РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

ОСНОВЫ РАБОТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

«РН-ГЕОСИМ»



Права на настоящий документ принадлежат ПАО «НК «Роснефть». Документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ПАО «НК «Роснефть».

ПК «РН-ГЕОСИМ»

©
В ПАО «НК «Роснефть» 2023»

СТРАНИЦА 1 ИЗ 13

СОДЕРЖАНИЕ

НАЧАЛО РАБОТЫ	3
ИМПОРТ ДАННЫХ	4
СКВАЖИННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ	5
	۰ ۵
	9 44
	11
ЭКСПОРТ ДАННЫХ	13

Права на настоящий документ принадлежат ПАО «НК «Роснефть». Документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ПАО «НК «Роснефть». © ® ПАО «НК «Роснефть» 2023»

ПК «РН-ГЕОСИМ»

Начало работы

Для начала работы с ПК «РН-ГЕОСИМ» необходимо запустить программу и создать новый проект (Рисунок 1), нажав кнопку «Новый проект» (1). В открывшемся диалоговом окне нужно указать любое удобное имя в поле «Имя файла» (2) и нажать кнопку «Сохранить» (3).

<u>Ф</u> ай	п Вид Сервис Помощь									
194 I 1	D окно 📓 2D окно 🕕 Окно корреляции 📗 Окно инте	рсекции	Операции		Приступая к работе					
E Проек			Файл нового проекта		(Dr) > Project > georgin	. Workshop		Dewer Workshap		×
Jlor		Î	Упорядочить • Новая	папка	(b.) 7 Project 7 geosini	, workshop	¢ U	Tionee Workshop	EE •	0
	Для добавления элементов в проект используйте — контекстное меню или кнопку 'Добавить объект'		РисункиЈРБ ^	Имя	^	Дата изменения	Тип	Размер		
1 Onepa			Нет элементов, удовлетворяющих условиям поиска.				an ca			
	Проект Группы		<u>И</u> мя файла: Новый <u>Т</u> ип файла: h5-про	проект ект РН-ГЕОСИМ (*.h5	2			3	>	> >
			 Скрыть папки 					Сохранить	Отмена	•

Рисунок 1. Пример создания нового проекта

Для создания геомодели (Рисунок 2) следует нажать кнопку добавить объект (1) и выбрать «Геомодель» -> «Новая геологическая модель» (2).

<u>Ф</u> айл <u>В</u> ид Сервис <u>П</u> омощь		
📽 3D окно 📓 2D окно 🕕 Окно корреляции 🕕 Окно интерсекции	🞯 Фациальное моделирование 🛛 📲 Петрофизическое н	моделирование 🔗 Сглаживание куба
	🚎 🕕 Операции	Приступая к работе
	Геомодель	Новая геологическая модель (2)
Поиск	U 44 Многовариантное моделирование	
	↑ 🕑 СейсмоМодель	
Для добавления элементов в проект используйте контекстное меню или кнопку 'Добавить объект'		

Рисунок 2. Создание новой геологической модели

В окне дерева объектов будет создана новая цифровая геологическая модель (Рисунок 3).

Нажав на черный треугольник (1) рядом с только что созданной геомоделью, можно раскрыть список содержимого проекта.



Рисунок 3. Объекты пустой цифровой геологической модели в дереве проекта

Импорт данных

РН-ГЕОСИМ позволяет импортировать все типы данных, указанные в дереве проекта, в различных форматах (Рисунок 4): найти модули для импорта данных можно в списке операций в разделе импорта. Для построения простейшей геологической модели необходимо импортировать скважинные данные (координаты устьев скважин, инклинометрию, данные ГИС), маркеры и при наличии полигоны разломов и результаты структурной интерпретации, данных сейсморазведки.



Рисунок 4. Различные варианты импорта данных в геомодель

Скважинная корреляция

Когда все необходимые исходные данные для построения цифровой геологической модели загружены в проект РН-ГЕОСИМ, можно переходить к скважинной корреляции. Для этого нужно создать окно корреляции, в открывшемся окне включить все скважины, нужные каротажи и маркеры (Рисунок 5). Инструменты этого окна позволяют редактировать не только маркеры, но и сами каротажи.



Рисунок 5. Окно корреляции

Отображение каротажей на окне корреляции (а также и других объектов в окнах визуализации) можно настраивать с помощью шаблонов визуализации (Рисунок 6).

блон Объект						
ип шаблона: Глоба	альный каротаж		Литология		· .	+ -
тиль лога						Дискретный
Палитры						
Основная	Дискретный 💌	Палитра литологии	•	Настройки	+	-
Дополнительна	я Непрерывная 💌	По умолчанию	•	Настройки	+	-
Заливки						
	Слев	за	Справа			
	Слее	3a	Справа			
Линия	Сле	8a 🗌	Справа			
Линия ———— Цвет	Слег	8a 🗌	Справа			
Линия Цвет Стиль	Слее	Ba 🗌	Справа			.
Линия Цвет Стиль Ширина	Cnet	ва 🗌	Справа			2
Линия Цвет Стиль Ширина	Cnet	ва 🗌	Справа			2
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн	Слее	ва	Справа			2
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн Тип оси	Слее	ва	Справа		Линейн	С 2 2 ый т
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн Тип оси Динамическое п	Слее начений ————————————————————————————————————	sa 🗌	Справа		Линейн	Д 2 4
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн Тип оси Динамическое п Режим граничн	Слее чачений часштабирование ых значений	5a 🗌	Справа	Относител	Линейн	шй т ступы (%) т
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн Тип оси Динамическое и Режим граничн Отступ от минии	Слее начений масштабирование ых значений мального значения гр	ва 🗌	Справа	Относител	Линейн ьные ото	Г 2 ↓ с тупы (%) ↓ 5 ↓
Линия Цвет Стиль Ширина Настройки оси зн Тип оси Динамическое п Режим граничн Отступ от мики Отступ от макси	Слее чачений масштабирование ых значений мального значения г мального значения г	за зафика (%)	Справа	Относител	Линейн	2 2 ступы (%) 5 ¢ 5 ¢

Рисунок 6. Настройки отображения каротажа

Построение структурного каркаса

После проведения корреляции можно приступать к построению каркаса. При отсутствии контура области моделирования его можно создать с помощью инструментов РН-ГЕОСИМ. Например, контур можно взять как границу точек сейсмической структурной поверхности (или как границу карты) при наличии таковых, воспользовавшись операцией «Создать контур по точкам», которая находится в папке «Для точек». В этом случае эти точки также можно использовать как тренд, построив по ним карту с помощью операции «Построение карт» в папке «Операции с картами».

Модуль построения карты (Рисунок 7) поддерживает несколько различных методов картопостроения. В качестве входных данных могут быть использованы маркеры и точки, на которые можно подсадить выходную карту, полигоны и карты (обычно используются в качестве тренда). Для карты нужно указать границы, используя контур или задавая их вручную. В качестве дополнительных данных можно задавать разломы для построения разломной карты.

🚯 Построение карты					×				
Название операции По	остроение карты				* 🖻				
Исходные данные	Исходные данные Доп. параметры Методы построения Границы карты								
Локальное обнов	Локальное обновление								
Исходная поверхн	Исходная поверхность 🔿 🕅 Seism_IIA								
Границы обновл	Границы обновления 📎 Вся область								
[+]Добавить	Удалить 🕄 Най	ти в дереве 🗌 Конст.	тренд						
Объект	Атрибуты	Учёт данных	Bec	Рассчитывать невязку					
Скважины 💽 [Скважины ры подсадки вручну	10			•				
Радиус по Ох 500	.00 м				*				
Радиус по Оу 500	.00 м				-				
Азимут 0.00	°				-				
			Невязка						
			Точки 🔶	Surface_interp	-				
Карта-результат 🄿	🚺 Подсадка	•	Результат 🔶	Surface_interp	-				
			Невязка 🔶	Невязка	-				
				Рассчитать ОК	Закрыть				

Рисунок 7. Построение карты

После этого в проекте будут все данные для построения структурной основы каркаса геомодели: по имеющимся данным нужно построить карты кровли и подошвы для всех пластов. Построенные карты можно визуализировать в 2D или 3D окне (Рисунок 8).



Рисунок 8. Карта, визуализированная в 2D и 3D окнах

Создание каркаса цифровой геологической модели разделено на несколько этапов. Первый этап – это создание стратиграфической модели (Рисунок 9), в которой будет задано разделение на пласты будущей цифровой геологической модели. При импорте маркеров PH-ГЕОСИМ предлагает создать стратиграфическую модель по загружаемым маркерам. При этом стратиграфию можно создать и редактировать вручную.

 Добавить горизонт до Добавить горизонт после Добавить зону Удалить горизонт Удалить горизонт 	Горизонты	Колонка 1	Тип
	1 Ю11_кровля		Изохронная
	2	Ю112	
	3 Ю12_подошва		Изохронная
+ Добавить колонку	4	гап	
Переименовать колонку	5 Ю13_кровля		Изохронная
	6	Ю134	
	7 Ю14_подошва		Изохронная

Рисунок 9. Стратиграфическая модель

Далее нужно создать тектонический каркас разломной модели (Рисунок 10), для чего используется операция «Создать тектонический 2D(3D) каркас». 2D каркас может в себя включать только вертикальные разломы, а 3D каркас – как вертикальные, так и наклонные. Для создания каркаса нужно задать границы, добавить полигоны в качестве разломов и задать взаимоотношения между ними, т.е. места их пересечения и смыкания. Последнее можно сделать вручную или воспользоваться автоматическим поиском.



Рисунок 10. Тектонический каркас

Следующий этап — это построение структурной модели, в которой будут заданы стратиграфические горизонты будущей цифровой геологической модели (Рисунок 11). С помощью операции «Создать структурную модель» нужно создать структурную модель по построенному тектоническому каркасу. Согласно стратиграфической модели для горизонтов и зон задаются входные данные, а также выбираются разломы, которые будут участвовать в построении структурной модели.



Рисунок 11. Структурная модель

Построение трехмерной сетки

На основе структурной модели можно создать трехмерную сетку (Рисунок 12) с настраиваемым количеством слоев. Если модель без разломов, то можно создать сетку без построения структурной модели с помощью операции «Построить простую 3D сетку». В ином случае нужно использовать операцию «Построить 3D сетку из структурной 2D(3D) модели».



Рисунок 12. Трехмерная сетка

Для моделирования каротажей нужно перенести его для начала на 3D сетку (Рисунок 13). Для этого надо открыть операцию «Перемасштабировать каротаж» в папке «Перемасштабирование». Для перемасштабирования доступны несколько методов осреднения.





Для моделирования распространения свойств (Рисунок 14) используются модуль «Фациальное моделирование» (для дискретных кубов) и модуль «Петрофизическое моделирование» (для непрерывных). Модули поддерживают несколько методов моделирования.



Рисунок 14. Моделирование куба пористости

Для дальнейших расчётов понадобится куб проницаемости, который можно рассчитать посредством калькулятора (Рисунок 15) по петрофизической зависимости от куба пористости по формуле (1). Тип куба проницаемости необходимо задать непрерывным (2).

ззвание операции	Калькулятор кубов-б			4
Объекты модели Контейнер Lit LitSmoot TrendKoll	h ioll	Основные С Константы С Решения Исс Резти Све = 0.4	татистика ▼ исла ▼ Масс пользование ма 0187 * EXP	Тригонометр. Функции Ф Спец. сивы Ф ссивов Ф (29.242*PoroUse)
Солез Liticis Соплест Маяк Переменные + Х Назва	Задание типов кубов Пожалуйста, выберите ти Название 1 РегтиUse Н	ля данных куба(ос) Тип епрерыяный 2 ОК 7 4 8 1 √	аны + < - > * <= != == ^ IF	Pesyльтаты ✓ PermUse

Рисунок 15. Расчет куба проницаемости по кубу пористости в калькуляторе кубов

Подсчет запасов

После построения модели коллектора, состоящей из кубов литологии «LitUse», песчанистости (доли коллектора) «NtgUse», пористости «PoroUse» и проницаемости «PermUse», можно приступать к моделированию насыщения. Этот этап состоит из двух раздельных стадий. Первая стадия – это построение поверхностей флюидных контактов и геометризация залежи. Вторая стадия — это моделирование коэффициента водонасыщенности.

Для построения поверхности флюидных контактов в РН-ГЕОСИМ создан специализированный модуль «Построение поверхности контакта», который работает на основе анализа каротажа характера насыщения. Он построит поверхность так, что бы пропластки с насыщением «Нефть» всегда были выше ВНК, пропластки с насыщением «Вода» ниже, а поверхность проходила между ними.

В случае наличия участков залежей, в которых нефтеносность не подтверждена или которые не должны быть насыщенными нефтью из-за ограничения непроницаемыми разломами, форма залежей должна быть скорректирована. Этот процесс называется геометризацией. После чего строится куб характера насыщения.

Следующий этап — это расчет куба коэффициента водо/нефтенасыщенности. Для этого используется модуль простого насыщения, который строит зависимость коэффициента насыщения от высоты над ВНК и коэффициента пористости.

Для корректного учета тренда необходимо заполнить значения ниже ВНК и в пустых ячейках. Для этого в ячейках трендового куба со значением «U» устанавливается значение «Кв=1.0» (полностью водонасыщенная ячейка). После чего моделируется куб коэффициента водонасыщенности.

Теперь для подсчета запасов необходимо получить кубы песчанистости, «Кв» и «Кн», для оценки подсчетных параметров и запасов с учетом куба характера насыщения. Для этого (Рисунок 16) используется калькулятор кубов (1). В расчёте используется куб характера насыщения и на его основе производится расчет итогового куба насыщения. Тип всех выходных кубов выбирается непрерывный (2).

калькулятор куссь-тт		_			4
Контейнер Grid ZONES LitGIS TrendKoll TrendKoll Lit Lit Lit Lit	Oсновные ▼ Константы ▼ Решения ▼ И SwUse = IF (SwUse = IF (NtgOil = IF SoilUse = 1	Стат Чис Icno/ Sa Sa (S -Swl	истика na 💌 ibзован turat turat atura Jse	Macci Hue Macci tion = tion =	ригонометр. Функции Спец ивы сивов = 4, SW, U) = 2, 1, SwUse) = 4, NtgUse, 0
СоплесtedVolumes Маки Задание типов кубов пожалуйста, выберите тип данные Название Тип	Х куба(ов)	Ради	аны		Результаты ✓ SoilUse ✓ Swilce
SoilUse Henpepus SwUse Henpepus NtgOil Henpepus	ный ный	9 6 3 J	+ - * /	< > <= >=	✓ NtgOil
			·		

Рисунок 16. Расчет дополнительных кубов для дальнейшего подсчета запасов

После этого можно переходить к подсчёту запасов. Для этого используется модуль «Рассчитать запасы». В результате будет создан куб запасов, а также таблицы запасов и подсчетных параметров. Отобразить таблицу (Рисунок 17) можно двойным нажатием ЛКМ по ней в списке таблиц (1). Результаты подсчета запасов будут отображены в отдельном окне (2).



Рисунок 17. Отображение таблицы запасов

Экспорт данных

Последний этап в построении 3D модели — это экспорт данных. Для экспорта, например, карт (Рисунок 18) необходимо выделить контейнер с нужными объектами (1) и выбрать модуль экспорта (2). В появившемся окне нужно выбрать объекты, которые необходимо выгрузить (3), и нажать кнопку «Экспортировать» (4), а далее указать папку для экспорта.

🖻 🗁 🕶 🔛 🕶 🗙	<u>=</u> +	Операции	Приступая к работе	3D окно-б 🗙	2D окно-5 🗙
		Добавить пустой элемент	/Окна/2D окно-5		
Поиск		🚺 Добавить карту	* M N /	208 .	
	(10)	Калькулятор			
Каротажи	(52)	🗑 Калькулятор карт			
	(3)	Импорт	🕒 Экспорт данных	£.	×
• П Контуры	(2)	Карты	Все строки		
П Граница ГМ			Seism Eff	thick PI1	
🔲 Вода				(3
Точки	(2)	м экспорт карт	BHK		
🕨 🐚 Карты		Операции с картами	Πл1_NTG		-
Полигоны	(4)	🕍 Построение карт	(Пл1_Кро	вля	
• 🗇 Сетки	(1)	Для карт		ошва	
Вариограммы	(1)	🔀 Обрезать карту по контуру			
🕨 🍸 Фильтры	(1)	Построение аналитических карт		щина	
🕨 🙋 Функции	(3)	Кроссплоты	П Кровля к	оллектора	
Нейронные сети	(0)	IN Knoccasor Hant			
 Операции 	(65)	Ra specialer sale		Экс	портировать
Стратиграфические модели	(1)				
				9	

Рисунок 18. Экспорт карт

В результате моделирования будет получена трехмерная сетка, наполненная кубами свойств, и рассчитаны запасы углеводородов.