



Анализ и оптимизация гидродинамических моделей месторождений ОАО «Сургутнефтегаз» для оперативного планирования геолого-технологических мероприятий

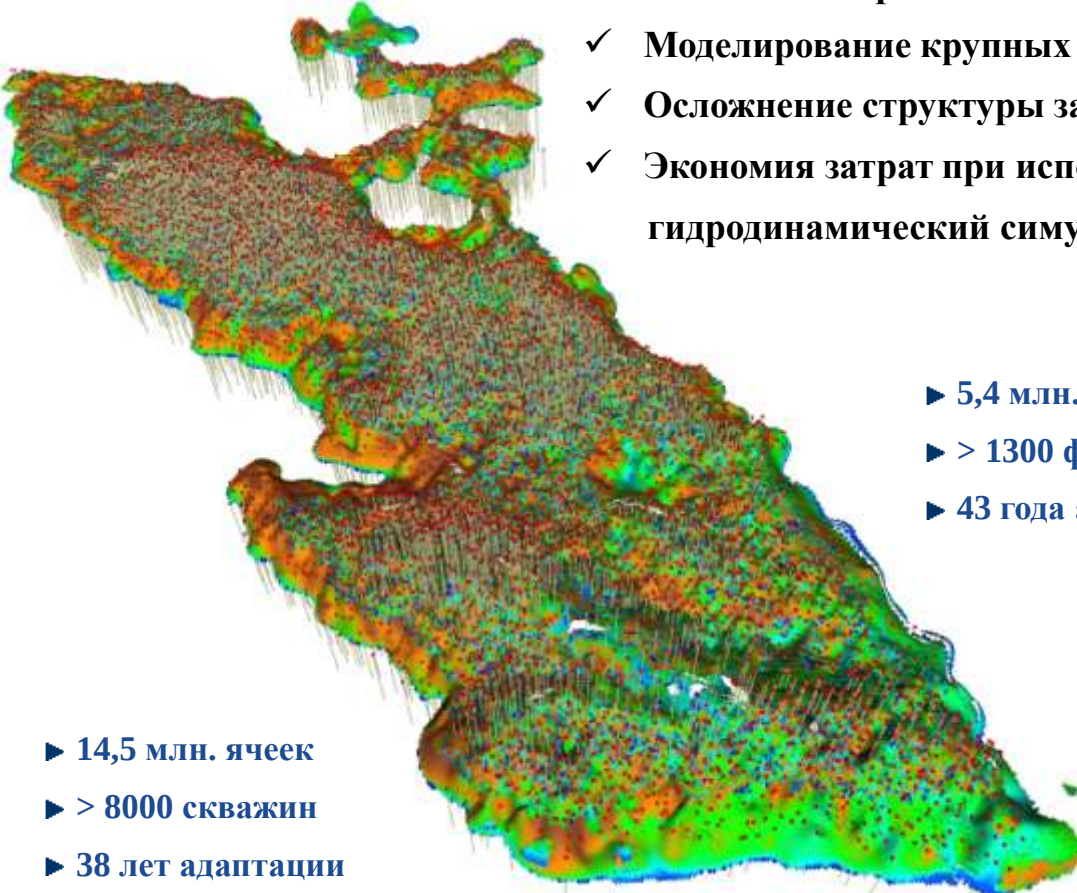
Докладчик:

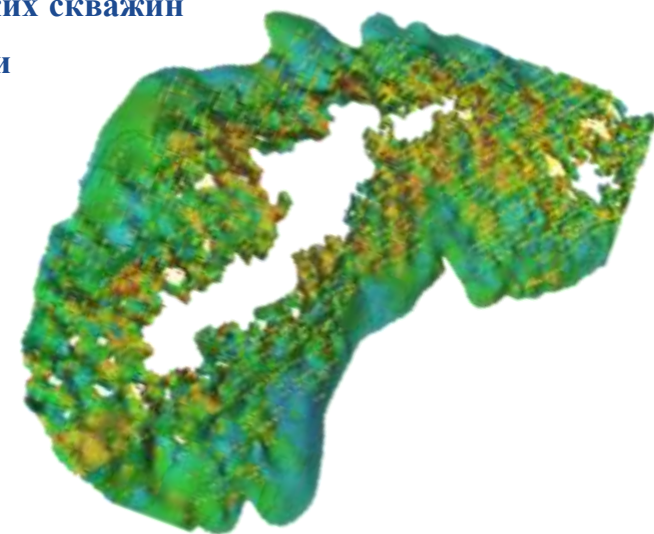
Ходанович Дмитрий Александрович

инженер II к.

НИО Математического моделирования нефтегазовых месторождений

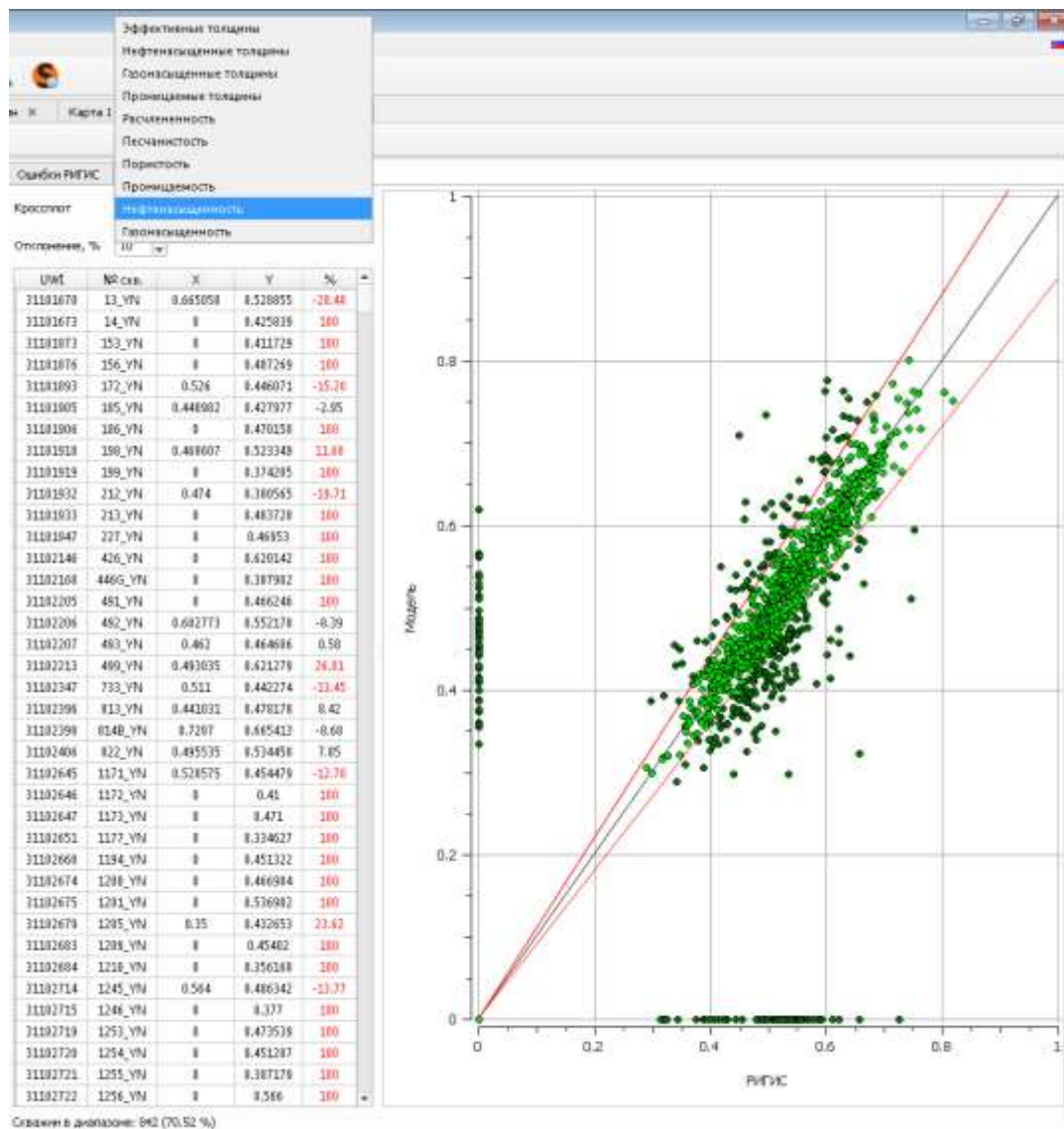
- ✓ Оперативность принятия решений по разработке
- ✓ Рост объемов планирования ГТМ с применением ГДМ
- ✓ Повышение требований к качеству и детальности ГДМ
- ✓ Моделирование крупных объектов разработки
- ✓ Осложнение структуры запасов и компонентного состава флюида
- ✓ Экономия затрат при использовании собственного ПО:
гидродинамический симулятор «Техсхема» (ТО «СургутНИПИнефть»)

- 
- ▶ 5,4 млн. ячеек
 - ▶ > 1300 фактических скважин
 - ▶ 43 года адаптации

- 
- ▶ 14,5 млн. ячеек
 - ▶ > 8000 скважин
 - ▶ 38 лет адаптации



- **Контроль корректности построения геологической модели**
 - «Анализатор РИГИС»
- **Контроль корректности задания скважинных параметров и режимов**
 - «Анализатор скважин»
- **Инструменты оперативного планирования ГТМ**
 - «Анализатор песчаных тел»
 - «Эффективность заводнения»
- **Сокращение временных затрат на расчет гидродинамических моделей**
 - «Экспресс-Модель»



- ✓ Отметки кровли/подошвы пласта
- ✓ Нефтенасыщенные интервалы
- ✓ Водонасыщенные интервалы
- ✓ Газонасыщенные интервалы
- ✓ Значения толщин интервалов
- ✓ Значения пористости, проницаемости
- ✓ Значения насыщенных
- ✓ Проверка характера насыщения

Анализатор скважин x Редактор скважин x Карта 1 : bodyCube x Анализатор модели x

⚡ 📄 📊

Скважины с ошибками:

UWI	№ скв.
31101670	13_YN
31101673	14_YN
31101873	153_YN
31101876	156_YN
31101893	172_YN
31101905	185_YN
31101906	186_YN
31101918	198_YN
31101919	199_YN
31101932	212_YN
31101933	213_YN
31101947	227_YN
31102168	446G_YN
31102205	491_YN
31102206	492_YN
31102207	493_YN
31102213	499_YN
31102347	733_YN
31102396	813_YN
31102398	814B_YN
31102406	822_YN
31102645	1171_YN
31102646	1172_YN
31102647	1173_YN
31102651	1177_YN
31102668	1194_YN
31102674	1200_YN
31102675	1201_YN

Не удалось проверить РИГИС:

UWI	№ скв.
31101879	158B_YN
31102326	713_YN
31102443	861_YN
31102717	1250_YN

Ошибки РИГИС

UWI	№ скв.	№ интервала по РИГИС	Ошибка	Параметр куба	Параметр РИГИС	Отклонение, %
31903707	6044	-	Несоответствие количества газонасыщенных интервалов	0	1	-
31903707	6044	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	4	8	-
31903707	6044	-	Несоответствие количества водонасыщенных интервалов	1	0	-
31903708	6113	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	5	9	-
31903708	6113	-	Несоответствие количества водонасыщенных интервалов	1	5	-
31903715	5773	-	Несоответствие количества газонасыщенных интервалов	0	2	-
31903715	5773	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	4	9	-
31903715	5773	-	Несоответствие количества водонасыщенных интервалов	3	6	-
31903722	6042	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	2	5	-
31903722	6042	-	Несоответствие количества водонасыщенных интервалов	3	5	-
31903723	6085	-	Несоответствие количества не			
31903723	6085	-	Несоответствие количества во			
31903725	6166	-	Несоответствие количества не			
31903725	6166	-	Несоответствие количества во			
31903728	6202	-	Несоответствие количества газ			
31903728	6202	-	Несоответствие количества не			
31903728	6202	-	Несоответствие количества во			
31903828	5504	-	Несоответствие количества газ			
31903828	5504	-	Несоответствие количества не			
31903828	5504	-	Несоответствие количества во			
31903863	5770	-	Несоответствие количества не			
31903863	5770	-	Несоответствие количества во			
31903867	6041	-	Несоответствие количества не			
31903867	6041	-	Несоответствие количества во			
31903868	6049	-	Несоответствие количества не			
31903868	6049	-	Несоответствие количества во			
31903869	6199	-	Несоответствие количества не			
31903869	6199	10	Несоответствие характера нас			
31903869	6199	11	Несоответствие характера нас			
31903869	6199	12	Несоответствие характера нас			
31903889	6173	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	4	9	-
31903889	6173	-	Несоответствие количества водонасыщенных интервалов	2	3	-
31903890	6189	-	Несоответствие количества нефтенасыщенных интервалов	6	10	-

Кроссплот РИГИС-Модель

Проверка РИГИС-Модель

Отклонения, %:

Пористость: 5.00

Нефтенасыщенность: 5.00

Газонасыщенность: 5.00

Проницаемость: 25.00

Толщина, кол-во ячеек: 2.00

☒ Проверять проницаемость

Диапазон слоев: от 1 до 48

☒ Все слои из модели

Имя пласта:

☒	AC9
☒	AC10
☒	AC11

OK Отмена



- **Контроль корректности построения геологической модели**
 - «Анализатор РИГИС»

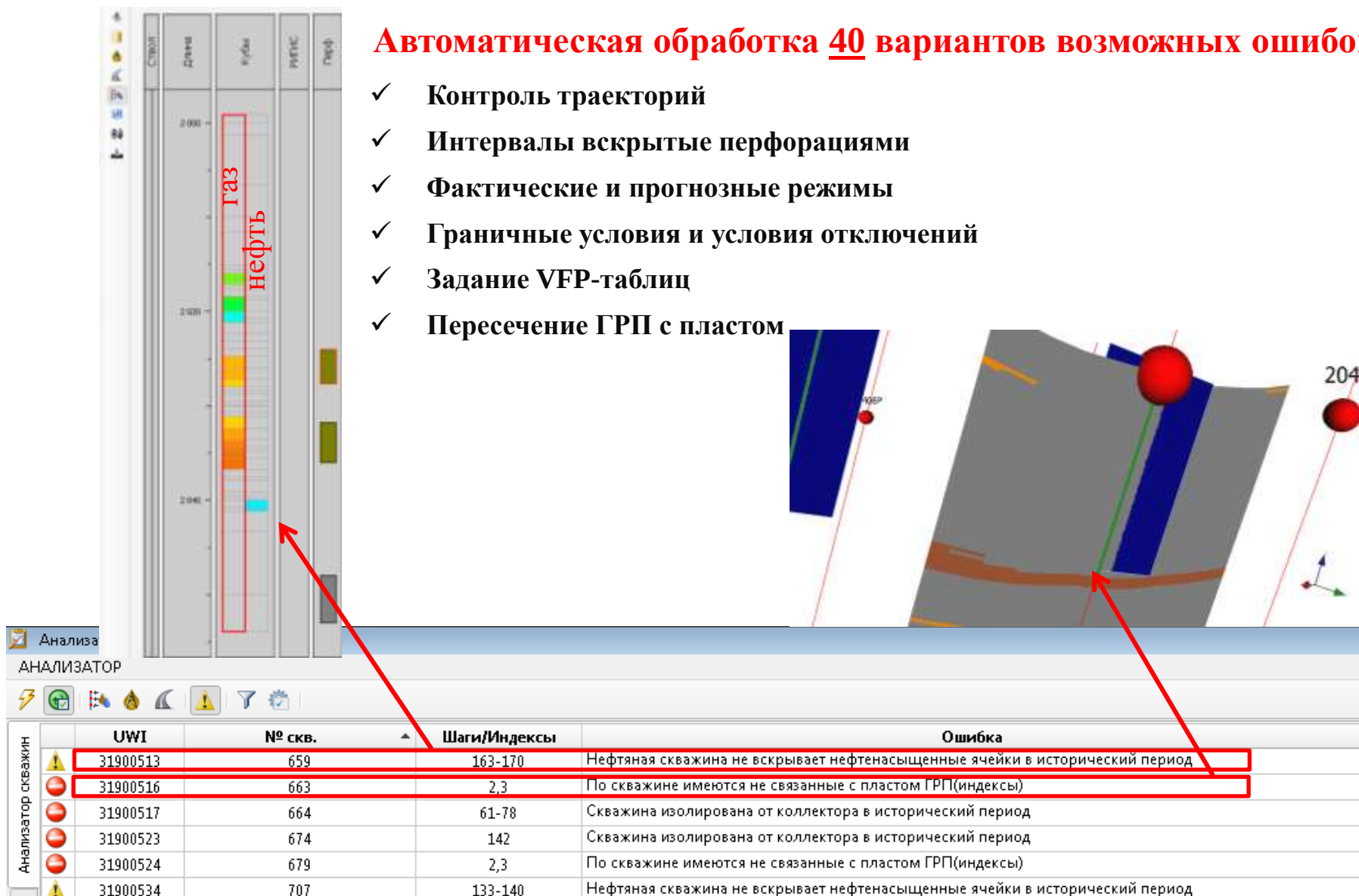
- **Контроль корректности задания скважинных параметров и режимов**
 - «Анализатор скважин»

- **Инструменты оперативного планирования ГТМ**
 - «Анализатор песчаных тел»
 - «Эффективность заводнения»

- **Сокращение временных затрат на расчет гидродинамических моделей**
 - «Экспресс-Модель»

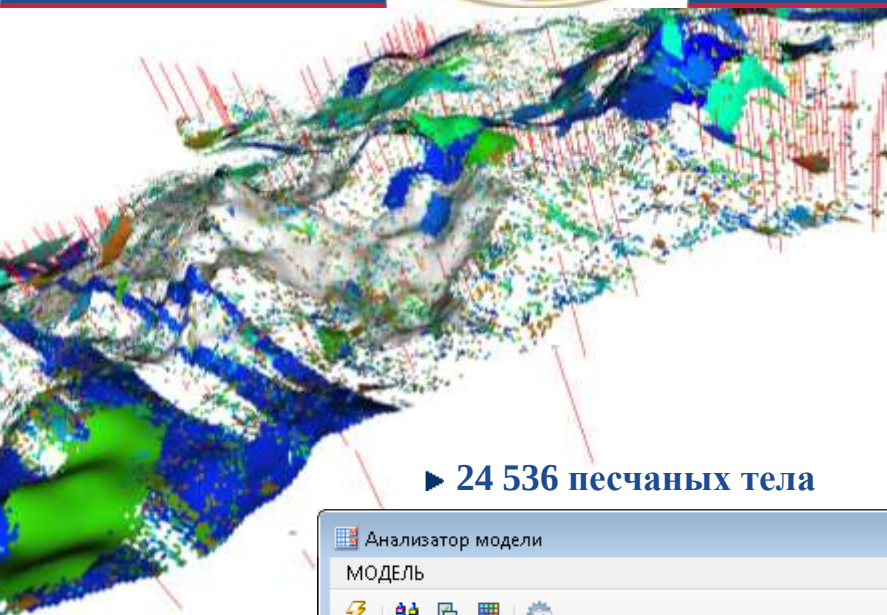
Автоматическая обработка 40 вариантов возможных ошибок

- ✓ Контроль траекторий
- ✓ Интервалы вскрытые перфорациями
- ✓ Фактические и прогнозные режимы
- ✓ Граничные условия и условия отключений
- ✓ Задание VFP-таблиц
- ✓ Пересечение ГРП с пластом





- **Контроль корректности построения геологической модели**
 - «Анализатор РИГИС»
- **Контроль корректности задания скважинных параметров и режимов**
 - «Анализатор скважин»
- **Инструменты оперативного планирования ГТМ**
 - «Анализатор песчаных тел»
 - «Эффективность заводнения»
- **Сокращение временных затрат на расчет гидродинамических моделей**
 - «Экспресс-Модель»



► 24 536 песчаных тела

- ✓ Изолированные песчаные тела без скважин
- ✓ Песчаные тела не вскрытые за период эксплуатации
- ✓ Определение коэффициента извлечения нефти/газа
- ✓ Определение объема изолированных запасов
- ✓ Генерация куба неактивных ячеек

Анализатор модели

МОДЕЛЬ

Выбор куба

Куб песчаных тел: bodyCube

✓	№ тела	Кол-во ячеек	Поровый объем	Геологические запасы нефти	Геологические запасы конденсата	Геологические запасы воды	Геологические запасы газа	Геологические запасы раствор-го газа	Кол-во скважин
✓	1	5081624	1415265670	131302	829	1128272	20018	11750	1226
✓	105	267927	318865182	-	-	319785	-	-	-
✓	57	3292	760187	128	-	582	-	11	2
✓	88	2449	524501	76	-	419	-	7	-
✓	38	2039	506092	151	-	294	-	14	-
✓	6	2038	338735	46	-	275	-	4	-
✓	9	780	129465	36	-	80	-	3	2
✓	111	671	111016	21	-	81	-	2	-
✓	33	428	77010	11	-	61	-	1	-
✓	122	428	70644	2	-	68	-	0	-
✓	106	410	94992	-	-	95	-	-	-
✓	116	369	58600	-	-	59	-	-	-

Лянторское месторождение:

► > 130 млн. ячеек

► Техсхема: 49 минут

► Стороннее ПО: > 9 часов

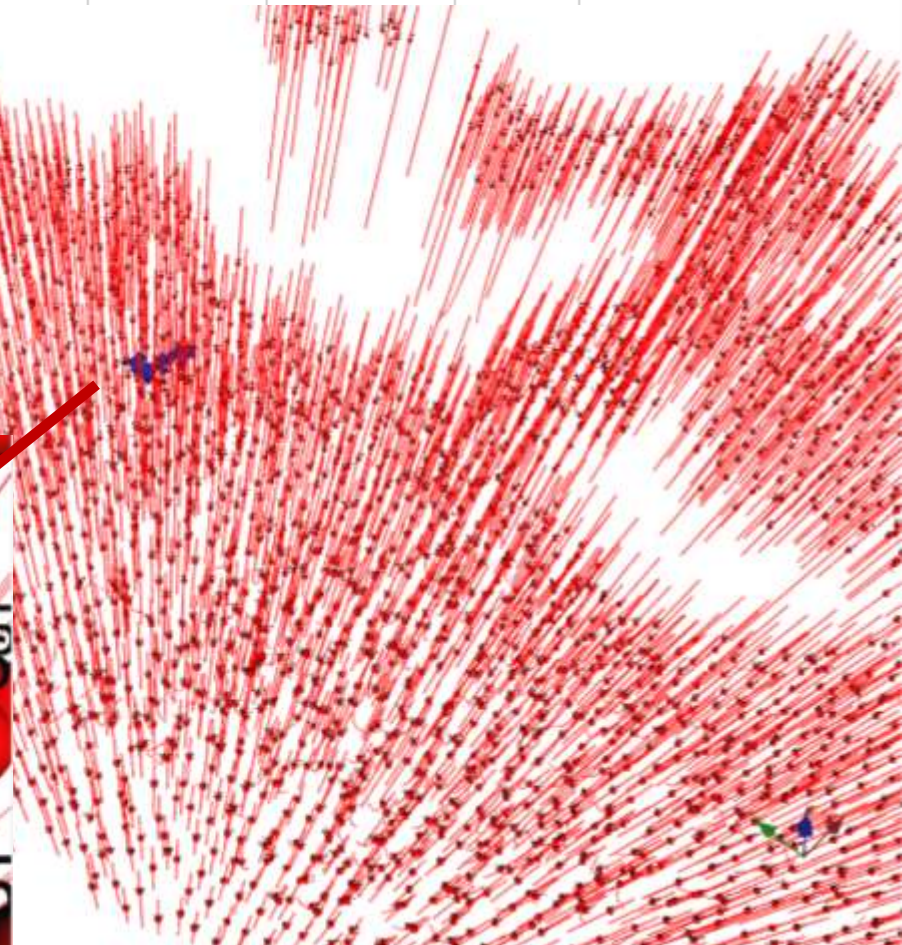
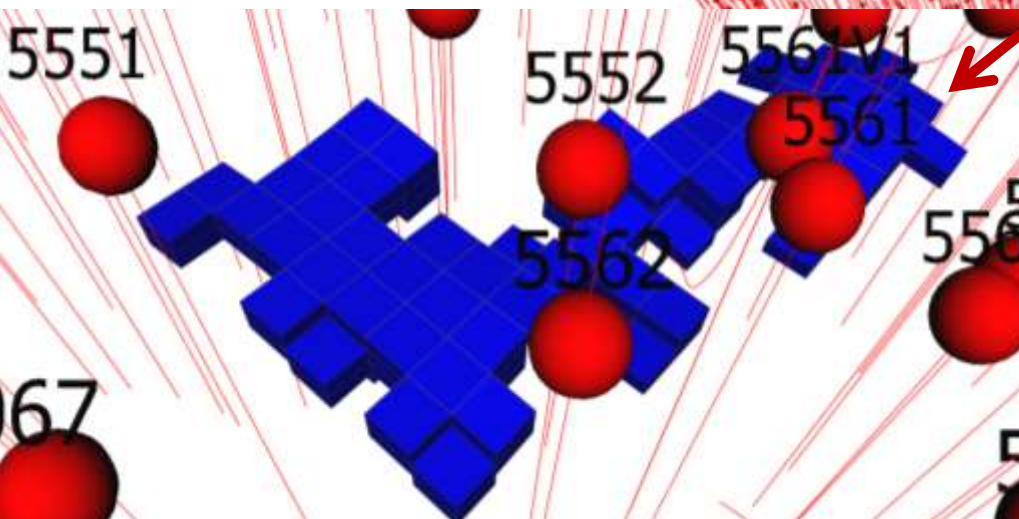
✓	№ тела	Кол-во ячеек	Поровый объем	Геологические запасы нефти	Геологические запасы конденсата	Геологические запасы воды	Геологические запасы газа	Геологические запасы раствор-го газа	Кол-во скважин
✓	451	116	436388.575	234.788	-	124.018	-	23.323	-
✓	488	141	484626.900	206.644	3.606	-	72.489	20.467	2
✓	33	103	395583.074	163.778	2.754	-	55.366	16.230	1
✓	371	98	374265.463	160.423	2.280	7.712	45.837	15.921	2

► ППЗ в ячейках:

>1 тыс.т/га

► Текущие геологические запасы:

234.8 тыс.т

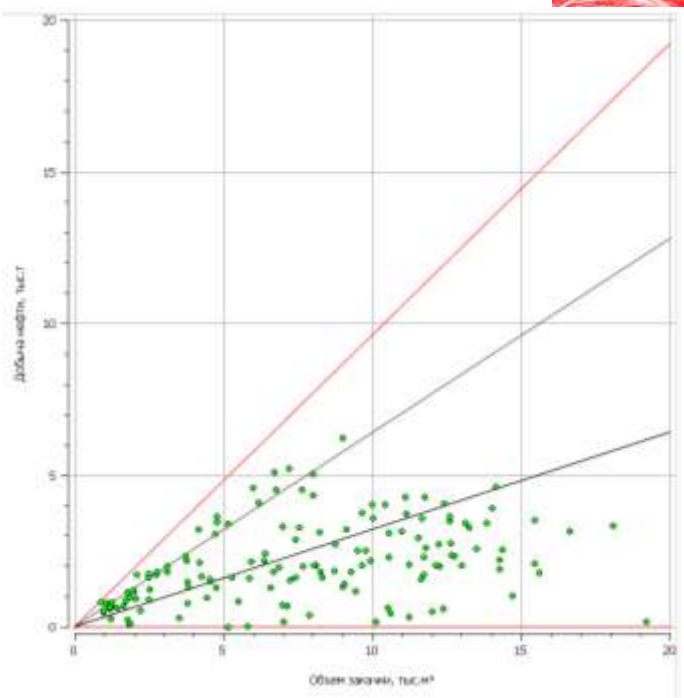




- **Контроль корректности построения геологической модели**
 - «Анализатор РИГИС»
- **Контроль корректности задания скважинных параметров и режимов**
 - «Анализатор скважин»
- **Инструменты оперативного планирования ГТМ**
 - «Анализатор песчаных тел»
 - «Эффективность заводнения»
- **Сокращение временных затрат на расчет гидродинамических моделей**
 - «Экспресс-Модель»

- ✓ Объем непроизводительной закачки
- ✓ Список связанных добывающих и нагнетательных скважин
- ✓ Объемы добычи за счет работы нагнетательного фонда
- ✓ Обводненность потока от нагнетательных скважин
- ✓ Построение кроссплота эффективности

Шаг расчета: 01.01.2005 - 31.03.2005 (65)										
Негнетательные скважины	Негнетательные				Зависимые добывающие					
	№ скв	УМЗ	Объем закачки, тыс.м³	Обеспечено добычей нефти, тыс.т	№ скв	УМЗ	Зависимые добывающие			
							Объем, м³	Доля, %	Добыча нефти, тонн	Доля от добычи нефти, %
Негнетательные скважины	140н	407	10 015	8 446	Непроизводительная					
					402а	402	140.8	1.33	30.8	0.72
					1440г	403	1050.6	17.51	133.3	22.24
					405г	405	86.6	0.82	13.8	3.40
	140н	140	12 114	3 427	Непроизводительная					
					1440г	408	5399.9	50.86	270.8	26.29
					1440а	404	21.0	0.20	2.7	0.27
					235г	235	3253.7	24.95	-	-
					227г	227	3363.6	25.45	1827.5	53.86
					236г	236	79.8	0.65	6.95	1.99
Добывающие скважины	140н	140	12 114	3 427	Непроизводительная					
					230г	239	1405.1	11.10	88.6	11.09
					233г	233	1813.9	0.79	70.4	4.30
					230а	230	905.2	6.80	428.9	55.37
	50г	50	3088.9	25.82	Непроизводительная					
					236г	236	4015.5	30.80	1782.3	81.69
					237г	237	227.3	-	-	-
					238г	238	226.8	16.36	226.8	16.36
					239г	239	224.8	24.90	224.8	24.90
					240г	240	131.5	38.84	53.6	5.25
Добывающие скважины	50г	50	3088.9	25.82	Непроизводительная					
					241г	241	53.6	5.25	53.6	5.25
					242г	242	67.4	14.30	67.4	14.30
					243г	243	203.9	35.20	203.9	35.20
	50г	50	3088.9	25.82	Непроизводительная					
					244г	244	170.9	16.91	170.9	16.91
					245г	245	170.9	16.91	170.9	16.91
					246г	246	170.9	16.91	170.9	16.91
					247г	247	170.9	16.91	170.9	16.91
					248г	248	170.9	16.91	170.9	16.91





Шаг расчета 01.01.2035 - 31.03.2035 (65)

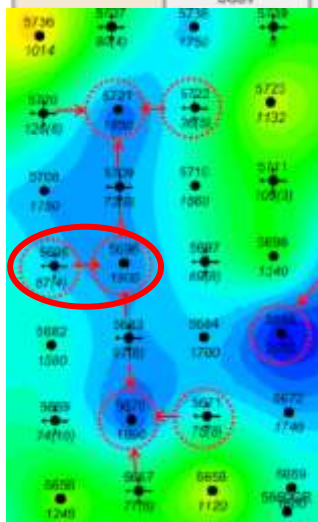
Нагнетательные скважины	Нагнетательные				Зависимые добывающие					
	№ скв	UWI	Объем закачки, тыс.м³	Обеспечено добычи нефти, тыс.т	№ скв	UWI	Закачка		Добыча	
							Объем, м³	Доля, %	Добыто нефти, тонн	Доля от добычи нефти, %
Добывающие скважины	1443н	487	10.615	0.446	Непроизводительная		3108.8	29.29	-	-
					482д	482	140.8	1.33	19.0	8.72
					1449Гр	483	1858.6	17.51	133.3	22.14
					495Гр	495	86.6	0.82	19.8	3.48
					1448Гр	488	5399.0	50.86	270.8	26.29
					1445д	484	21.0	0.20	2.7	0.27
	149н	149	13.114	3.427	Непроизводительная		3153.7	24.05	-	-
					227Гр	227	3363.6	25.65	1027.5	53.06
					236д	236	79.9	0.61	39.2	6.95
					239Гр	239	1456.1	11.10	88.6	11.09
					233Гр	233	103.9	0.79	70.4	4.30
					230д	230	905.2	6.90	418.9	55.37
					156Гр	156	4051.5	30.90	1782.1	92.60
	49н	49	12.385	0.615	Непроизводительная		2877.3	23.23	-	-
					50Гр	50	3098.9	25.02	226.8	16.16
46Гр					46	2471.8	19.96	224.0	24.90	
47д					47	2535.8	20.47	110.5	10.84	
42Гр					42	1401.3	11.31	53.6	5.25	
65н	65	8.313	1.642	Непроизводительная		1768.3	21.27	-	-	
				64Гр	64	281.5	3.39	67.4	14.30	
				66Гр	66	643.3	7.74	203.9	35.28	
				60д	60	712.8	8.57	170.9	16.91	
Кроссплот эффективности										



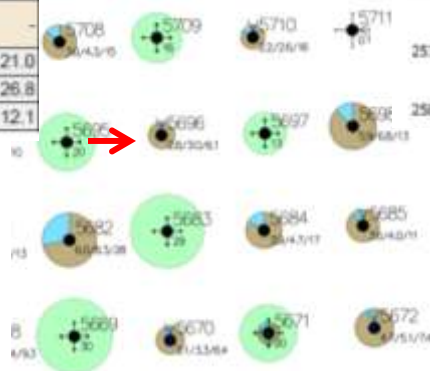
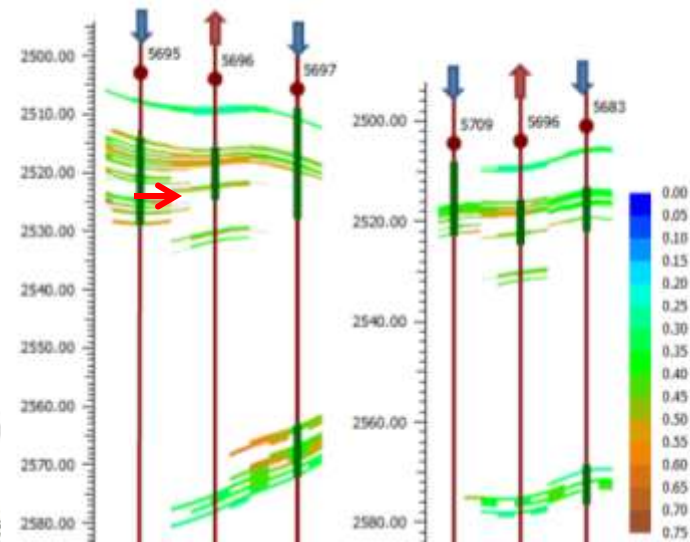
Добывающие					Влияющие нагнетательные										
№ скв	UWI	Объем добычи			№ скв	UWI	Добыча						Обводненность потока, %	Закачка	
		нефти, тыс.т	газа, тыс.м³	жидкости, тыс.т			Нефти		Газа		Жидкости			Объем, м³	Доля, %
							Масса, т	Доля, %	Объем, тыс.м³	Доля, %	Масса, т	Доля, %			
1196Гр	350	33.495	0.0023	33.512	Естественный режим		35.3	0.11	-	-	35.3	0.11	-		
					1193н	337	13316.5	39.76	0.0006	26.66	13322.4	39.75	0.04	19172.12	17.30
					1191н	351	20142.9	60.14	0.0007	31.41	20154.8	60.14	0.06	26299.13	18.25
1064Гр	344	27.305	2.311	27.351	Естественный режим		39.5	0.14	-	-	41.0	0.15	3.48		
					1055н	343	16988.4	62.22	1.1	45.48	17008.3	62.18	0.12	17205.52	19.23
					1062н	345	10277.1	37.64	1.3	54.52	10301.9	37.67	0.24	11284.33	17.78
1192д	346	9.447	-	9.450	Естественный режим		650.0	6.88	-	-	650.0	6.88	-		
					1193н	337	1271.5	13.46	-	-	1271.5	13.45	-	2532.78	2.29
					1191н	351	6499.2	68.80	-	-	6500.7	68.79	0.02	12789.04	8.88
					1194н	303	1026.3	10.86	-	-	1026.3	10.86	-	2223.08	1.75
1197Гр	347	57.255	12.763	57.268	Естественный режим		120.0	0.21	-	-	121.3	0.21	1.07		
					1193н	337	15.2	0.03	-	-	15.3	0.03	1.02	18.91	0.02
					1191н	351	31461.2	54.95	8.1	63.69	31473.0	54.96	0.04	37454.23	26.00
					1194н	303	25658.5	44.81	4.6	36.31	25658.6	44.80	0.0001	33659.43	26.47
1092д	340	8.766	-	8.780	Естественный режим		1115.7	12.73	-	-	1119.5	12.75	0.34		
					1055н	343	2136.4	24.37	-	-	2138.7	24.36	0.11	3415.84	3.82
					1193н	337	3067.0	34.99	-	-	3071.2	34.98	0.14	5274.29	4.76
					1053н	335	546.7	6.24	-	-	547.6	6.24	0.15	759.68	0.98
					1191н	351	814.8	9.29	-	-	816.2	9.30	0.17	1436.22	1.00
					1062н	345	1085.7	12.38	-	-	1087.2	12.38	0.14	1795.94	2.83
1426Гр	473	10.024	-	10.024	Естественный режим		90.4	0.90	-	-	90.4	0.90	-		
					1401н	472	6260.9	62.46	-	-	6260.9	62.46	-	3368.85	19.98
					1422н	474	3672.6	36.64	-	-	3672.6	36.64	-	1711.50	24.98
1142Гр	341	29.672	0.010	29.704	Естественный режим		101.8	0.34	-	-	102.1	0.34	0.34		
					1193н	337	13190.3	44.45	0.0042	43.75	13215.6	44.49	0.19	15656.71	14.13
					1191н	351	143.2	0.48	0.0008	8.52	143.2	0.48	0.0017	153.06	0.11
					1062н	345	16236.5	54.72	0.0046	47.73	16242.8	54.68	0.04	19464.53	30.67
1059Гр	342	50.489	21.444	50.503	Естественный режим		1895.3	3.75	-	-	1895.3	3.75	0.0000		
					1055н	343	20607.1	40.81	2.4	11.02	20614.3	40.82	0.03	25874.79	28.92
					1054н	329	27987.1	55.43	19.1	88.97	27993.9	55.43	0.02	34865.39	39.58
1432Гр	468	10.522	-	10.522	Естественный режим		1671.7	15.89	-	-	1671.7	15.89	-		
					1401н	472	6781.4	64.45	-	-	6781.4	64.45	-	4196.52	24.89
					1413н	450	833.0	7.92	-	-	833.0	7.92	-	723.91	1.69
					1421н	466	1235.9	11.75	-	-	1235.9	11.75	-	650.49	10.85
1134Гр	336	37.233	1.614	37.314	Естественный режим		106.7	0.29	-	-	107.8	0.29	1.02		
					1193н	337	22036.1	59.18	1.1	69.16	22065.9	59.14	0.14	27414.88	24.74
					1053н	335	15090.6	40.53	0.5	30.81	15140.2	40.58	0.33	14522.40	18.79
1405д	469	1.838	-	1.838	Естественный режим		52.7	2.87	-	-	52.7	2.87	-		
					1401н	472	549.2	29.88	-	-	549.2	29.88	-	555.57	3.29
					1422н	474	161.0	8.76	-	-	161.0	8.76	-	145.23	2.12

Таблица 1 – Район 1. Влияние нагнетательных скважин на добывающую

Добывающая	№ скв.	№ скв.	Влияющие нагнетательные			
			Добыча		Обводненность потока, %	Закачка Доля, %
			Нефти Доля, %	Жидкости Доля, %		
5738	Естественный режим		19.7	19.7	3.1	-
	5709		1.9	2.3	19.7	1.1
	5722		23.4	23.0	1.2	23.9
	5720		0.4	0.4	17.4	0.1
	5737		51.5	51.4	2.7	69.0
5696	5697		1.0	1.0	7.7	0.6
	Естественный режим		5.9	6.2	49.7	-
	5709		45.4	32.1	25.1	20.5
	5683		34.7	53.1	65.4	27.5
	5695		10.8	6.7	14.0	2.9
	5697		0.6	0.5	32.0	0.4
			10.8	8.8	29.0	-
			20.0	14.1	18.7	11.2
			24.9	32.8	56.1	17.6
			28.9	34.7	52.1	20.6
			10.6	8.9	13.0	-
			17.1	37.5	66.4	21.0
			62.8	46.5	0.9	26.8
			8.4	6.3	1.9	12.1



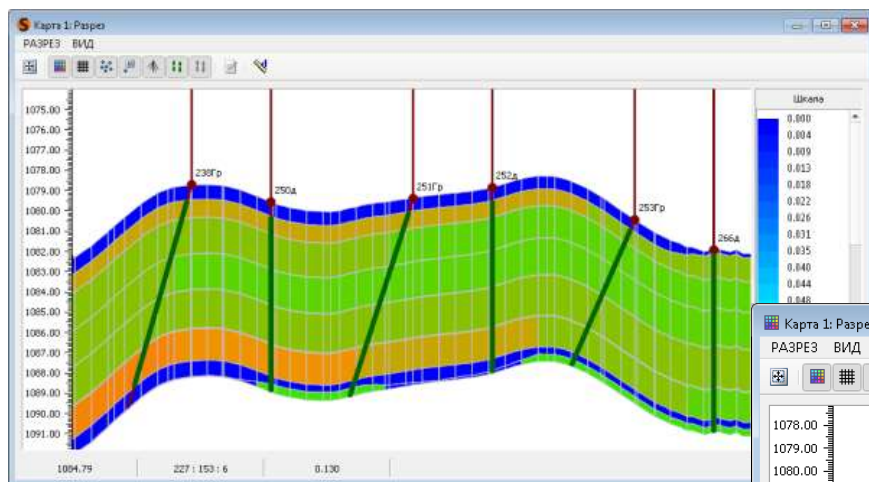
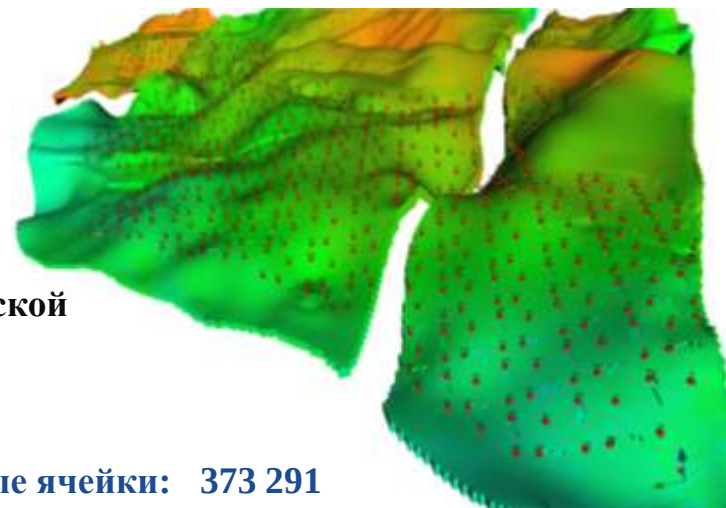
Для восстановления давления в районе скважины 5696 и более полной выработки запасов, рекомендуется увеличить объем закачки в скважине 5695.



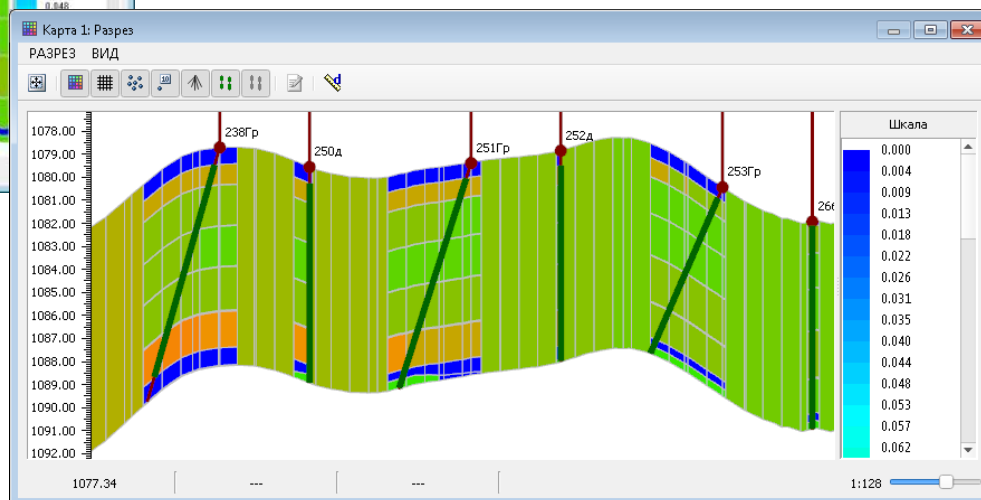


- **Контроль корректности построения геологической модели**
 - «Анализатор РИГИС»
- **Контроль корректности задания скважинных параметров и режимов**
 - «Анализатор скважин»
- **Инструменты оперативного планирования ГТМ**
 - «Анализатор песчаных тел»
 - «Эффективность заводнения»
- **Сокращение временных затрат на расчет гидродинамических моделей**
 - «Экспресс-Модель»

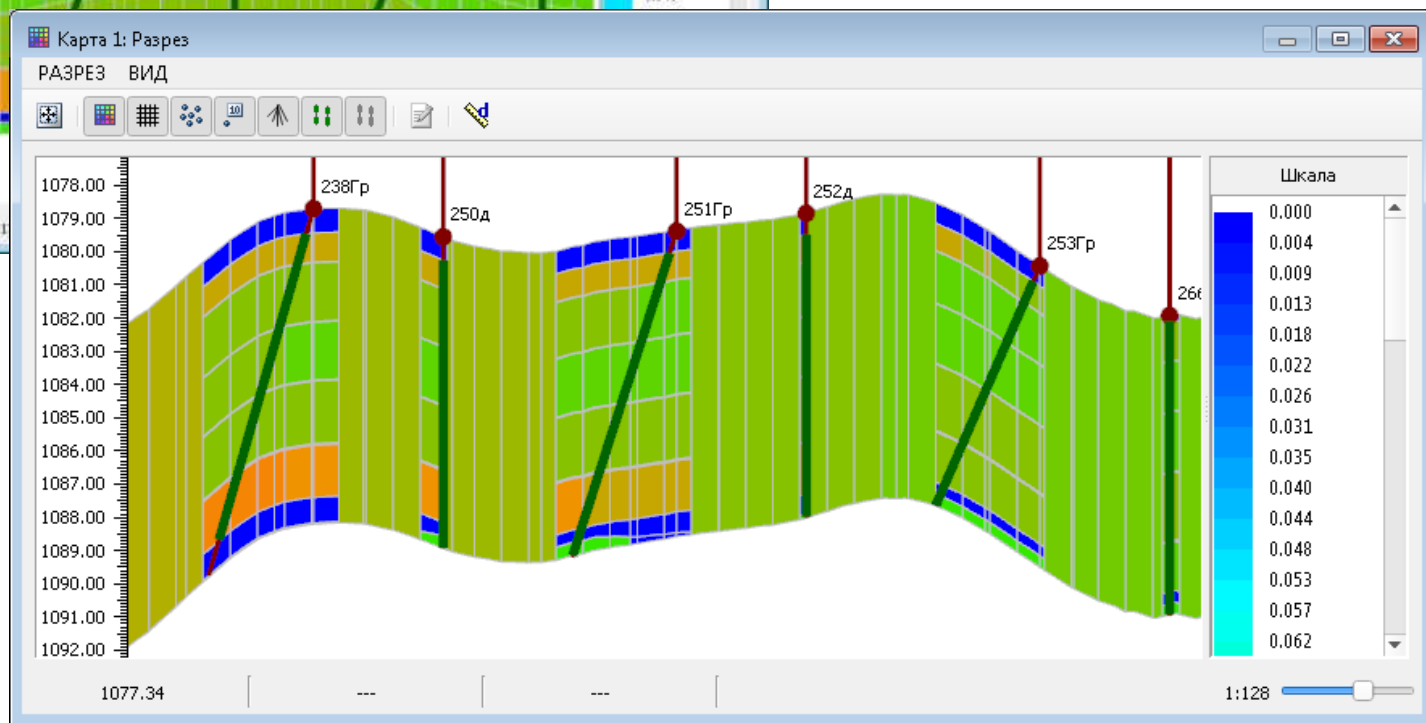
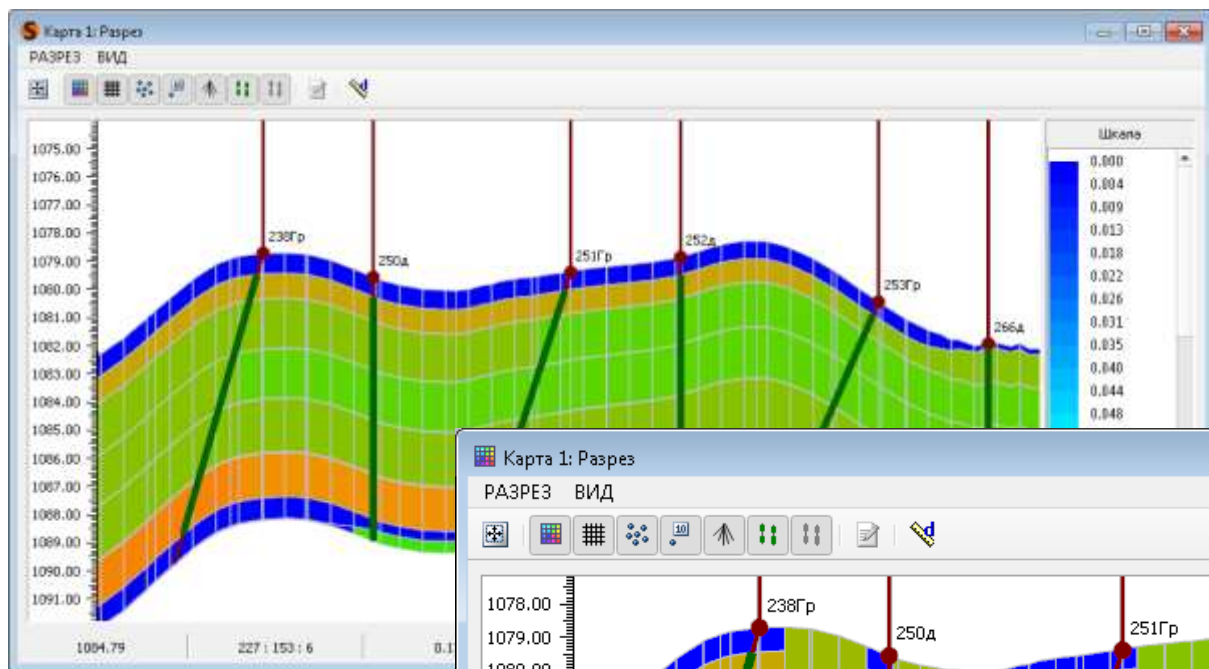
- ✓ Повышение качества оперативного прогнозирования ГТМ
- ✓ Планирование ГТМ и оценка их эффективности
- ✓ Решение оптимизационных задач
- ✓ Сравнение и подбор вариантов прогнозных расчетов
- ✓ Генерация экспресс-модели при отсутствии готовой геологической



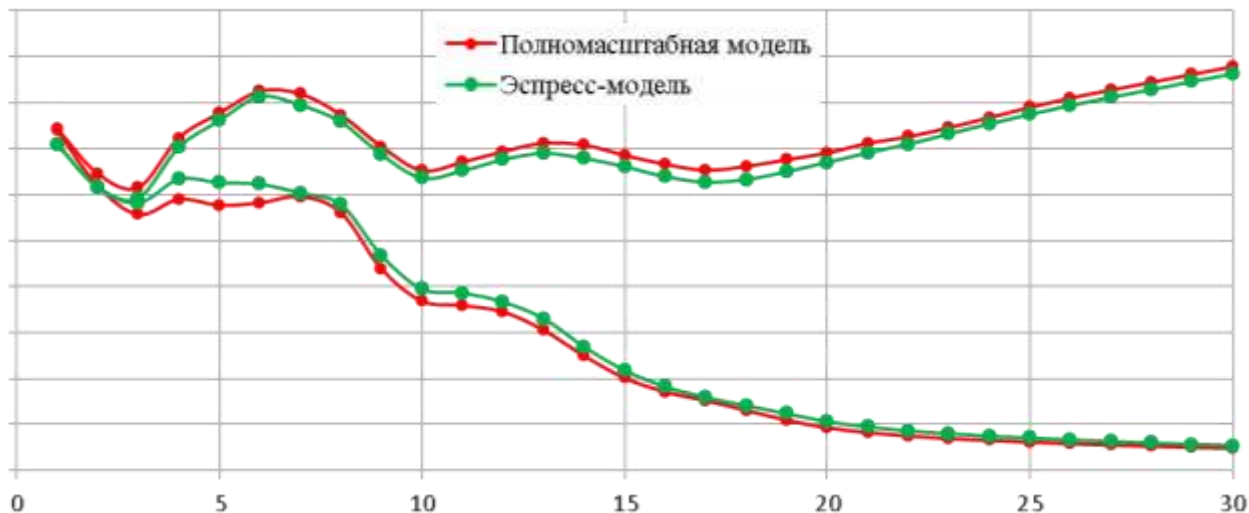
- ✓ Активные ячейки: 373 291
- ✓ Фонд скважин: 762
- ✓ Время расчета: 1 ч. 13 мин



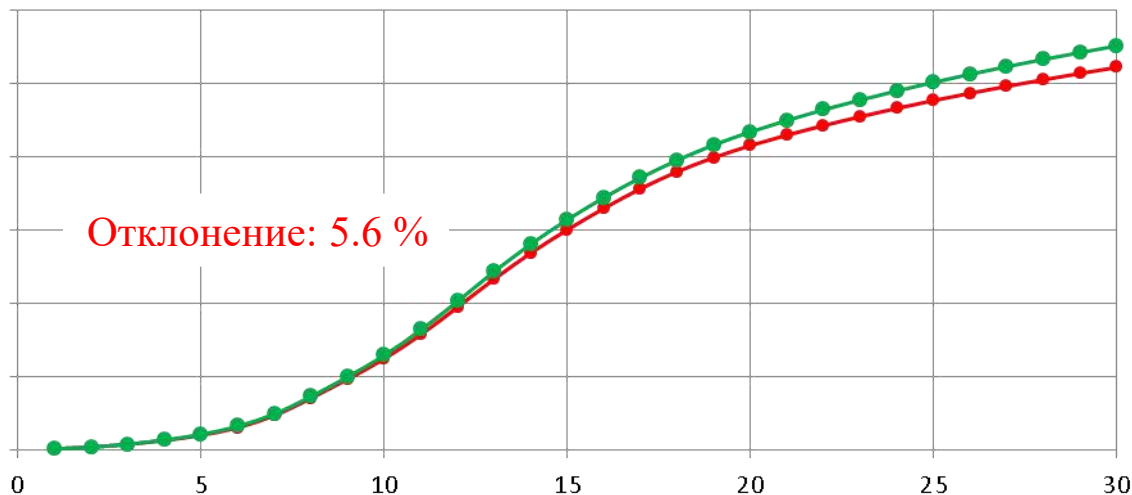
- ✓ Активные ячейки: 78 394
- ✓ Время расчета: 8 мин
- ✓ В 9 раз быстрее



Сравнение расчетных дебитов нефти и жидкости



Сравнение расчетной накопленной добычи нефти





- Автоматизированный анализ позволил повысить качество геолого-гидродинамических моделей
- Устранены множественные ошибки исходных данных по крупным объектам разработки
- Создан инструмент для эффективного выявления слабодренлируемых зон пласта, оперативного поиска зон с высокой концентрацией подвижных запасов
- С применением модуля «Эффективность заводнения» выдвинуты рекомендации по оптимизации систем ППД по ряду месторождений ОАО «Сургутнефтегаз»
- Экспресс-моделирование в 9 раз сократило время на расчет и подбор оптимального варианта разработки
- Все программные решения реализованы на базе гидродинамического симулятора «Техсхема»



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ