносного бассейна в геологическом времени и определять параметры нефтегазоносности.

Бассейновое моделирование (БМ) - бурно развивающееся направление компьютерной реализации процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления для практических задач прогнозирования нефтегазоносности недр и поисков нефти и газа.

В последние годы в связи с истощением ресурсной базы в старых нефтедобывающих районах России возникла необходимость освоения труднодоступных регионов Крайнего Севера, Восточной Сибири и шельфов морей. Проведение геолого-разведочных работ (ГРР) в этих регионах связано с большими технологическими сложностями и высокими финансовыми затратами. В связи с этим возникает необходимость снижения рисков бурения непродуктивных скважин.

Оценка геологических рисков поисково-разведочных проектов проводится на

основе следующих параметров:

— Анализ геологических факторов и их критических параметров, минимально необходимых для наличия промышленных скоплений УВ в пределах изучаемого объекта

— Оценка вероятности открытия промышленных месторождений углеводородов — результат суммы индивидуальных рисков, связанных с вероятностью:

- Наличия коллекторов /флюидоупоров
- Наличия ловушек
- Наличия углеводородов
- Сохранности залежей после аккумуляции УВ
- Ранжирование поисковых объектов по степени перспективности

ОБЩИЕ ЗАДАЧИ БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

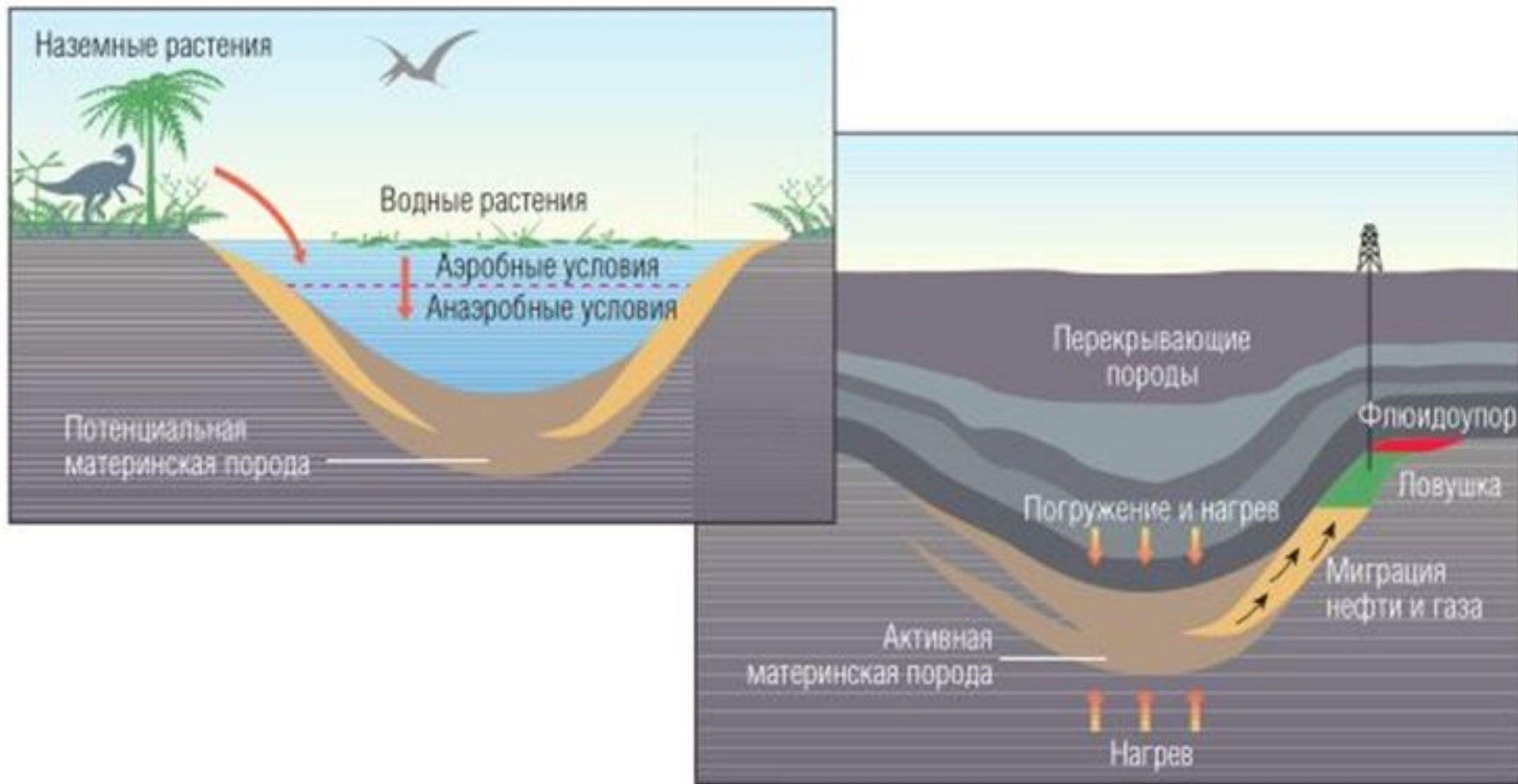
1. Постановка задач и определение уровня детальности работы;
2. Отбор и подготовка входных данных;
3. Наполнение модели информацией (загрузка данных);
4. Восстановление истории погружения бассейна;
5. Расчеты тепловой модели и определение зрелости материнских отложений;
6. Калибровка тепловой модели;
7. Расчеты объемов генерации и эмиграции УВ;
8. Оценка путей миграции, объемов скоплений УВ и их фазового состава;
9. Оценка достоверности результатов моделирования миграции УВ по отношению к существующим скоплениям;
10. Калибровка свойств литологических типов модели, свойств разломов и т. п.;
11. Качественная и количественная оценка скоплений УВ.

Моделирование- взгляд на миллионы лет в прошлое

Главной задачей моделирования осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем (МОБНС) является отслеживание эволюции осадочного бассейна во времени по мере того, как он наполняется флюидами и осадками, в которых в конечном счете могут образовываться или содержаться углеводороды.

В случае бассейнового моделирования (БМ) моделируют процесс образования углеводородов для расчета объема удерживаемой нефти или газа, а также течение флюидов для последующей оценки объемов и мест скоплений флюидов и для определения их свойств.

Моделирование геологических, тепловых и гидродинамических процессов в осадочных бассейнах



Моделирование геологических, тепловых и гидродинамических процессов в осадочных бассейнах

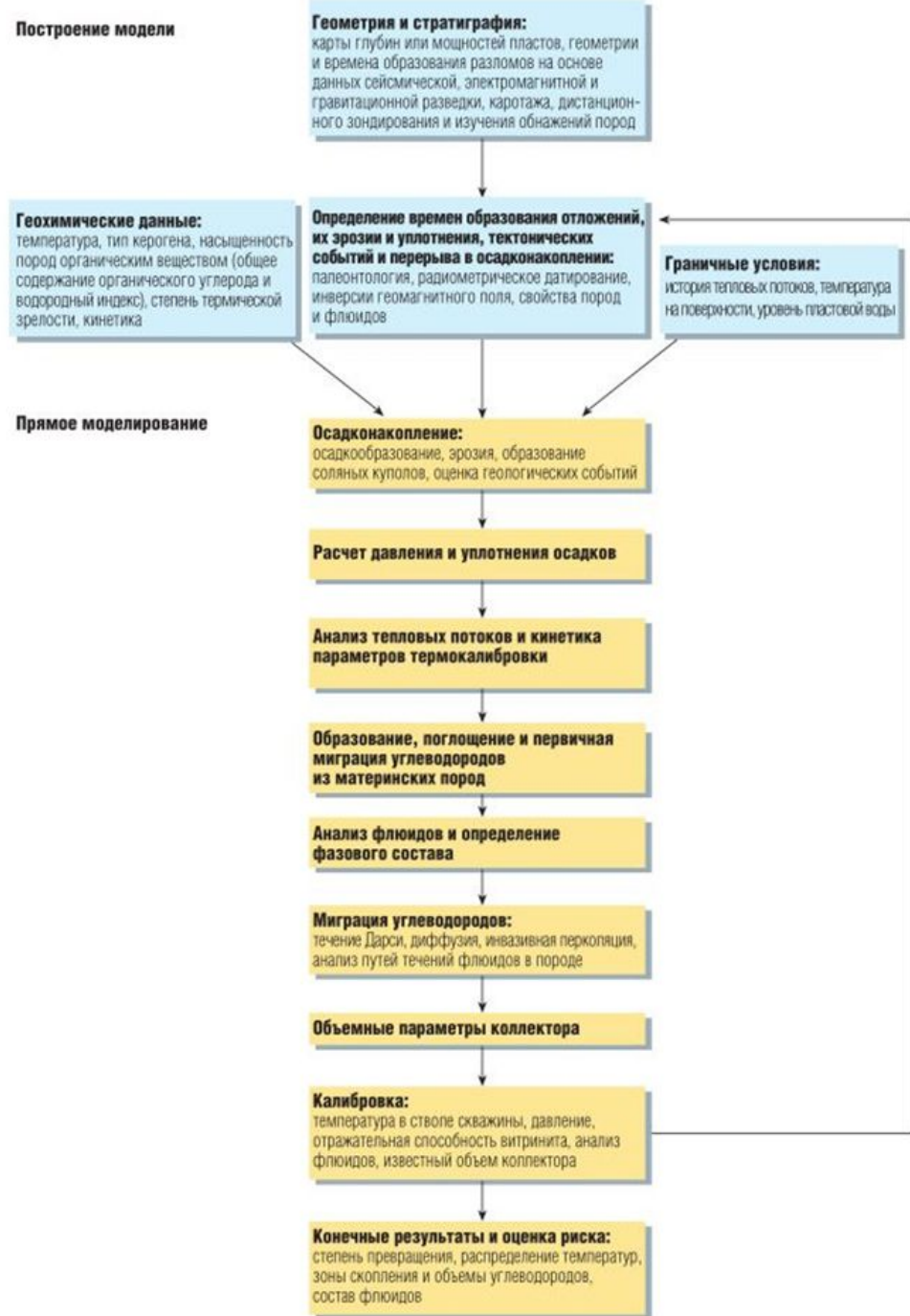
Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем (МОБНС) позволяет реконструировать образование материнской породы, коллектора, покрышки и перекрывающих пород, формирование ловушки и образования, миграции и накопления углеводородов с прошлых эпох - до настоящего времени

При БМ одновременно исследуют целый ряд динамических процессов, включая осадкообразование, разломообразование, погружение осадков, кинетику созревания керогенов и многофазное течение флюидов. Эти процессы могут быть рассмотрены на нескольких уровнях, как правило, они усложняются по мере увеличения пространственной размерности.

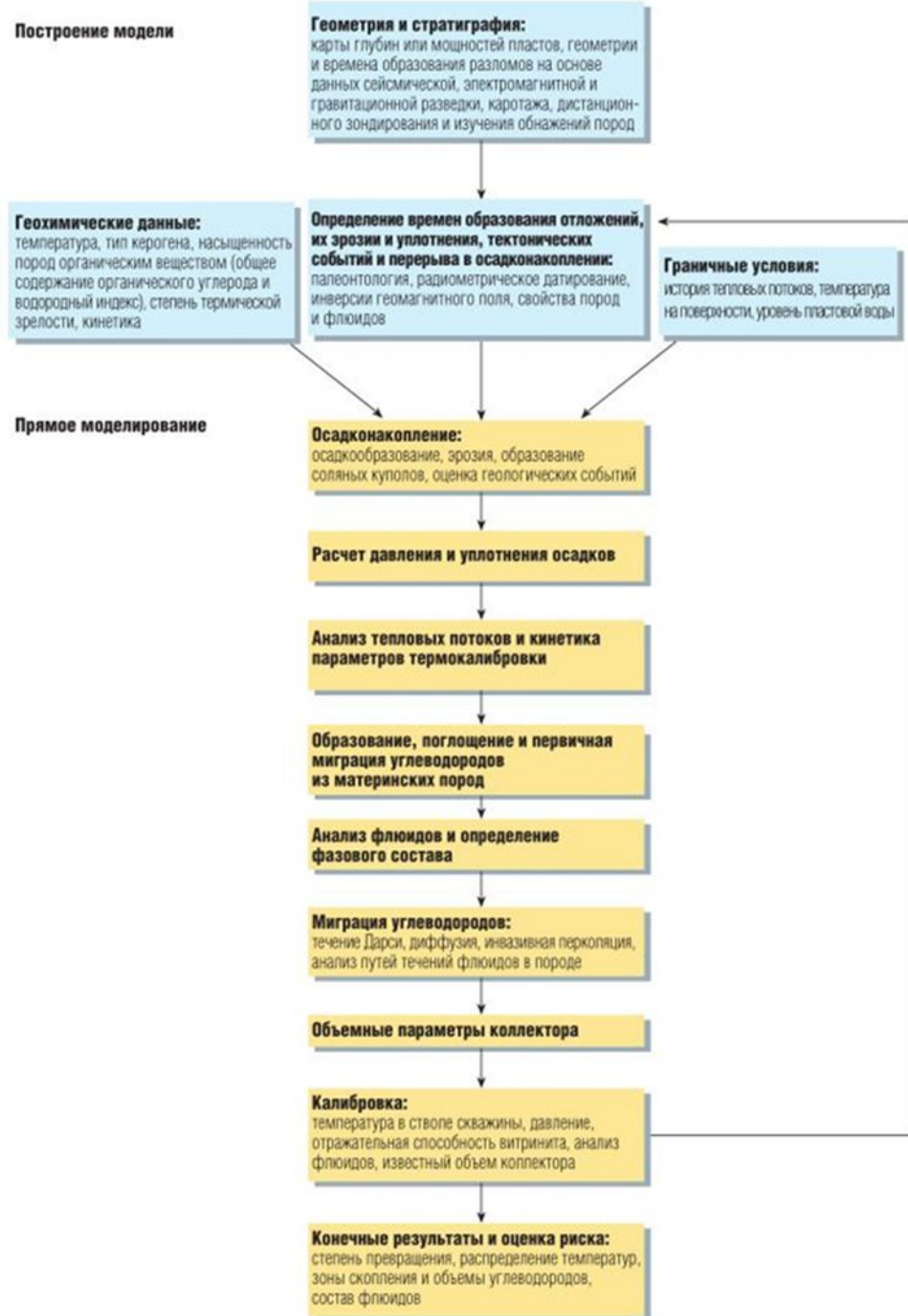
- **ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ**

- **Temis Suite компании Beisip
Franland (BF)**

LOCAS/CERES, Dionisos и Qubes.



МОБНС – итерационный процесс с большим количеством взаимосвязанных шагов, каждый из которых выполняется в рамках отдельной научной дисциплины.



Последовательность взаимосвязанных шагов МОБНС. — МОБНС состоит из двух основных этапов: построения модели и прямого моделирования. Построение модели включает в себя разработку структурной модели и определение хронологической последовательности накопления отложений и физических свойств каждого слоя. При прямом моделировании выполняют расчеты на основе построенной модели для моделирования процессов погружения осадочных отложений, изменений давления и температуры, созревания керогена, а также первичной и вторичной миграции углеводородов и их накопления. Калибровка результатов моделирования по данным независимых измерений позволяет уточнить модель.

Блок-схема последовательности моделирования формирования углеводородных систем.

Подготовка исходных данных

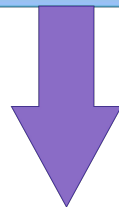
Структурная модель

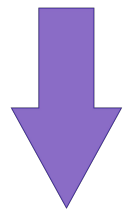
Литологическая модель

Распространение нефтематеринских пород

Восстановление толщи эродированных пород

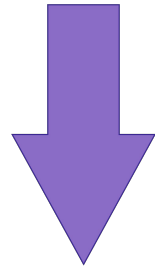
Проводимость пород во времени





1D моделирование

Калибровка тепловой модели





2D моделирование

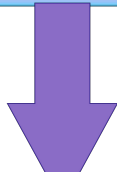
Оценка времени начала генерации и миграции углеводородов

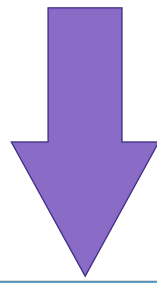
Выделение зон нефте- и газогенерации

Прогноз нефтегазоносности разреза

Прогноз фазового состава углеводородов в ловушках

Оценка влияния перерывов, размывов и разломов на формирование и сохранность залежей углеводородов





3D моделирование

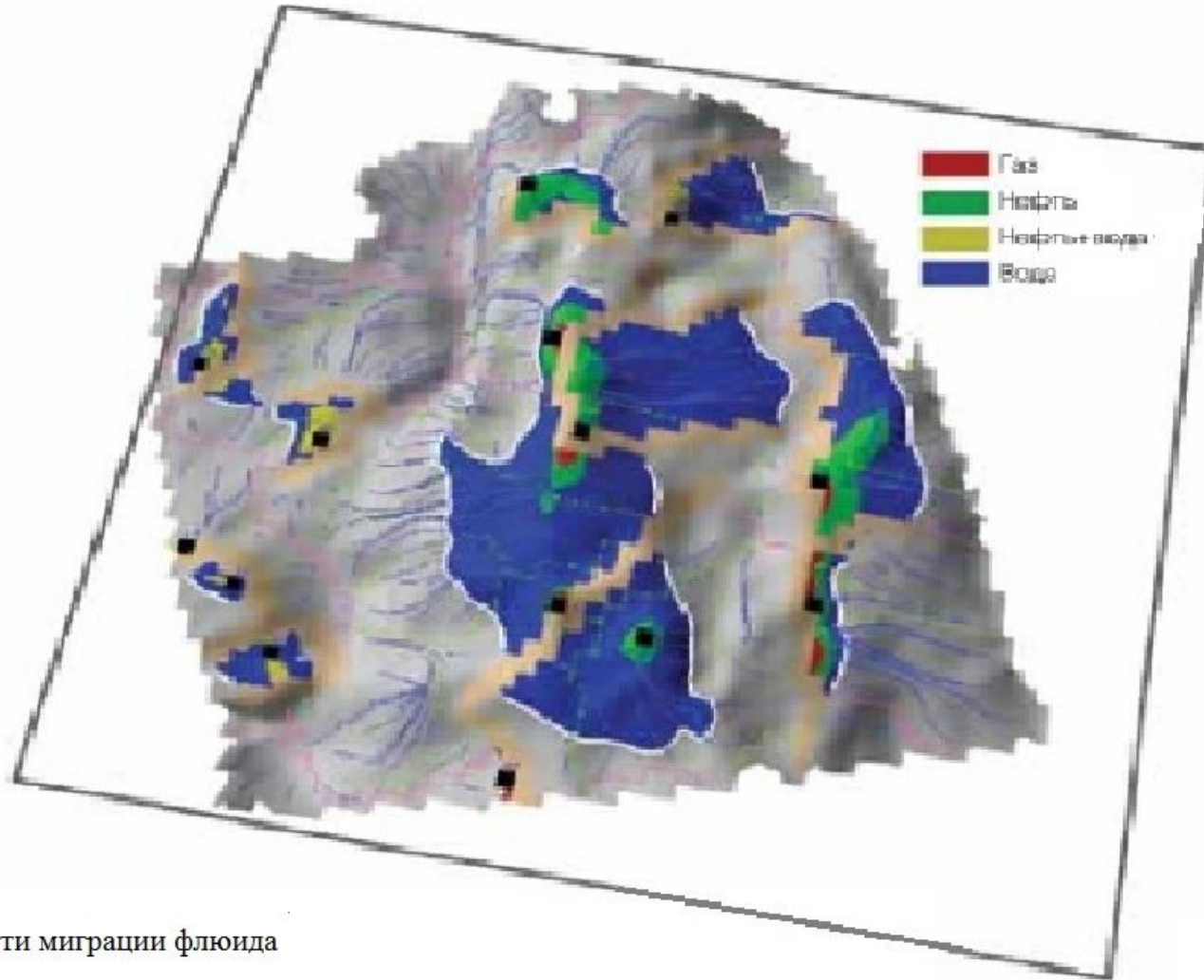
Выделение очагов генерации углеводородов

Выделение зон дренирования ловушек и путей миграции флюида

Оценка объема сгенерированных углеводородов

Оценка ресурсов углеводородов в ловушках

Результаты 3D моделирования насыщения углеводородами палеогеновых отложений на северо-западном шельфе о.Сахалин



Пути миграции флюида



Литологические и тектонические экраны

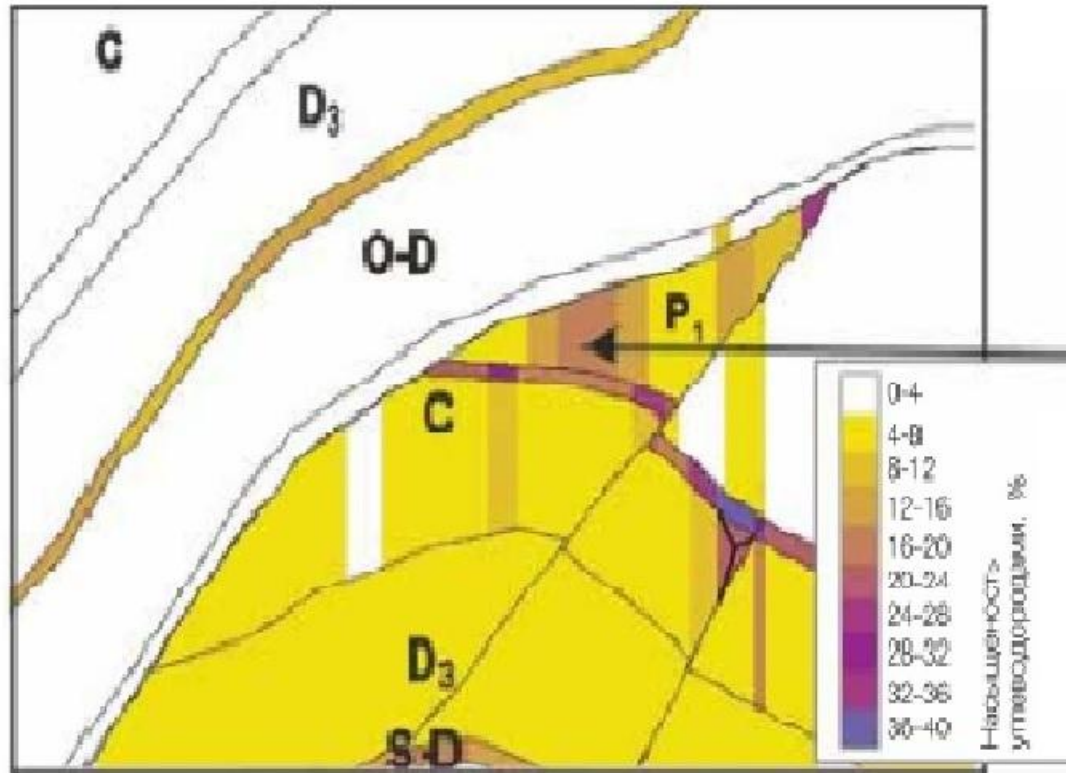


Зоны дренирования



Ловушки

Результаты моделирования насыщения углеводородами (а) и бурения на Воргамюрской структуре (б)



а)

б)

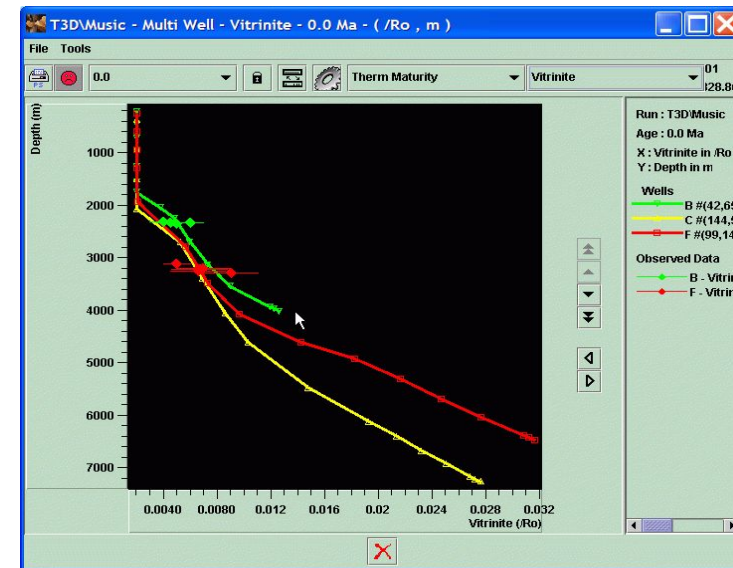
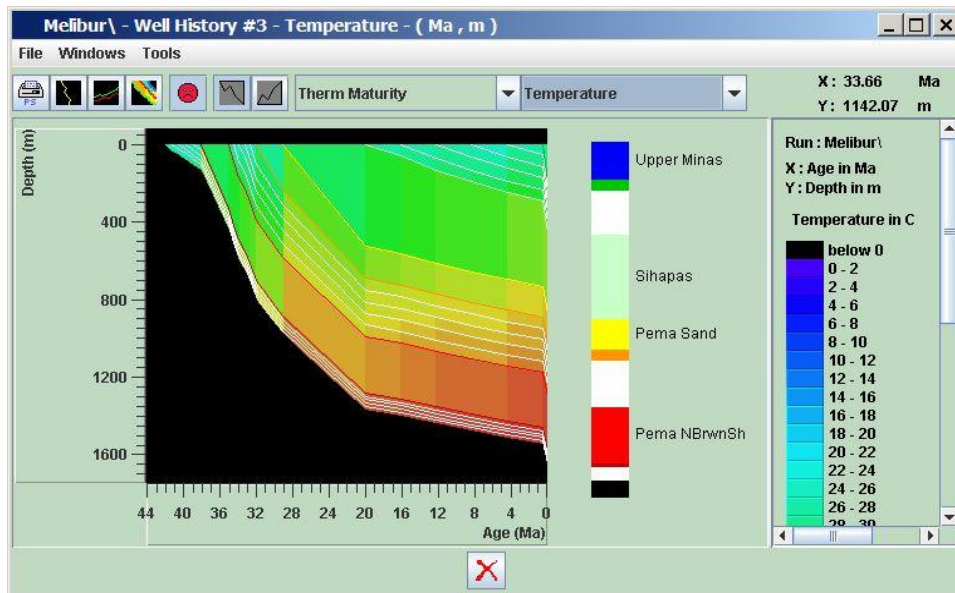
Нефтенасыщенный керн из артинских карбонатов



Оценка зрелости нефтематеринских пород



1D

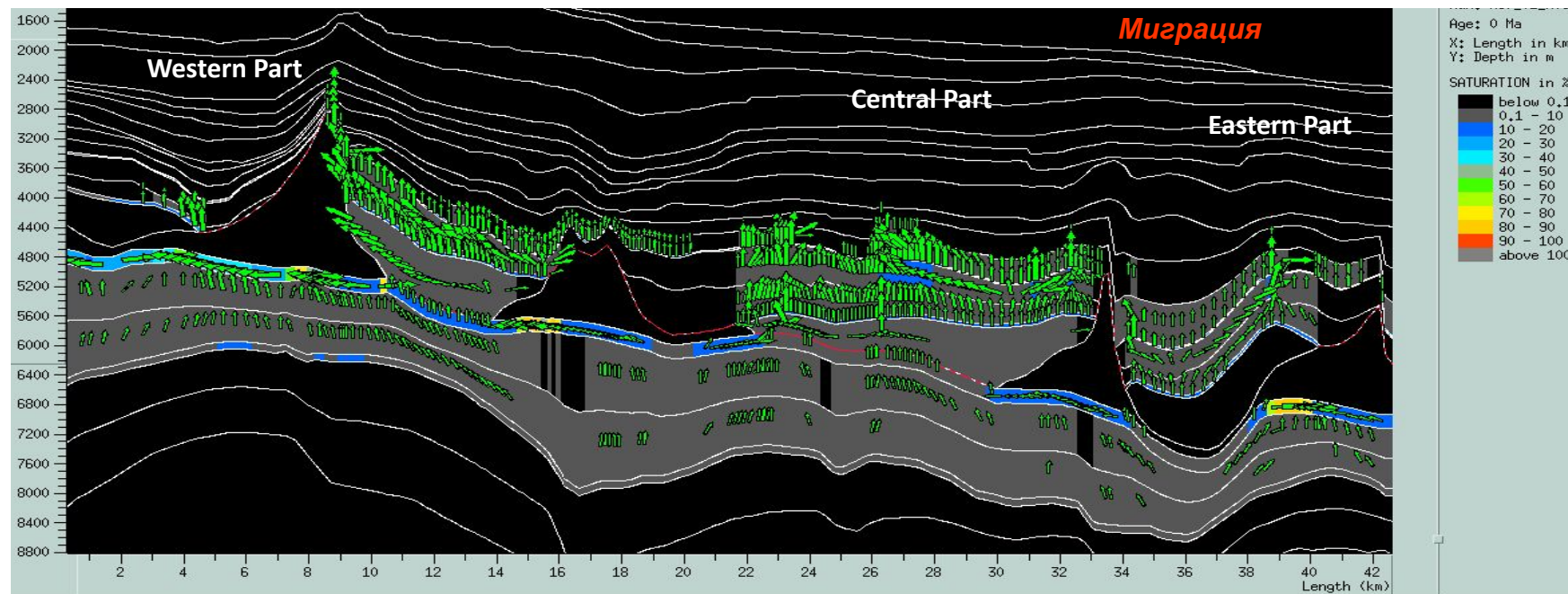


- Быстрота выполнения
- Не требует специальных данных
- Калибровка температуры

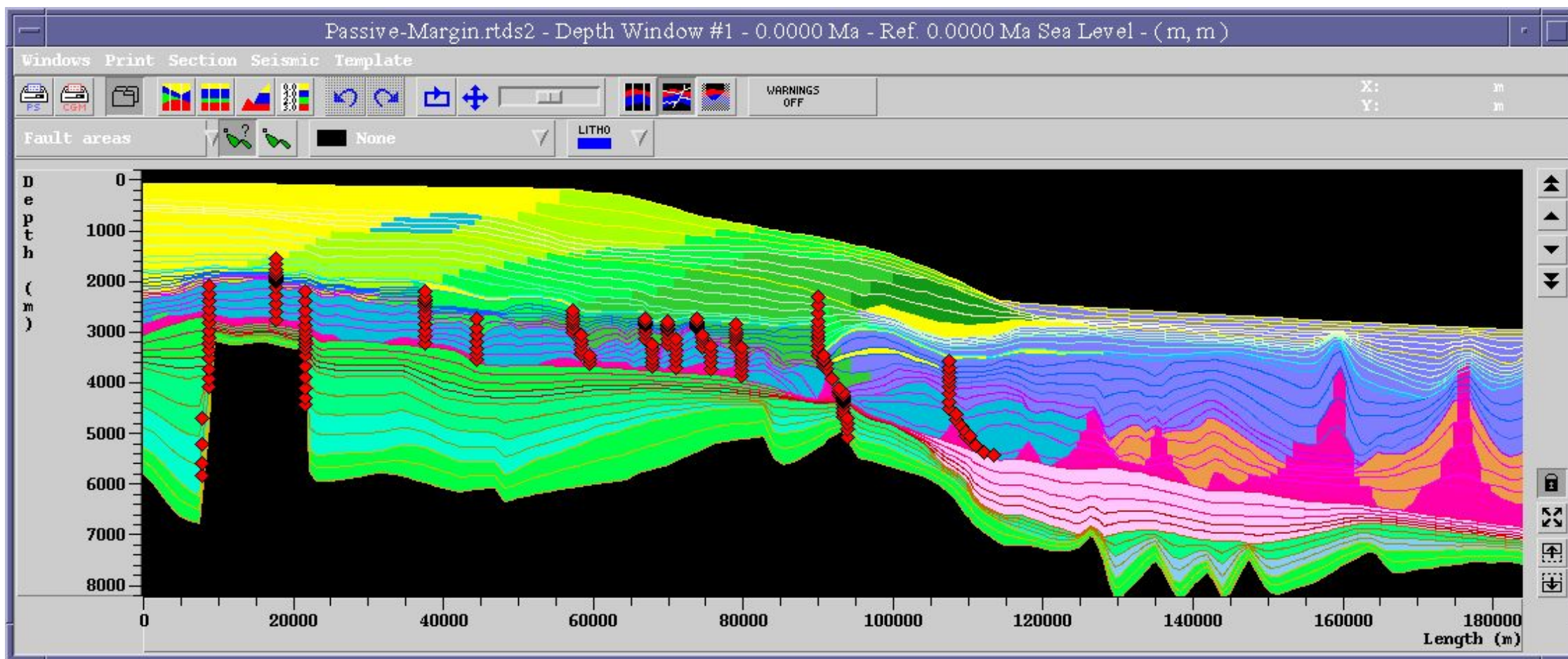
Комплексный подход к изучению осадочных бассейнов включает:

- *Понимание функционирования нефтегазоносной системы*
- *Определение путей миграции*
- *Моделирование давления*
- *Определение время заполнения ловушки*
- *Оценка качественного состава УВ флюидов*

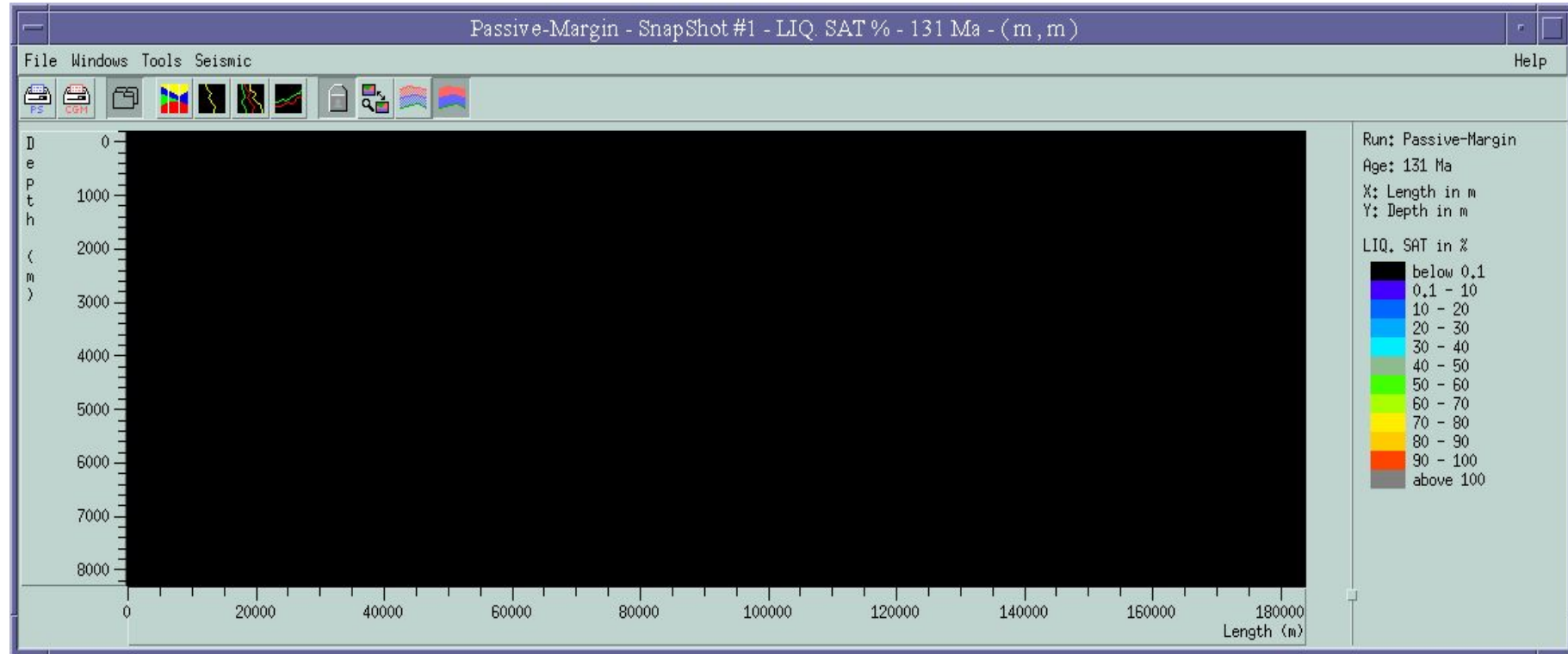
2D



Определение путей миграции



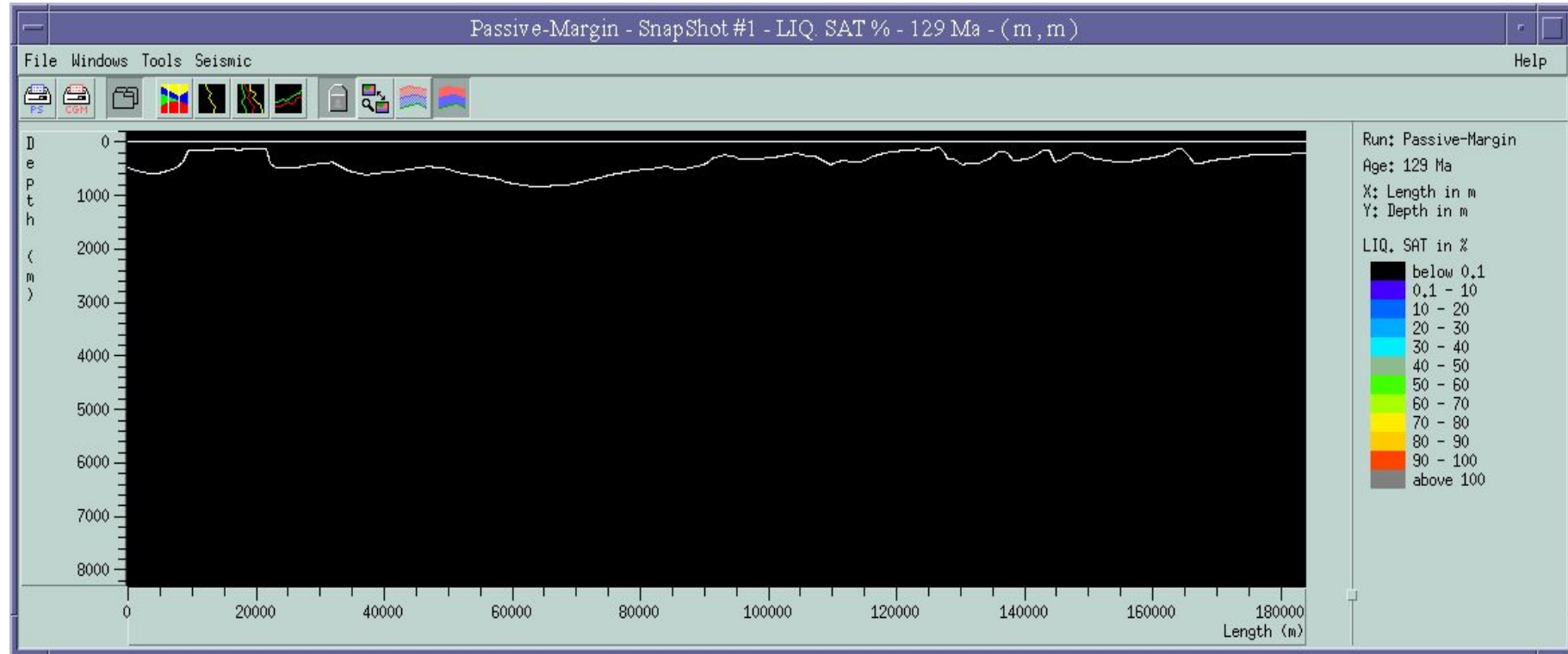
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



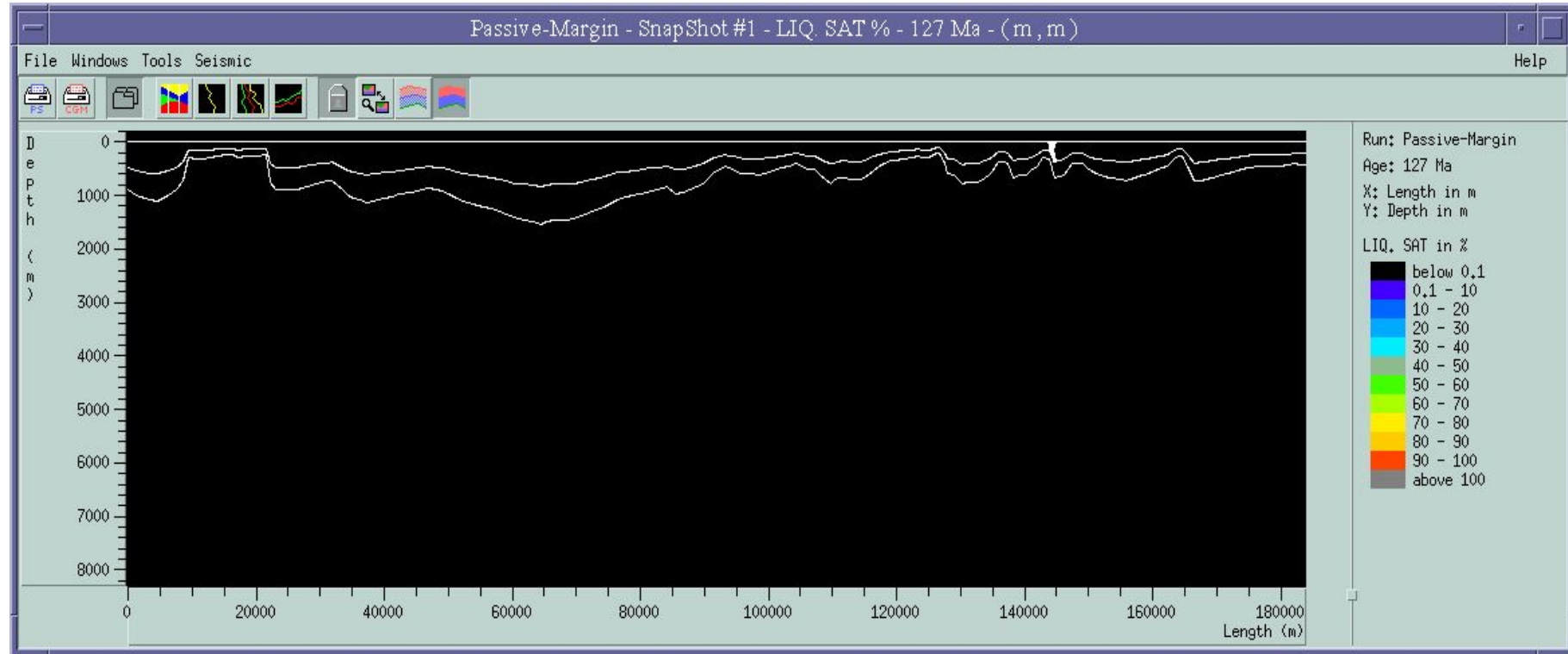
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



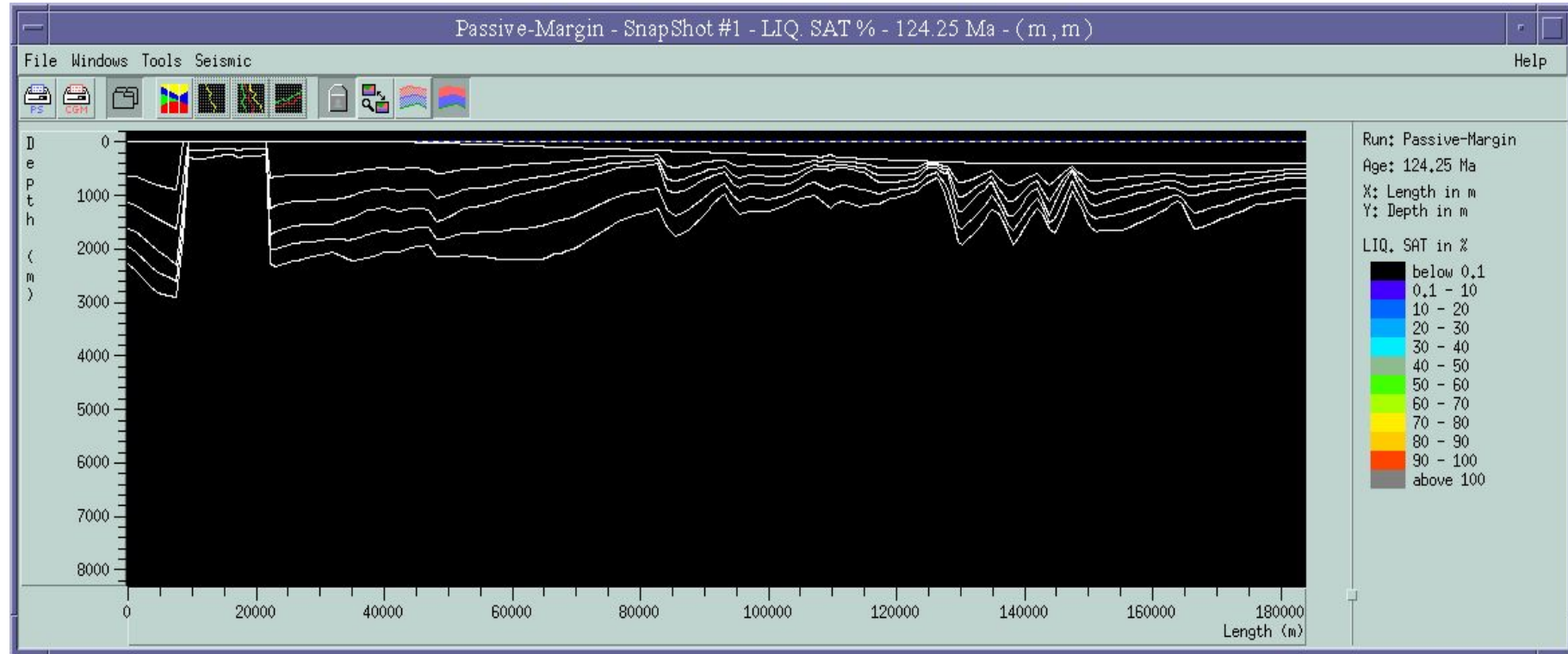
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



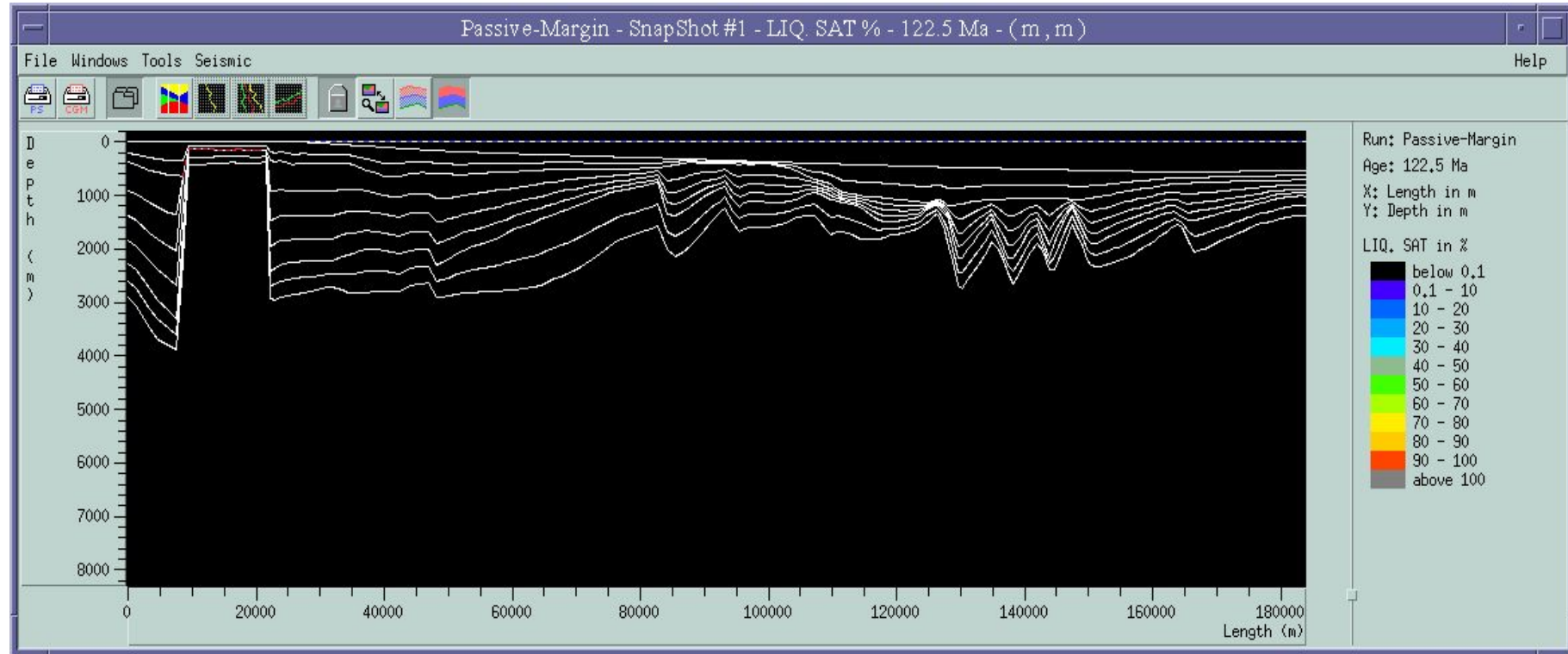
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



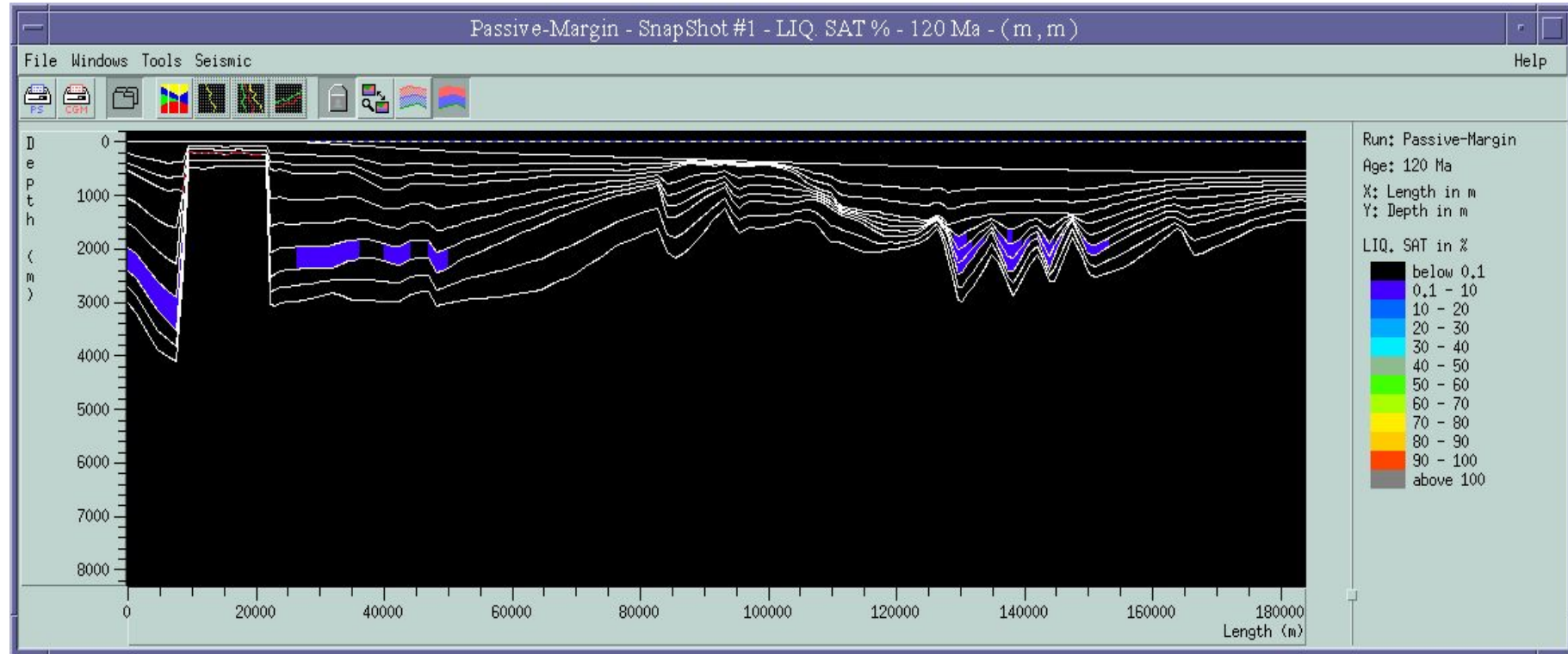
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



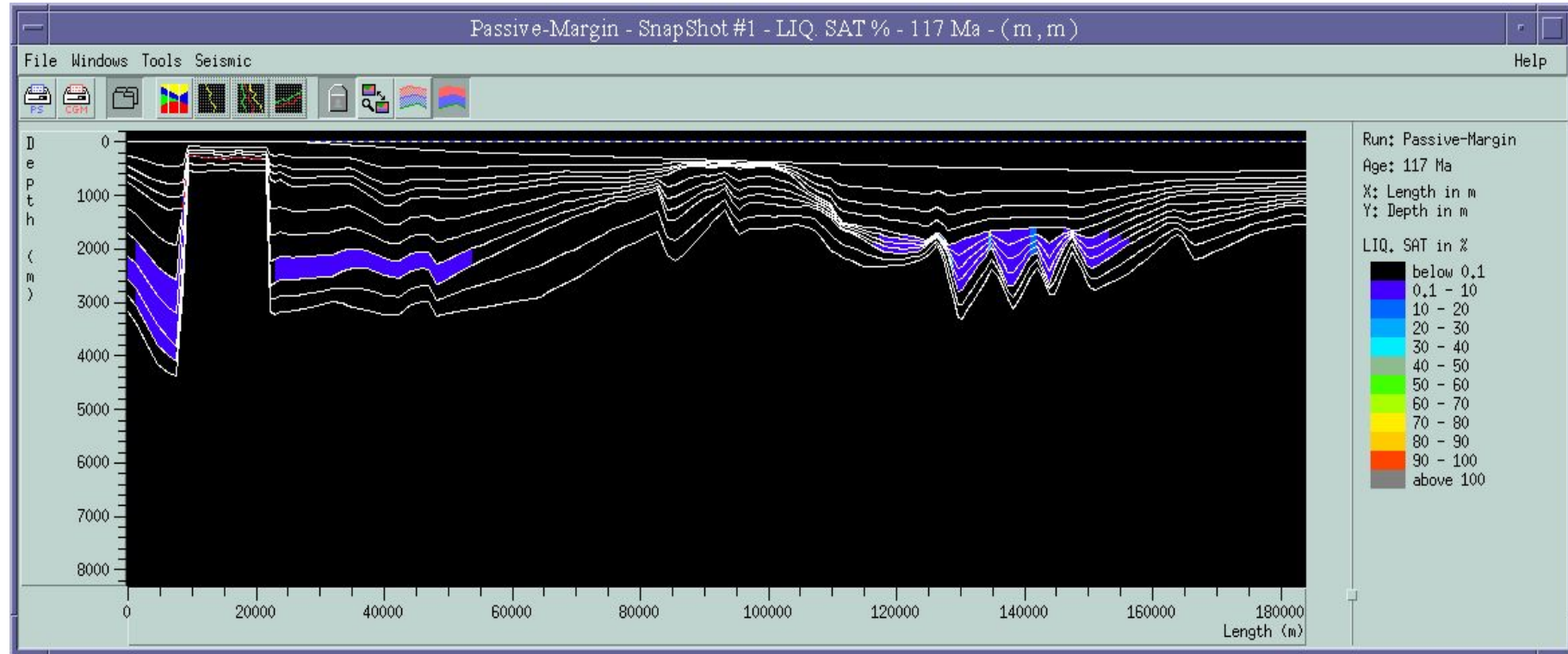
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



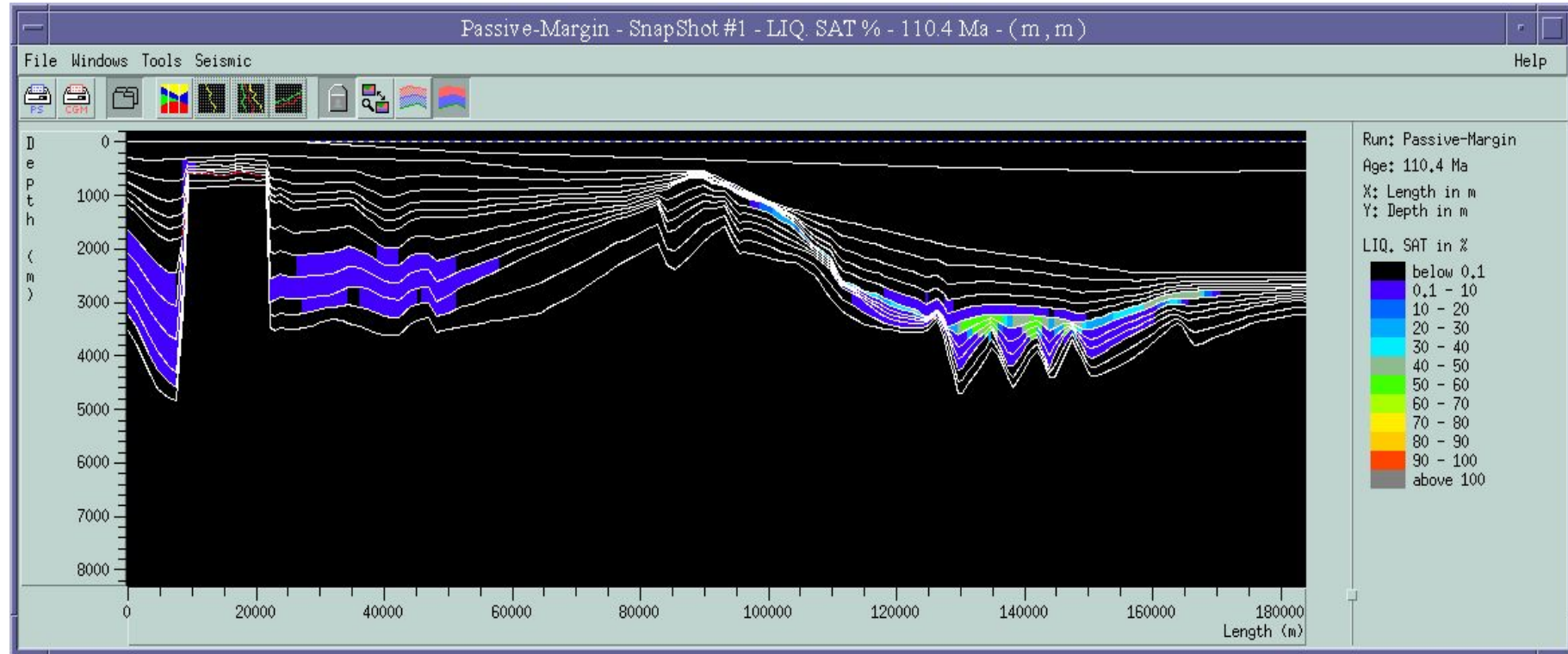
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



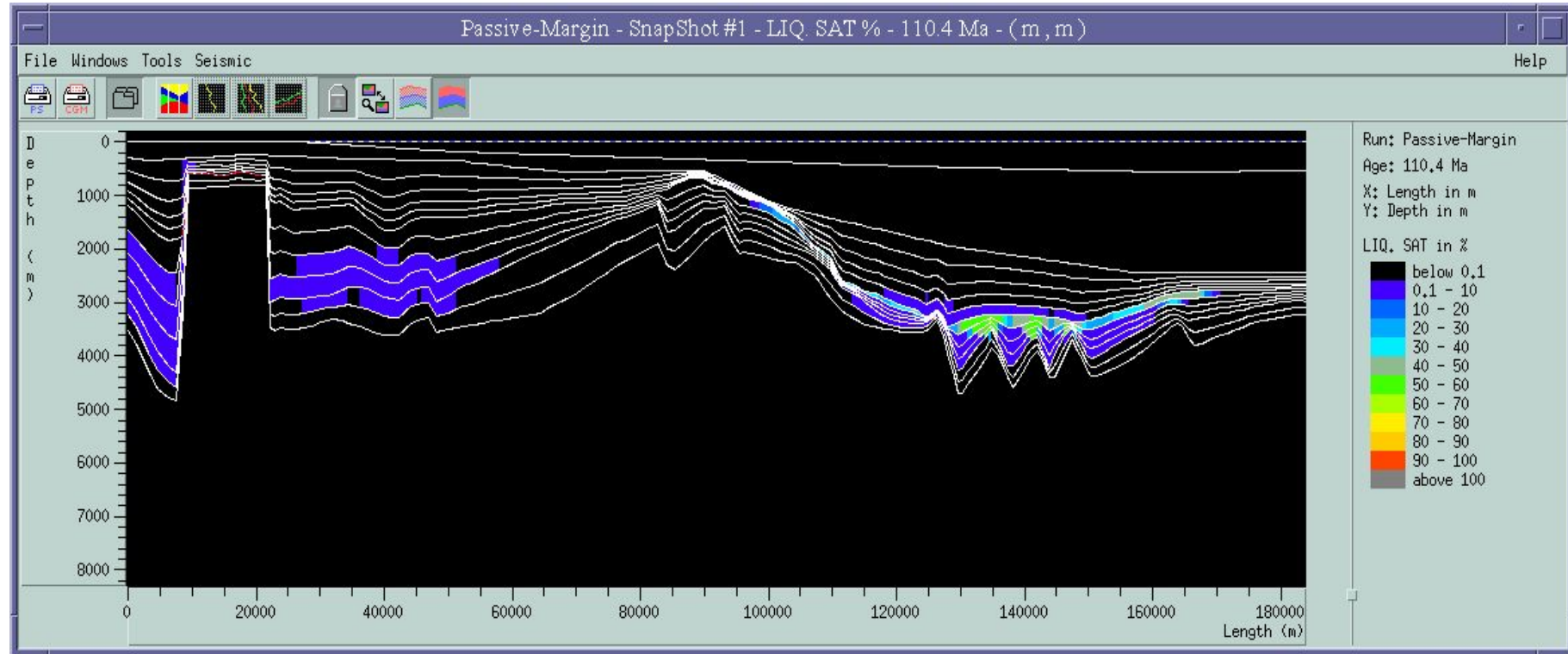
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



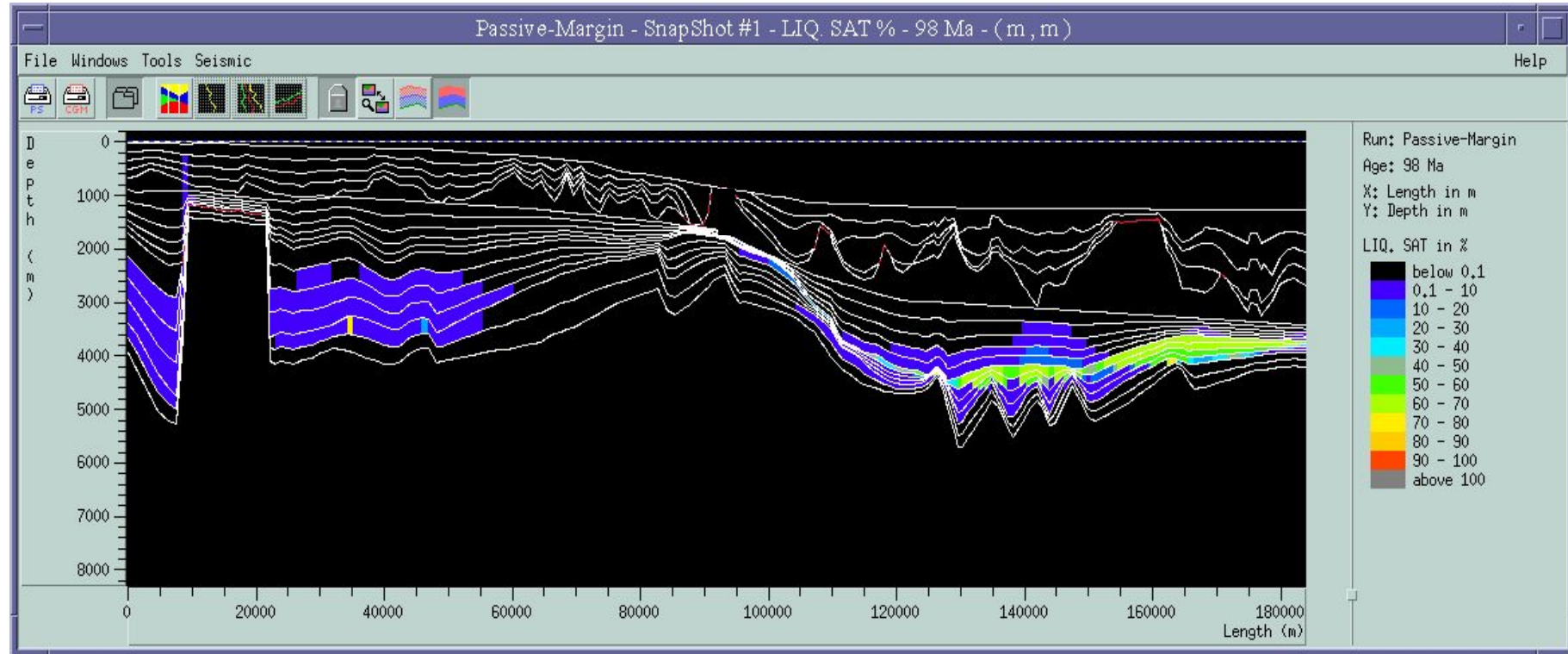
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



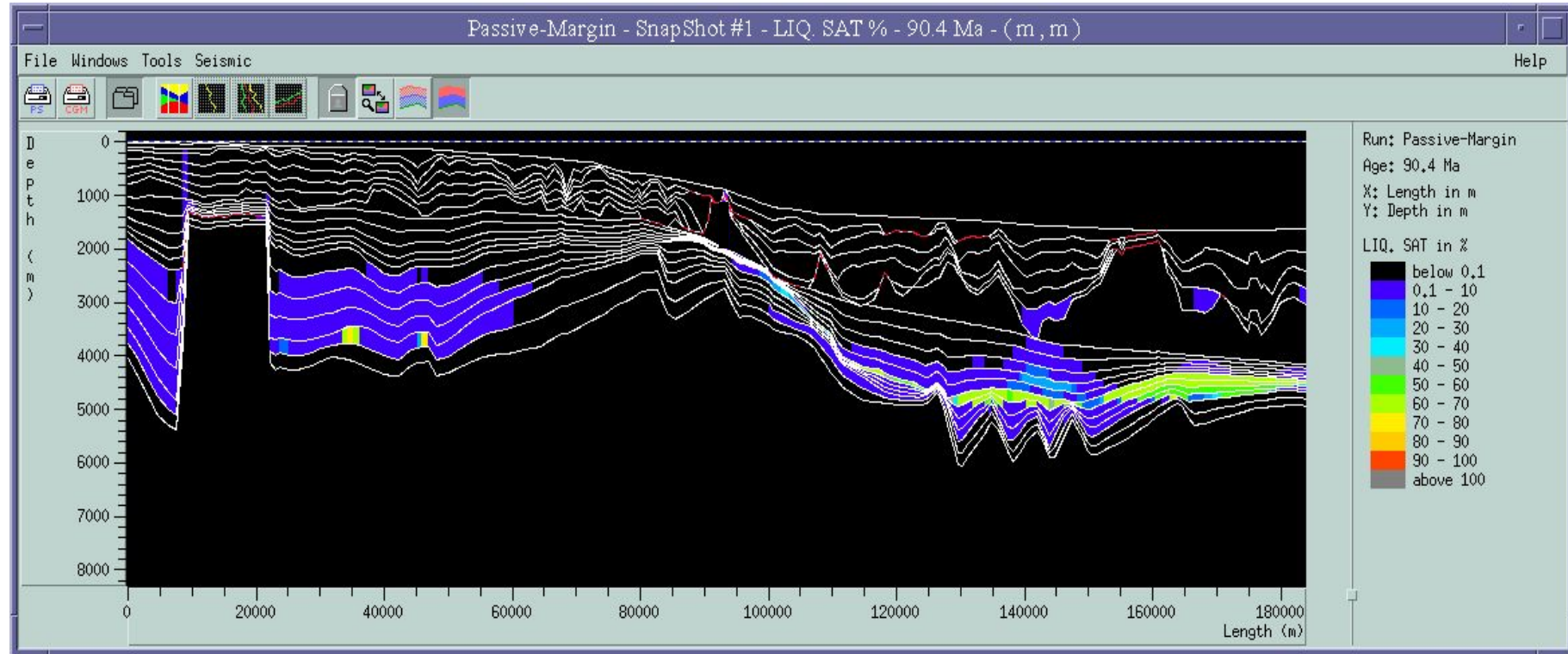
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



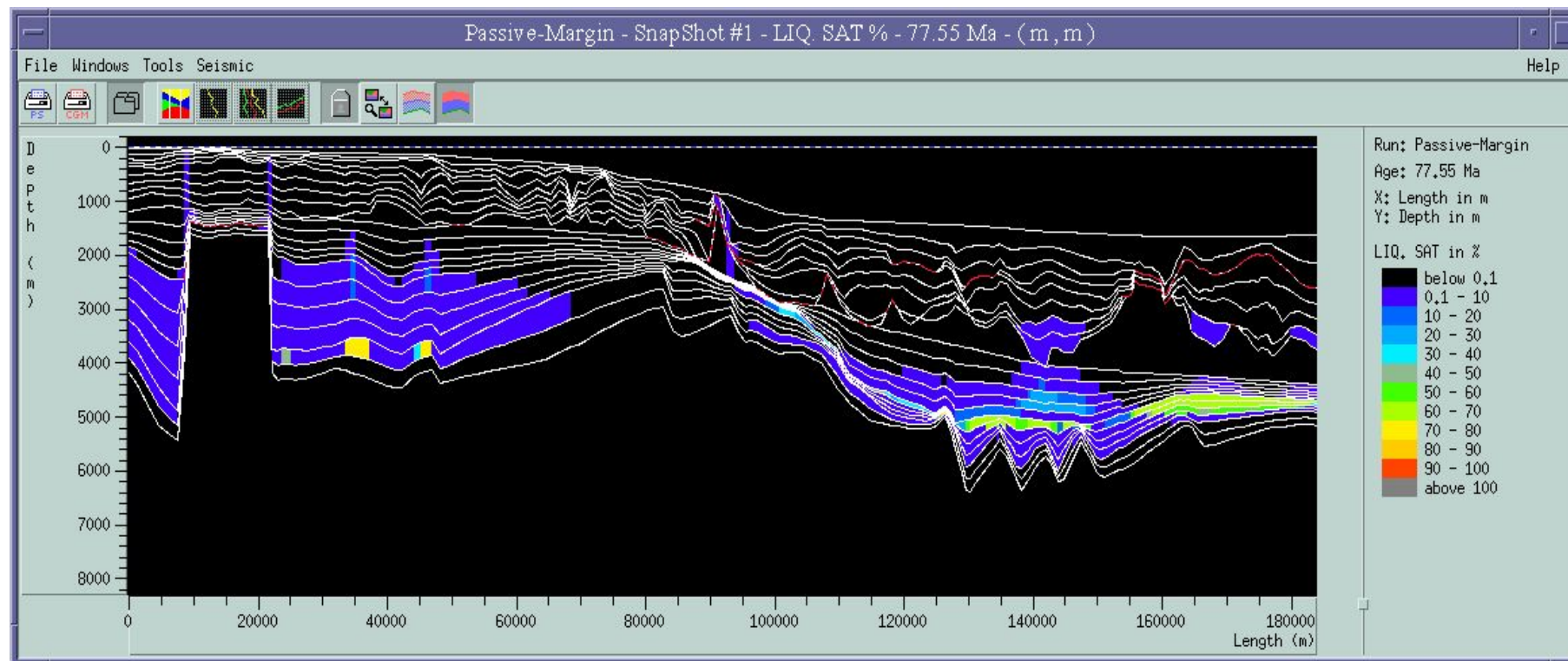
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



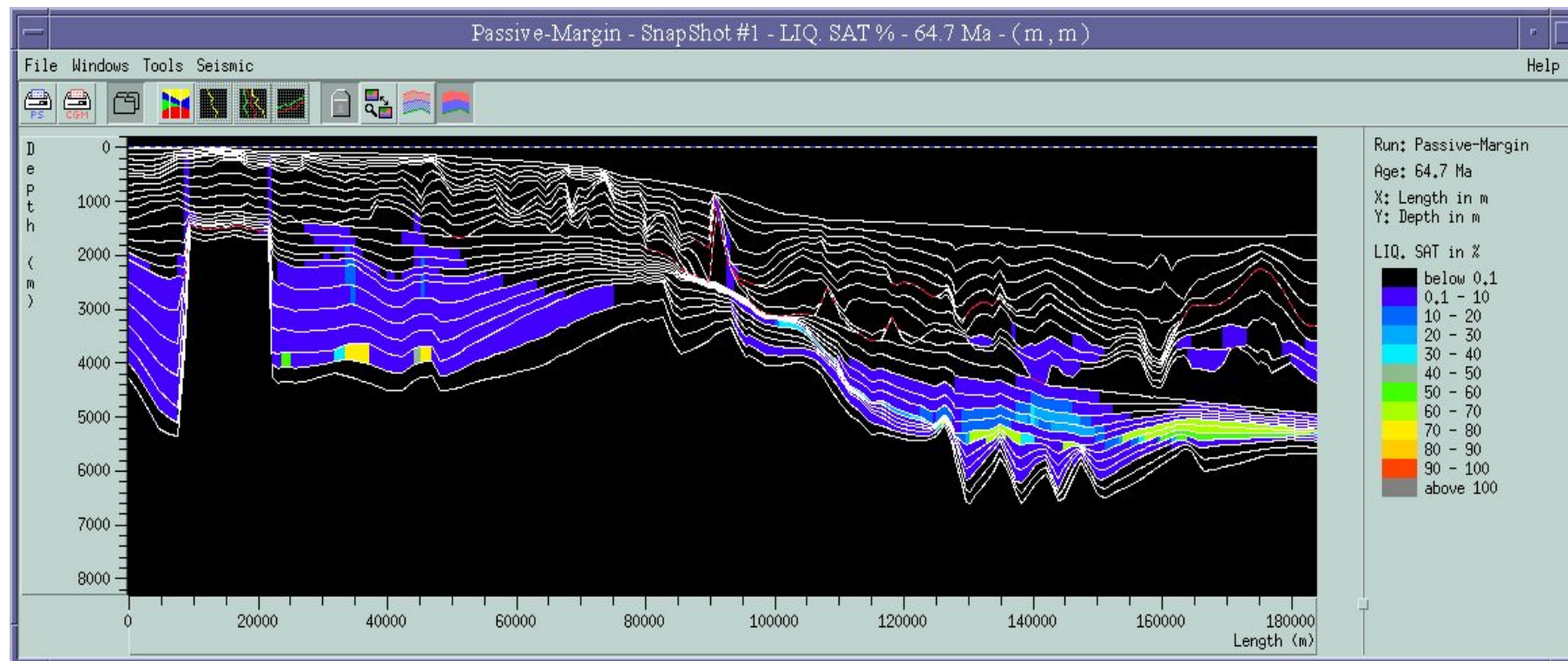
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



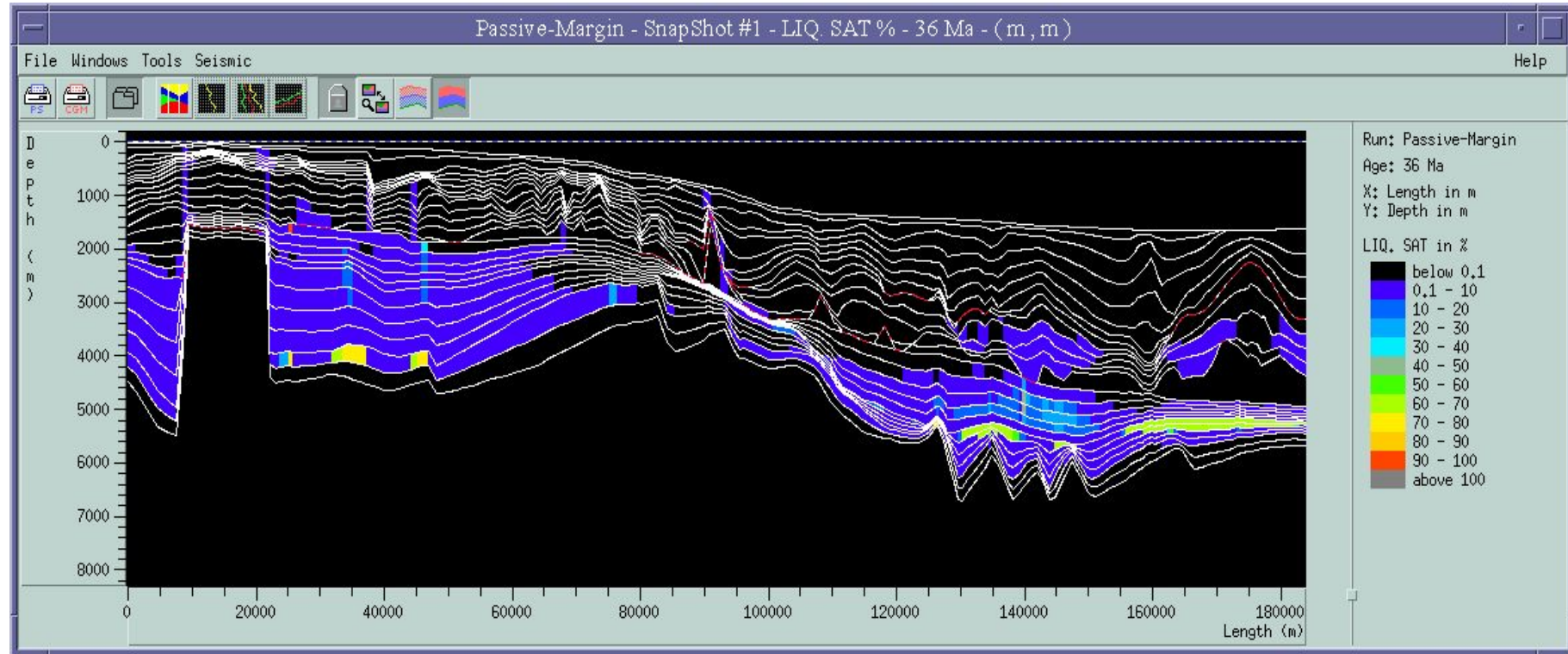
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



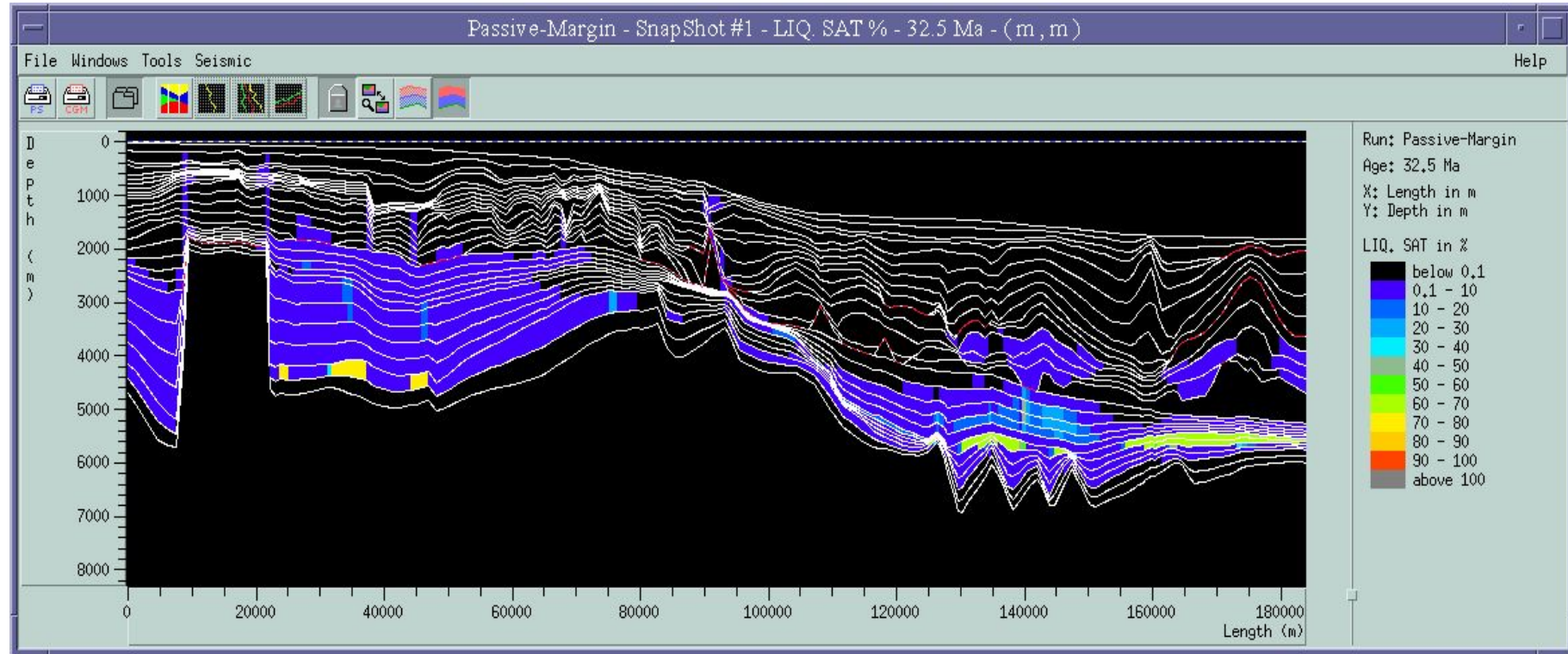
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



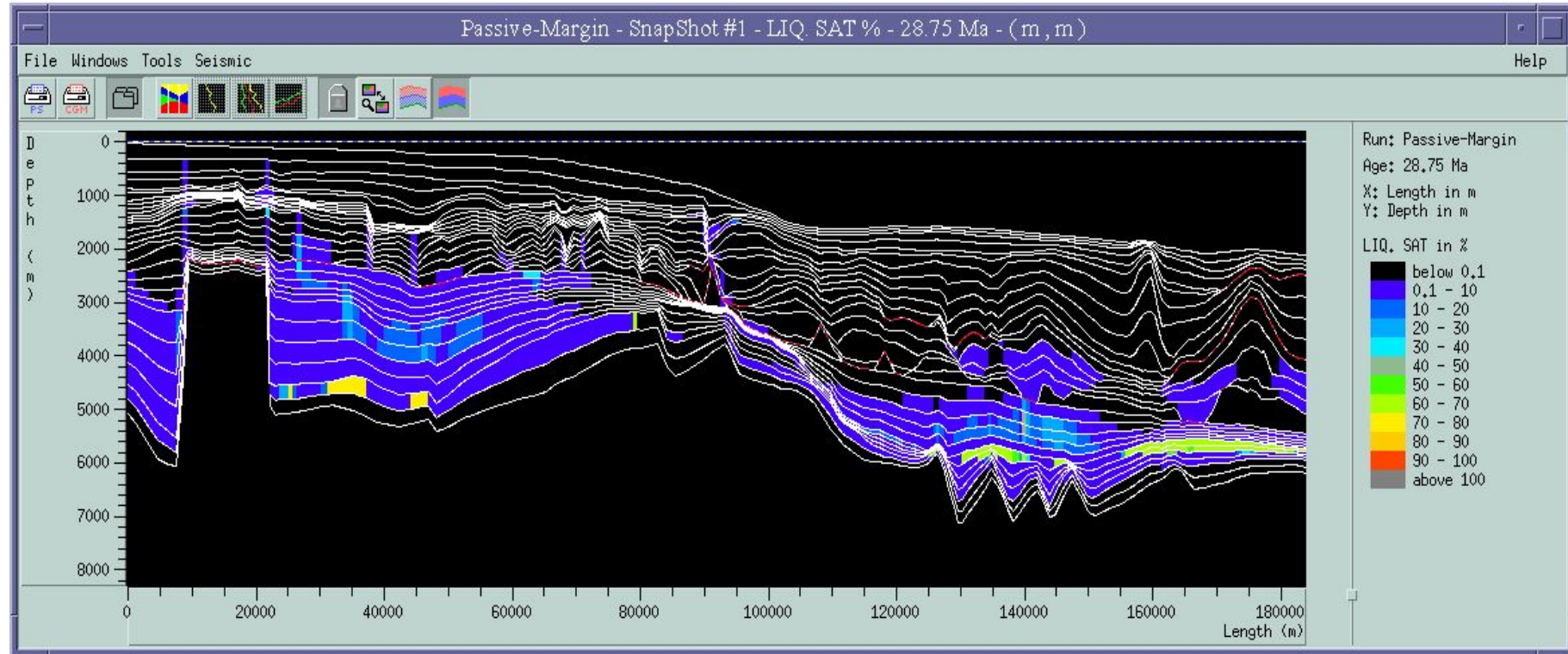
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность



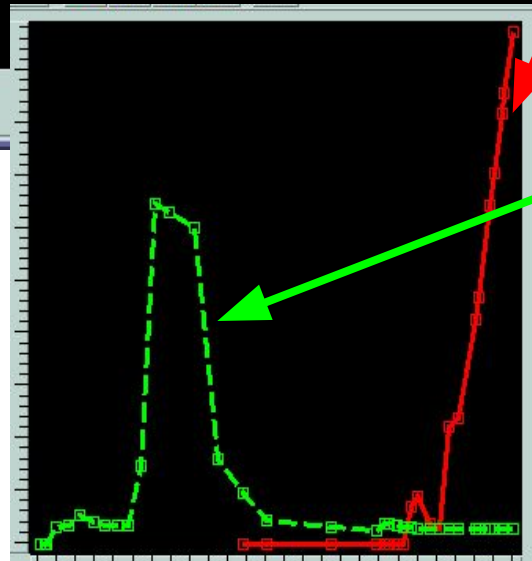
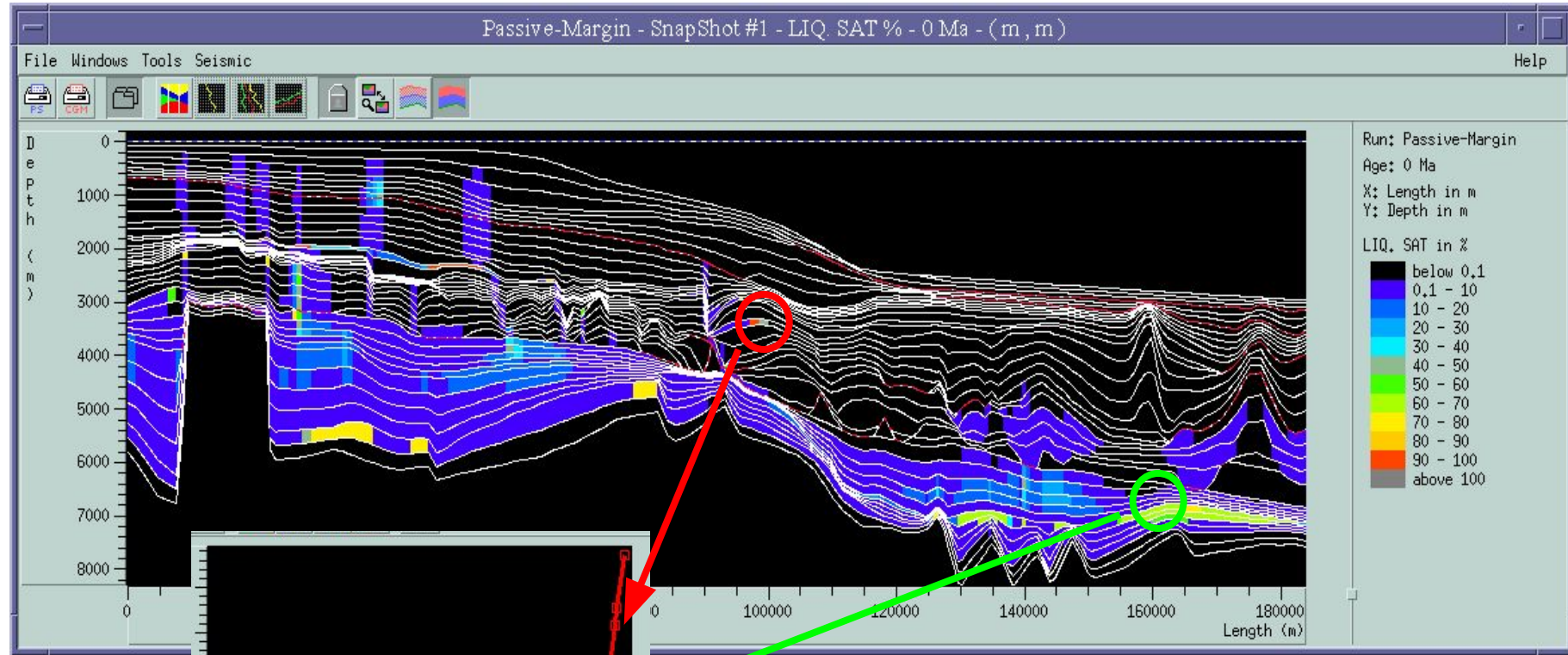
Определение путей миграции



Миграция УВ и результирующая нефтенасыщенность

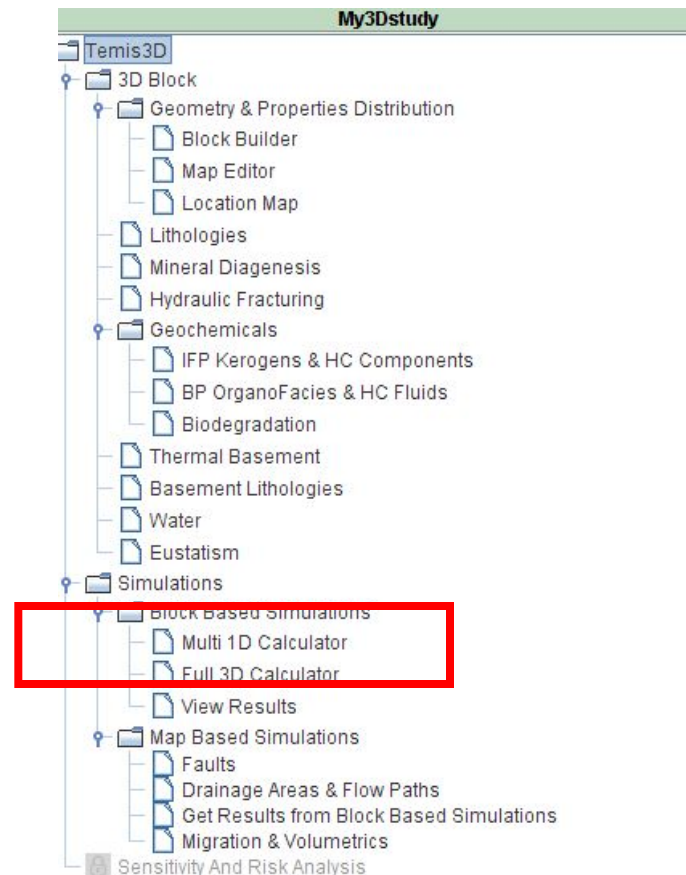
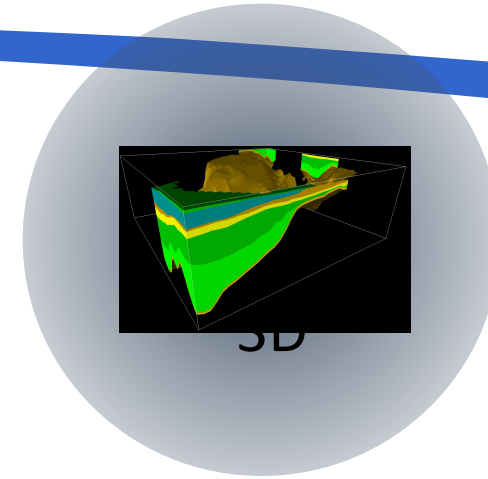


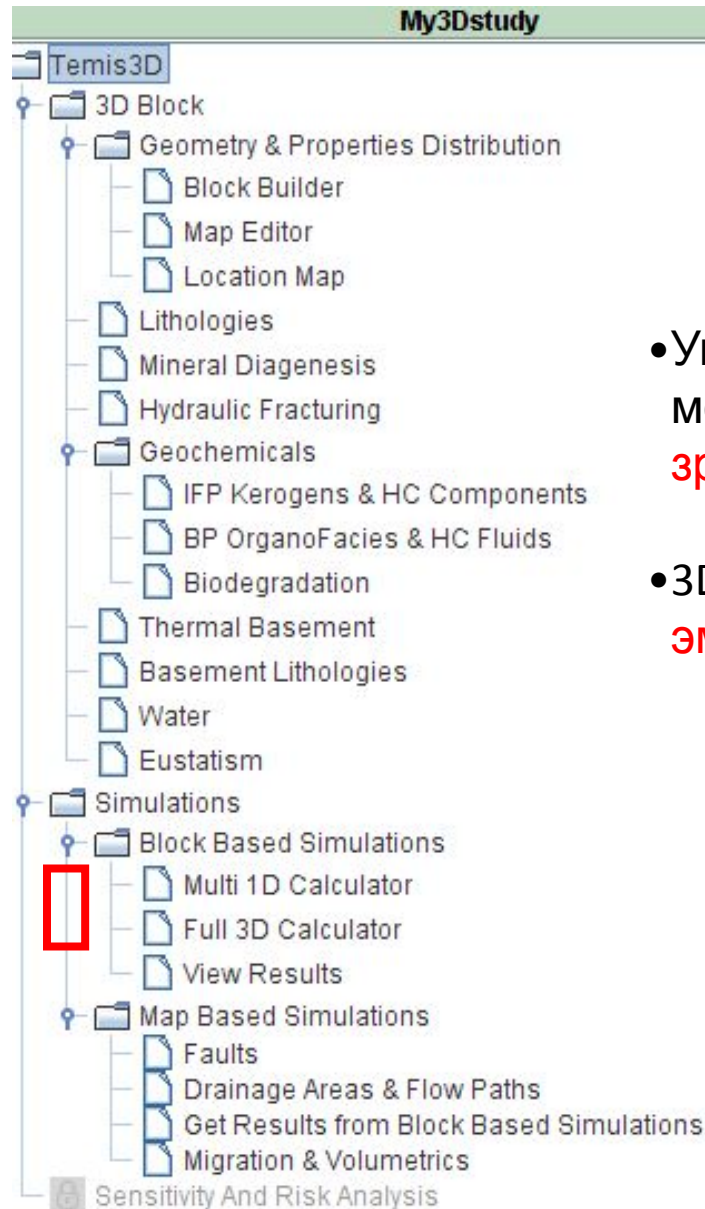
Заполнение ловушки



Интегрированный, гибкий подход к моделированию УВ систем

- Прогноз давления
- Определение времени заполнения резервуара
- Количественная оценка массы и объема УВ





Различные варианты моделирования для анализа нефтегазоносных систем

- Упрощенное multi-1D моделирование зрелости/генерации УВ **1 вариант** + **Map-based** оценка разведываемых территорий
- 3D моделирование эмиграции

2 вариант

Block-based оценка разведываемых территорий
(с учетом 3х-фазной многокомпонентной миграции на основе закона Дарси)

My3Dstudy

- Temis3D
 - 3D Block
 - Geometry & Properties Distribution
 - Block Builder
 - Map Editor
 - Location Map
 - Lithologies
 - Mineral Diagenesis
 - Hydraulic Fracturing
 - Geochemicals
 - IFP Kerogens & HC Components
 - BP OrganoFacies & HC Fluids
 - Biodegradation
 - Thermal Basement
 - Basement Lithologies
 - Water
 - Eustatism
- Simulations
 - Block Based Simulations
 - Multi 1D Calculator**
 - Full 3D Calculator
 - View Results
 - Map Based Simulations
 - Faults
 - Drainage Areas & Flow Paths
 - Get Results from Block Based Simulation
 - Migration & Volumetrics
- Sensitivity And Risk Analysis

Моделирование зрелости & эмиграции

Kinetic scheme and phase behavior : IFP (15 fractions)

Block Extension Time Step **HC Generation** Compaction Temperature

Run option :

Maturation **ON** ▼

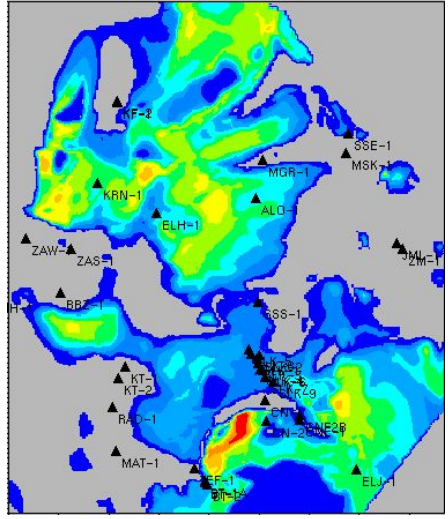
Adjust time step according to kerogen transformation ratio

Max Dxi allowed per time step : 0.05

Output variables :

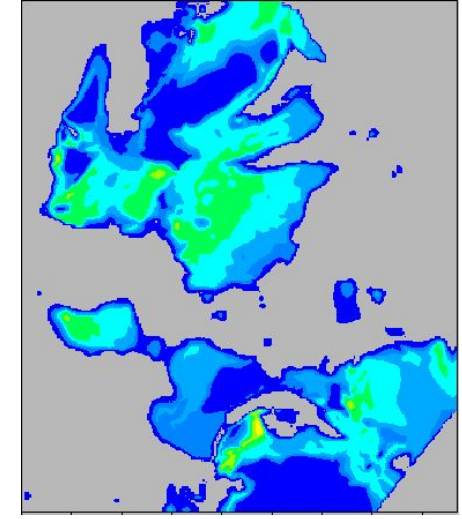
- Transformation ratio
- Vitrinite reflectance (%RO & EasyRO)
- Mass of component in the cell
- Mass of component in the pore space
- Mass of component retained on kerogen
- Mass of expelled component from the cell
- Volume of fluid HC / porous space

SR1

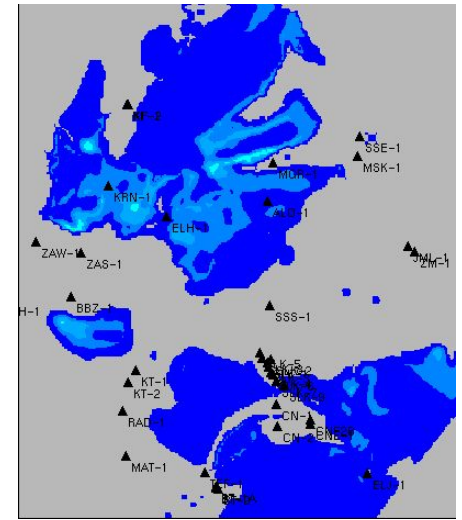


16 - 6 Ma

SR2

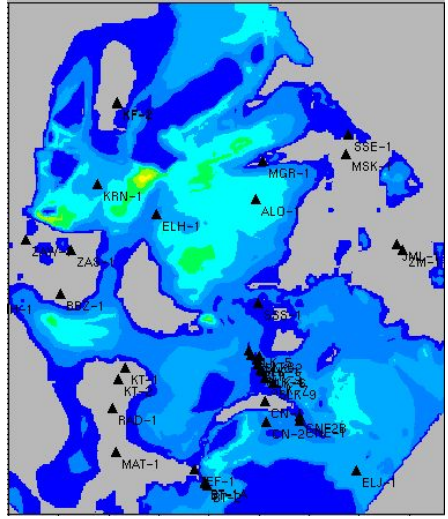


SR3



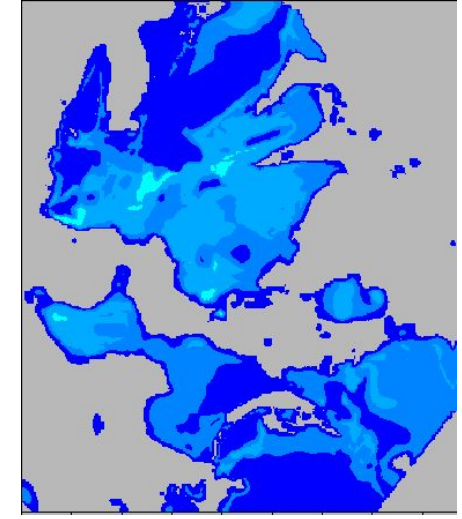
Эмиграция
УВ

SR1

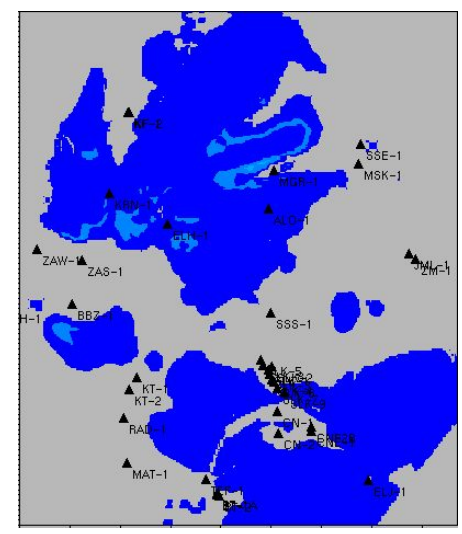


6 - 0 Ma

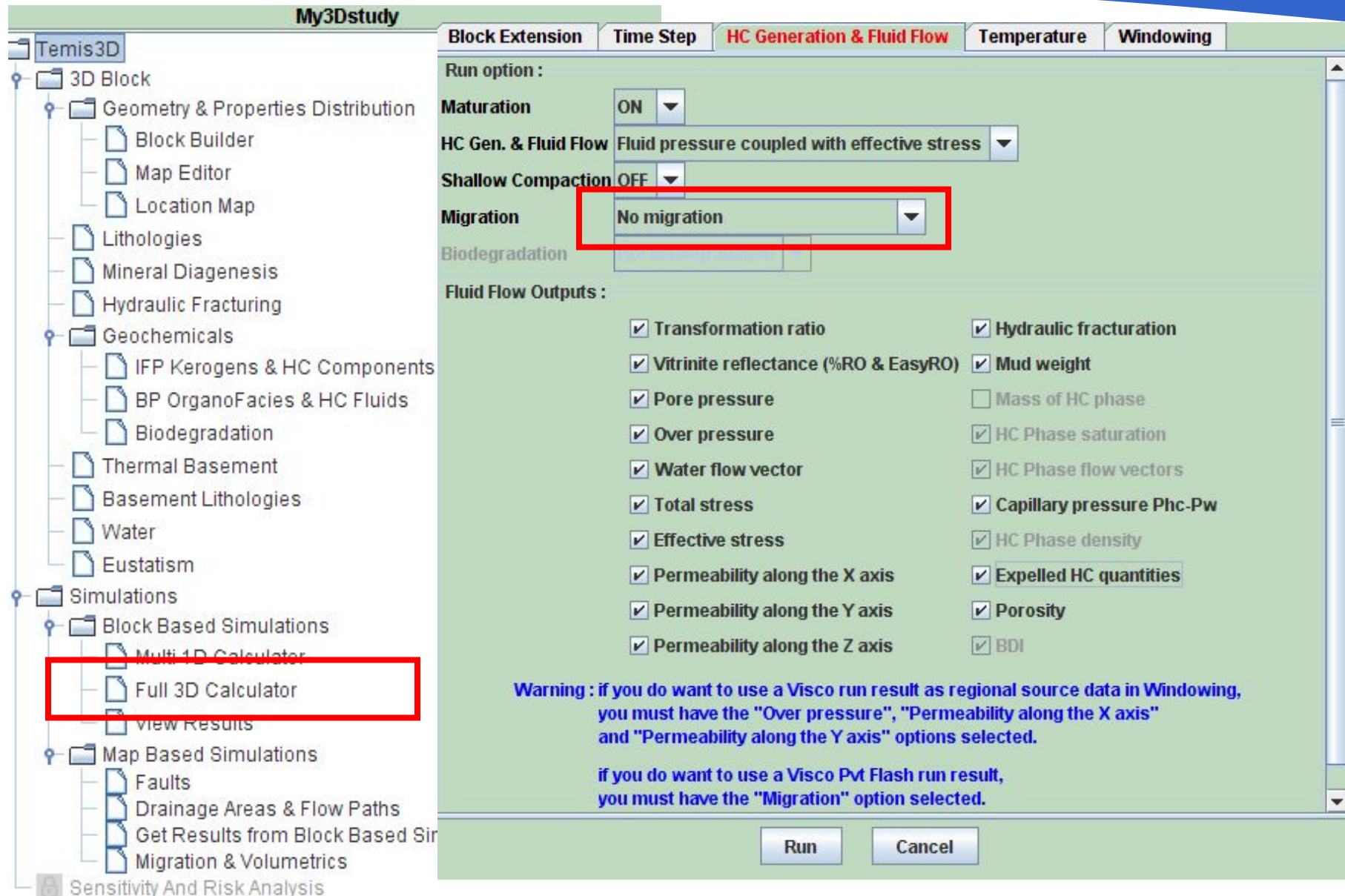
SR2



SR3



Эмиграция
УВ

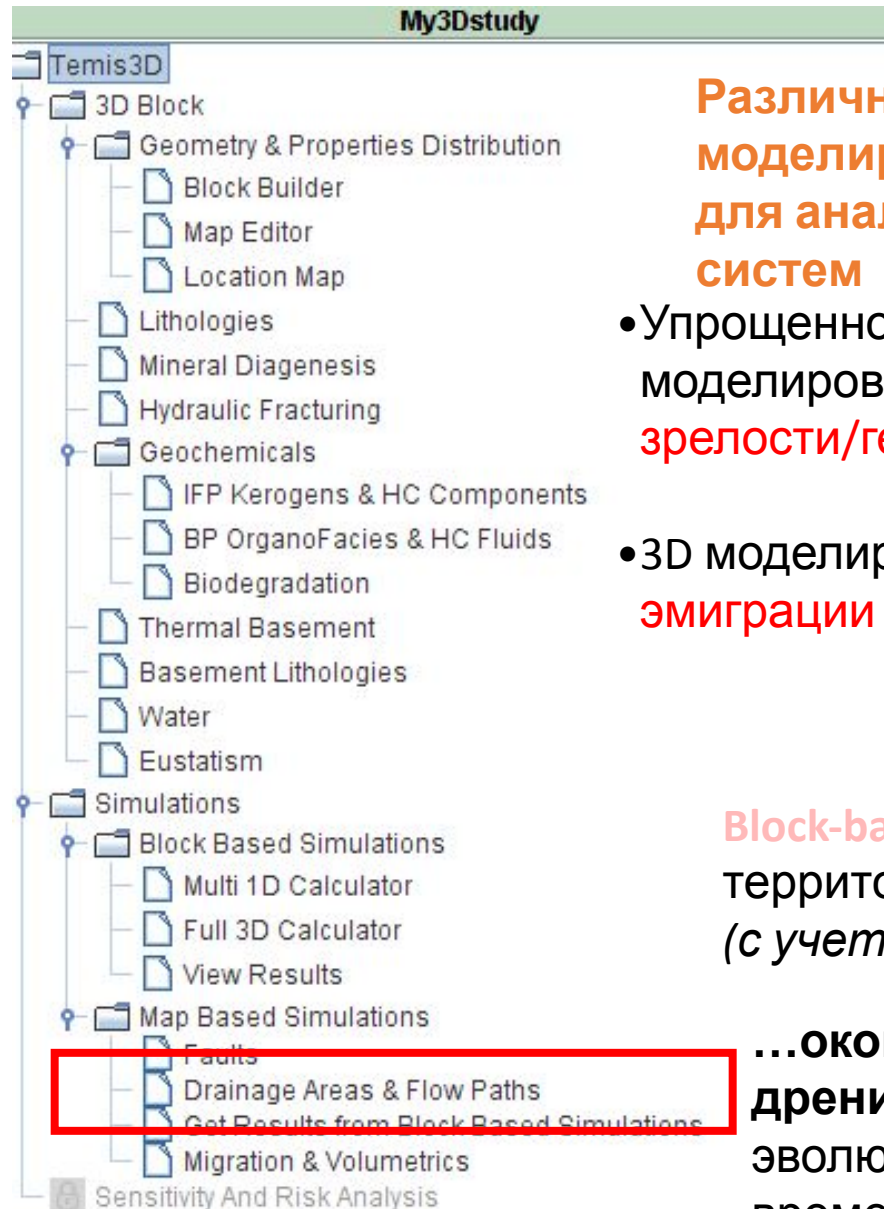


The screenshot displays the 'My3Dstudy' interface with the 'Full 3D Calculator' simulation selected in the left-hand tree. The right-hand panel shows the 'HC Generation & Fluid Flow' settings. The 'Migration' dropdown menu is highlighted with a red box and set to 'No migration'. The 'Fluid Flow Outputs' section contains several checked options, including 'Transformation ratio', 'Vitrinite reflectance', 'Pore pressure', 'Over pressure', 'Water flow vector', 'Total stress', 'Effective stress', 'Permeability along the X axis', 'Permeability along the Y axis', 'Permeability along the Z axis', 'Hydraulic fracturation', 'Mud weight', 'Mass of HC phase', 'HC Phase saturation', 'HC Phase flow vectors', 'Capillary pressure Phc-Pw', 'HC Phase density', 'Expelled HC quantities', and 'Porosity'. A warning message is displayed at the bottom of the settings panel.

Warning : if you do want to use a Visco run result as regional source data in Windowing, you must have the "Over pressure", "Permeability along the X axis" and "Permeability along the Y axis" options selected.

if you do want to use a Visco Pvt Flash run result, you must have the "Migration" option selected.

Buttons for 'Run' and 'Cancel' are visible at the bottom of the settings panel.



Различные варианты моделирования для анализа нефтегазоносных систем

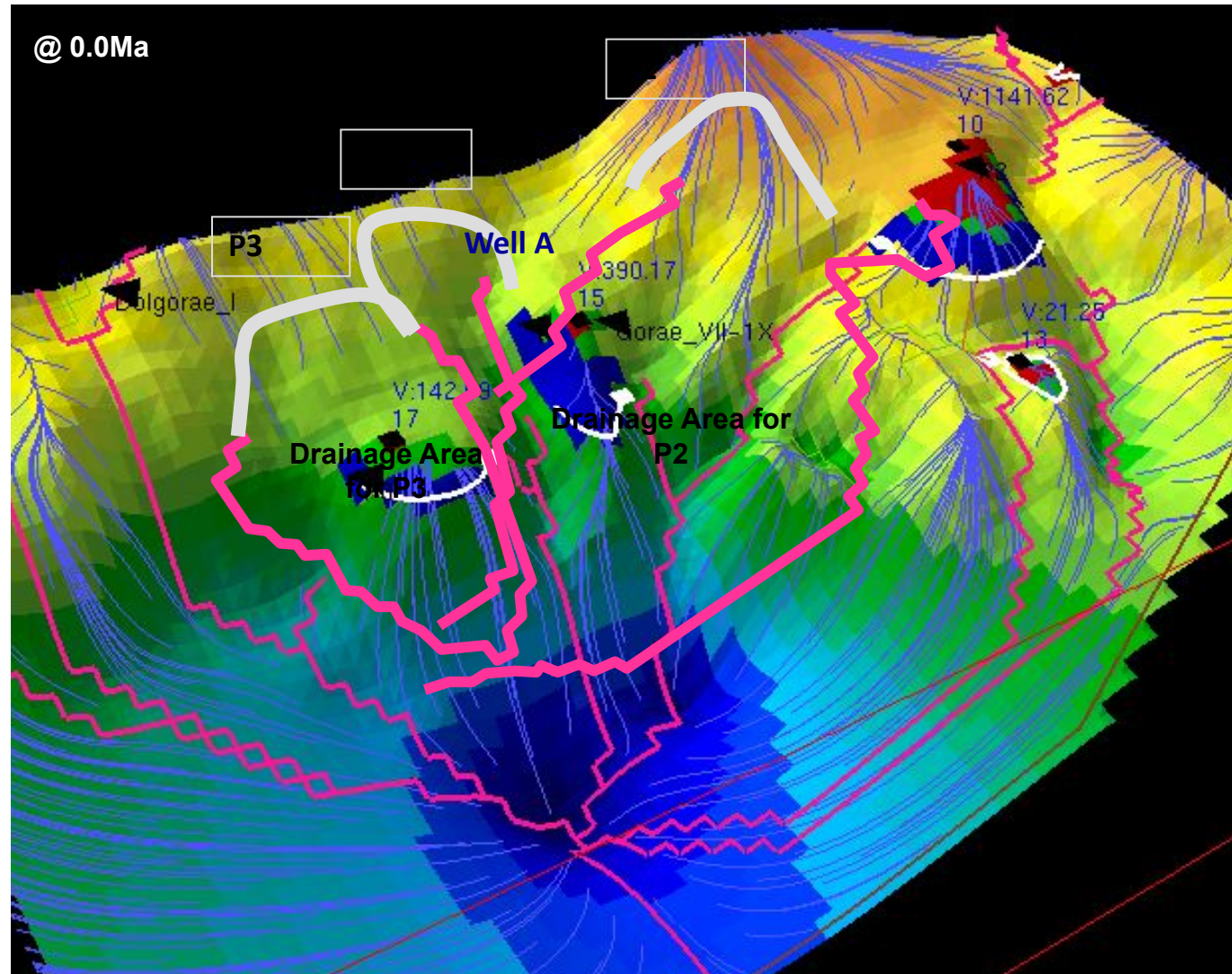
- Упрощенное multi-1D моделирование зрелости/генерации УВ **1 вариант** **Map-based** + оценка разведываемых территорий

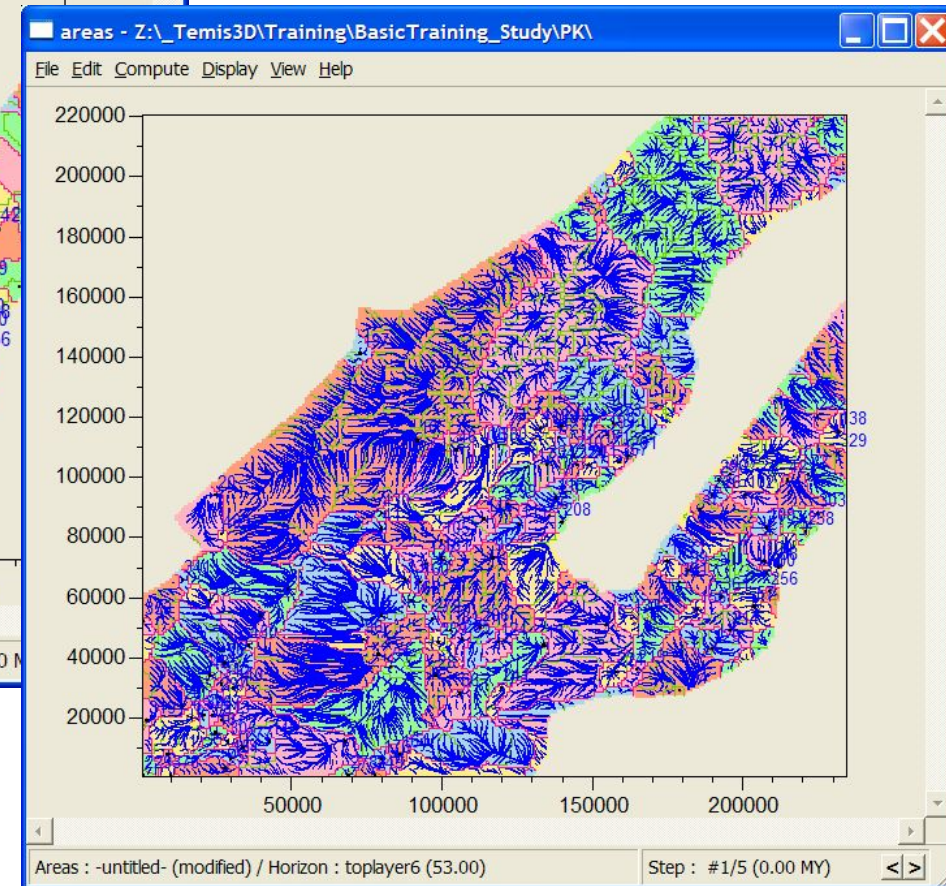
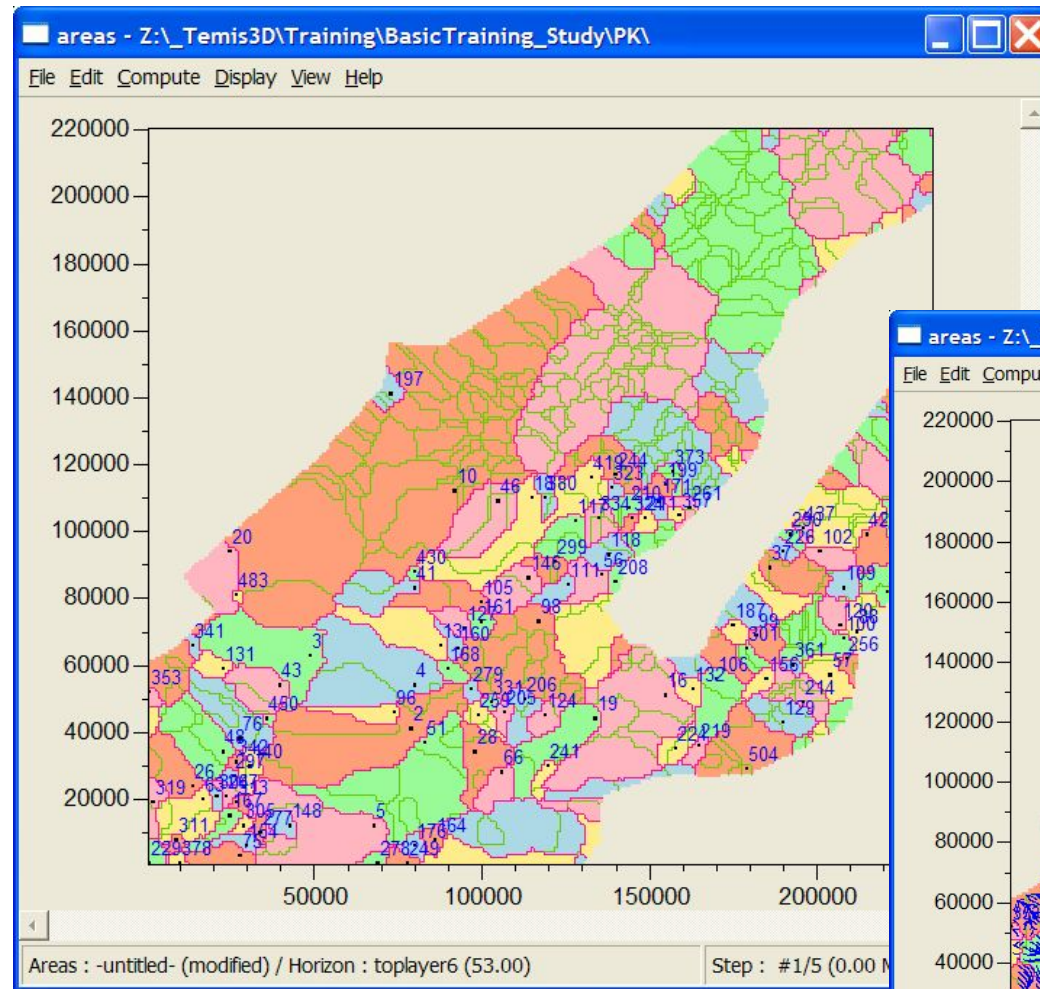
- 3D моделирование эмиграции

2 вариант

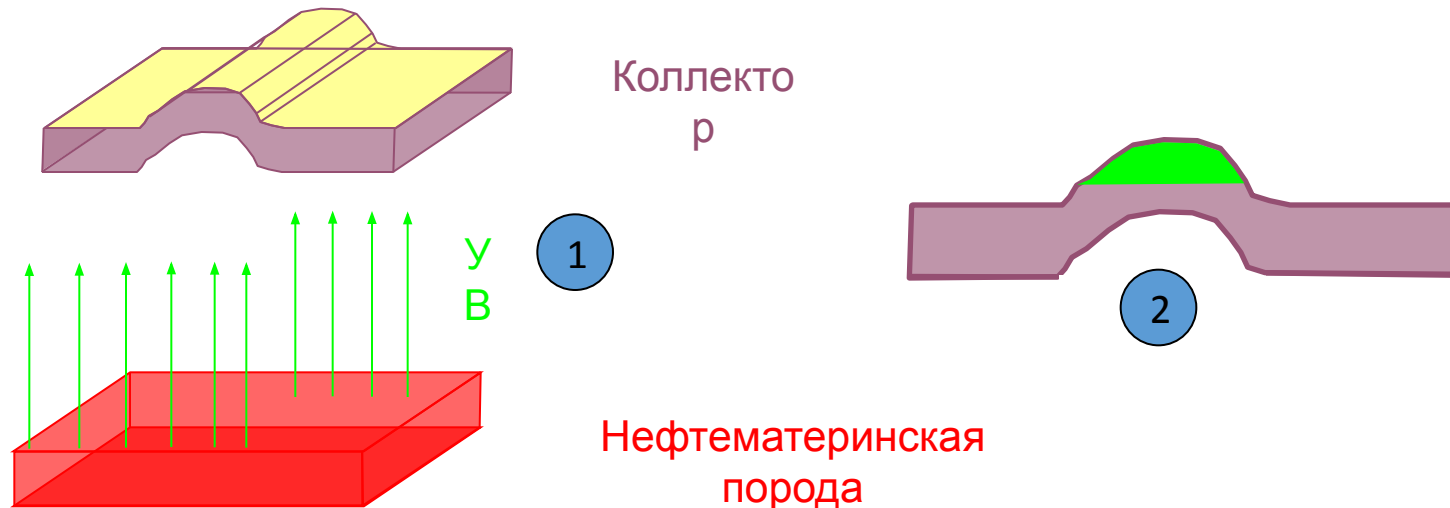
Block-based оценка разведываемых территорий (с учетом многофазового закона Дарси)

...о контурирование областей дренирования, эволюция объема & состава УВ во времени





Map Based моделирование: упрощенный подход для
описания залежей



Допущения

- Я:
- 1 УВ мигрируют вертикально и мгновенно из нефтематеринских слоев в коллектора
 - 2 Распределение УВ в слоях коллектора подчиняется принципу топографии

Хорошо работает, когда нефтематеринские слои и коллектора располагаются близко друг к другу и имеют простую геометрию

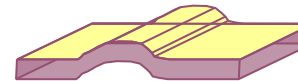
Map Based моделирование: упрощенный подход для
окинтуривания залежей

Нам
необходимо:

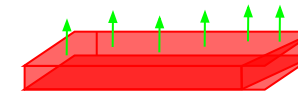
1 Нефтематеринские
породы



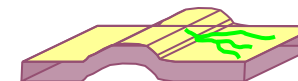
2 Коллекто
р

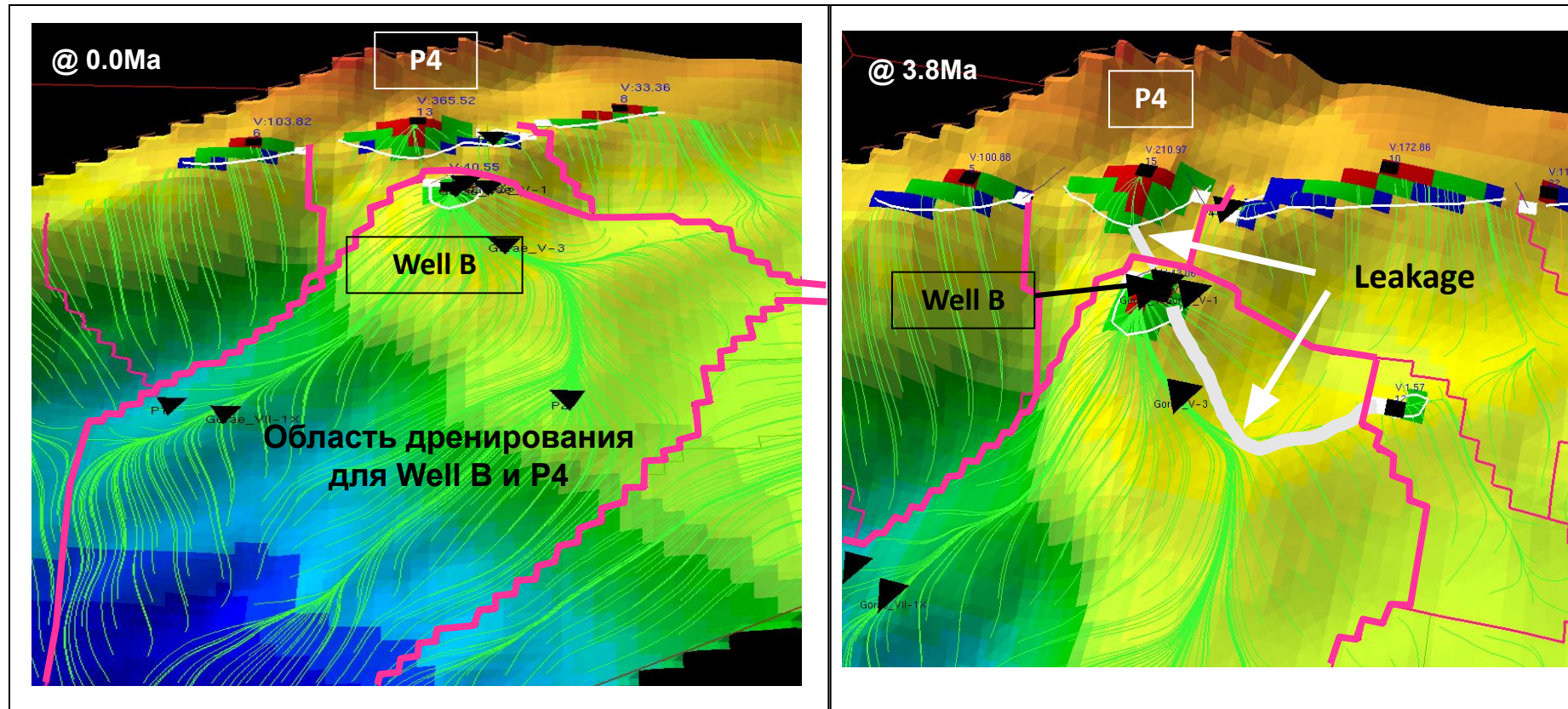


3 Результаты
моделирования
эмиграции



4 Гипотеза
распределения
областей
дренирования





Первая оценка объема и фазового состава УВ

$$\vec{V}_{HC} = \frac{K k_{r_{HC}}}{\mu_{HC}} \text{grad} (P + P c_{HC} - \rho_{HC} g z)$$

$$\vec{V}_{water} = \frac{K k_{r_{water}}}{\mu_{water}} \text{grad} (P - \rho_{water} g z)$$



Ранжирование по степени перспективности

