

УДК 004.9:622.276

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
ИЕРАРХИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАСТОВЫХ СИСТЕМ,
СОПРОВОЖДЕНИЯ РАЗРАБОТКИ И ПОДБОРА ГТМ**

М.А. Шарифуллина, Е.В. Бутусов, Научный консультант: Рам.З.Саттаров

Институт «ТатНИПИнефть»

**DEVELOPMENT OF HIERARCHICAL MODELLING SOFTWARE
FOR RESERVOIR SIMULATION, FIELD MANAGEMENT AND
SELECTION OF APPROPRIATE WELL STIMULATION
TECHNOLOGIES**

M.A. Sharifullina, E.V. Butusov, Scientific consultant: Ram.Z.Sattarov

TatNIPIneft Institute

E-mail: chernovama@tatnipi.ru

Аннотация. В статье описывается программный комплекс «КИМ-эксперт» для геолого-технологического моделирования и планирования геолого-технических мероприятий на объектах разработки ПАО «Татнефть».

Работы по созданию единого программного комплекса иерархического моделирования, объединяющего в себе лучшие наработки в области эксплуатации нефтяных месторождений, «КИМ-эксперт» начались в институте «ТатНИПИнефть» в конце 2016 г.

На сегодняшний день в тестовой эксплуатации находится первая версия программного комплекса, которая включает в себя:

- единую базу данных с возможностью обработки и анализа информации;
- комплекс иерархического моделирования (1D, 2D, 3D);
- гидродинамический симулятор;

- автоматизированную систему проектирования, оценки запасов, подбора ГТМ, оптимизации системы разработки;
- оценку экономических показателей и анализ рисков;
- построение карт и системы геофизических исследований скважин (ГИС-система).

В 2017 г. КИМ-эксперт активно задействован в пяти проектах ПАО «Татнефть», где показал себя эффективным программным продуктом с высокой скоростью расчета. Программа установлена в 9 НГДУ для проведения автоматизированного подбора ГТМ и тестирования.

Ключевые слова: нефтяное месторождение, моделирование, геологическая модель, гидродинамическая модель, симулятор, геологотехническое мероприятие

Abstract. The paper describes KIM EXPERT software package for geological modelling, process simulations and planning of well intervention and production stimulation operations at TATNEFT's production assets.

The work on the development of an integrated hierarchical modeling software package incorporating the best practices of oil field development has begun in TatNIPIneft Institute since the end of 2016.

Currently underway is test operation of the first version of the software, which provides the following capabilities:

- an integrated database allowing for data processing and analysis;
- hierarchical modelling module (1D, 2D, 3D);
- reservoir simulator;
- automated planning and optimization of field development strategy, estimation of reserves, selection of well intervention and production stimulation treatments;
- cost-benefit and risk analysis;
- mapping and well logging suite.

In 2017, KIM-EXPERT software has been extensively used in five projects implemented by TATNEFT. Results are encouraging. To date, the software has been installed in nine oil-and-gas production departments of the Company.

Key words: *oil field, modelling, geological model, reservoir simulation model, simulator, production stimulation*

Современный нефтегазовый комплекс не может обходиться без компьютерных технологий, цифровой обработки данных для оперативного принятия решения о реализации любого инвестиционного проекта. Актуальной задачей ИТ-технологий является создание единого эффективного программного инструмента, способного хранить и обрабатывать информацию, подбирать мероприятия по оптимизации действующей системы разработки нефтяного месторождения.

В институте «ТатНИПИнефть» в конце 2016 г. начались работы по созданию единого программного комплекса иерархического моделирования, объединяющий в себе лучшие наработки в области эксплуатации нефтяных месторождений: проверенные алгоритмы оптимизации и поиска решений, современный интерфейс, web-технологии для возможности удаленного доступа. Работа направлена на решение технологических вызовов ПАО «Татнефть» по направлениям «Снижение неопределенности при разработке месторождений» и «Снижение неопределенности при проведении геолого-технологических мероприятий (ГТМ)».

На текущий момент в тестовой эксплуатации находится первая версия комплекса иерархического моделирования, получившая название «КИМ-эксперт» (рис. 1). КИМ-эксперт – это программный продукт автоматизированного рабочего места геолога и специалиста по нефтедобыче для оперативной оценки текущего состояния разработки

залежи, оптимизации режимов работы скважин, подбору ГТМ с целью максимально эффективной выработки остаточных запасов нефти, увеличению проектных коэффициентов нефтеизвлечения и минимизации технологических и финансовых рисков.

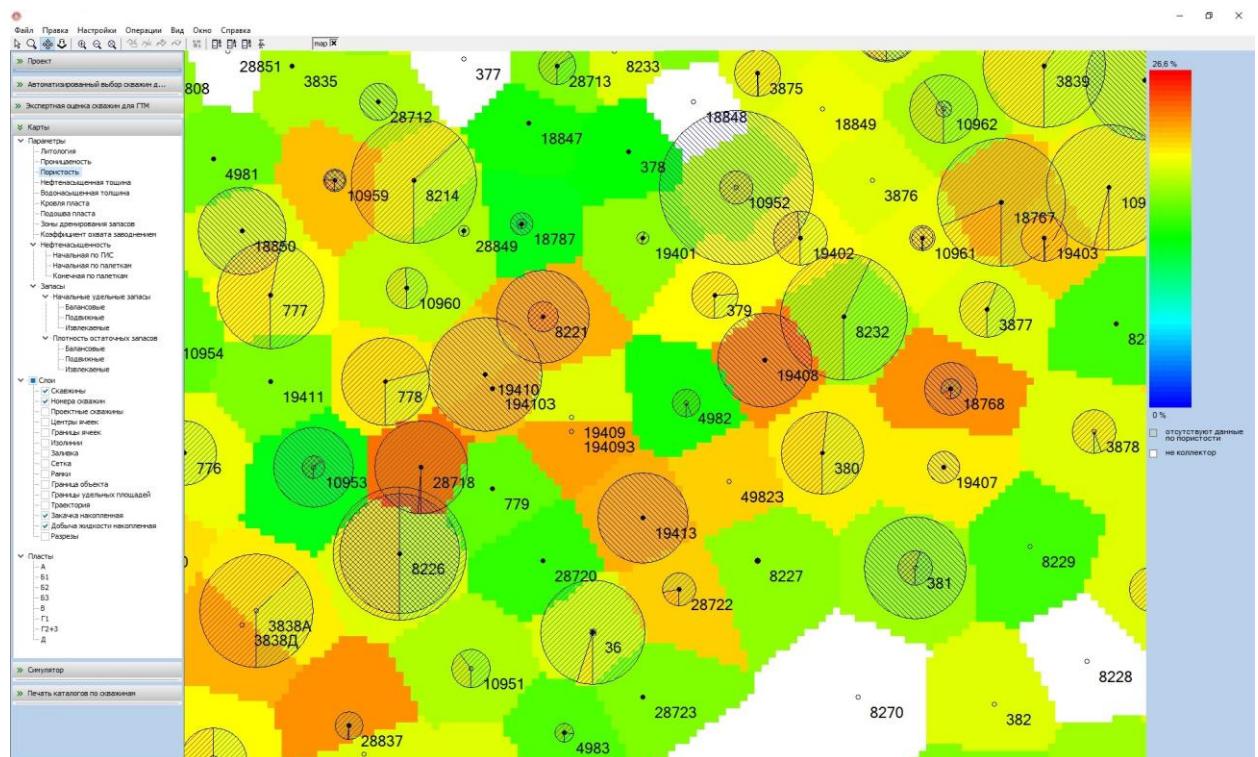


Рис. 1 Интерфейс комплекса иерархического моделирования «КИМ-эксперт»

Программный комплекс включает в себя:

- единую базу данных с возможностью обработки и анализа информации;
 - комплекс иерархического моделирования (1D, 2D, 3D);
 - гидродинамический симулятор;
 - автоматизированную систему проектирования, оценки запасов, подбора ГТМ, оптимизации системы разработки;
 - оценку экономических показателей и анализ рисков;
 - построение карт и системы геофизических исследований скважин (ГИС-система) (рис. 2).

Блок моделирования КИМ-эксперт состоит из двух основных частей:

прокси-модели и гидродинамический симулятор. Для прокси-моделей характерно высокое быстродействие, точная адаптация по скважинам, быстрая оценка структуры остаточных запасов [1-4]. Симулятор (рис. 3) предназначен для создания постоянно действующих геолого-технологических моделей (ПДГТМ) нефтяных залежей на основе сетки Вороного с возможностью проектирования и расчета прогнозных эксплуатационных показателей [5].

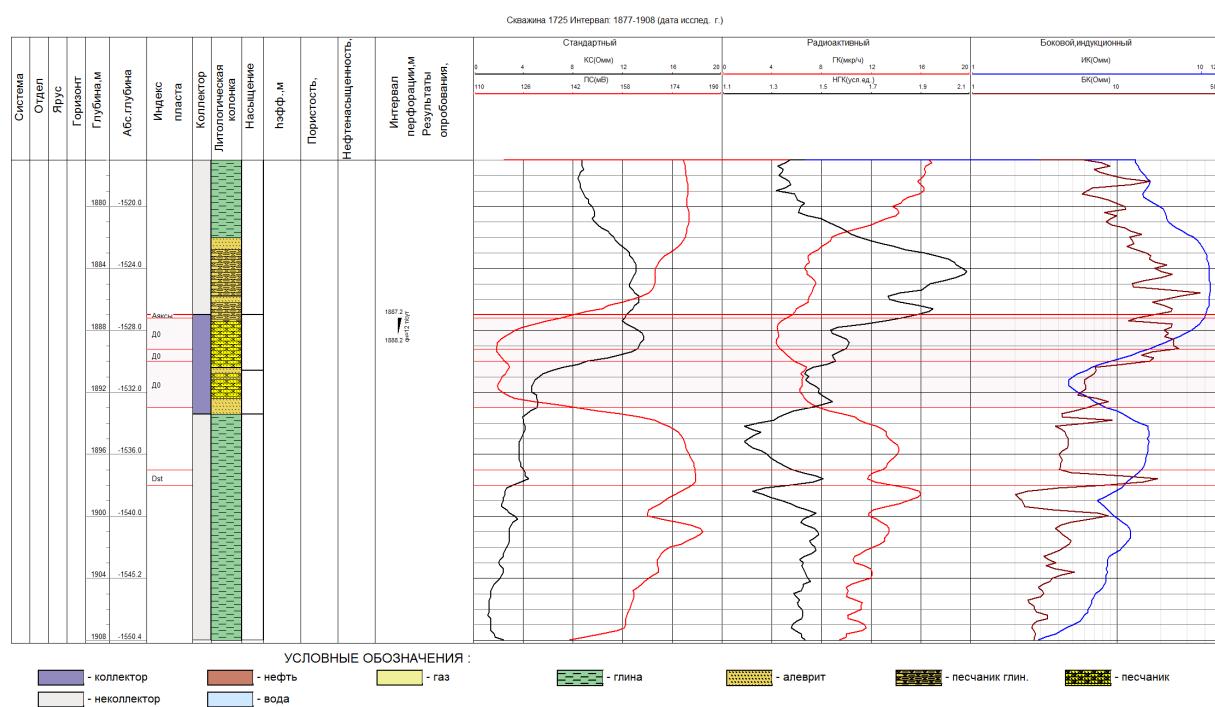


Рис. 2 Окно визуализации каротажах диаграмм в КИМ-эксперт

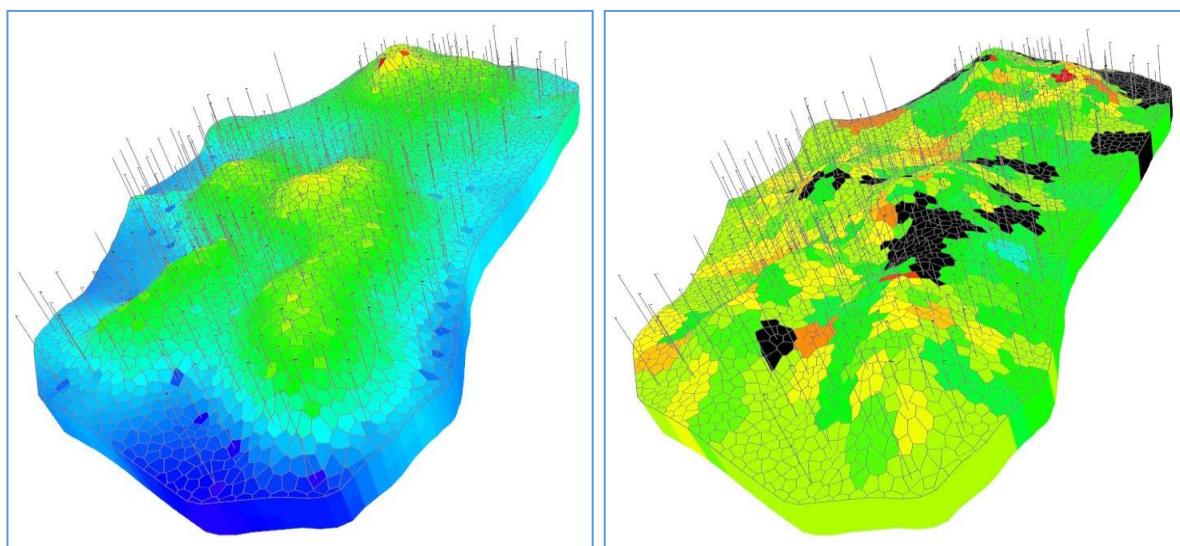


Рис. 3 Визуализация трехмерной геолого-технологической модели в КИМ-эксперт

На базе web-технологий запущен проект создания автоматизированного расчета показателей разработки – «Нефтяной калькулятор», который также входит в состав КИМ-эксперт.

КИМ-эксперт позволяет автоматизировать планирование и выбор ГТМ:

- бурение скважин,
- зарезка бокового, бокового горизонтального ствола,
- возврат на другие горизонты,
- восстановление из простоя,
- перевод скважины под закачку,
- реперфорация пластов,
- гидравлический и газодинамический разрыв пласта,
- обработка призабойной зоны,
- использование метода увеличения нефтеотдачи,
- проведение водоизоляционных работ,
- использование техники и технологии одновременно-раздельной добычи закачки.

На рис. 4 приведен пример автоматизированного подбора скважин с неперфорированными нефтенасыщенными толщиными по Абдрахмановской площади Ромашкинского месторождения на КИМ-эксперт.

Основными достоинствами КИМ-эксперт являются:

- высокая скорость расчетов для оперативного принятия решений;
- эффективные проверенные алгоритмы оптимизации;
- современный интерфейс и функционал с использованием удаленного доступа.

Кроме того, КИМ-эксперт является собственной разработкой ПАО «Татнефть», что:

- позволит увеличить интеллектуальную капитализацию компании;
- в перспективе даст возможность отказаться от сторонних

дорогостоящих программных продуктов и сократит издержки на их лицензионное поддержание;

- гарантирует информационную безопасность, исключает передачу сторонним разработчикам ПО информации, содержащей know-how компании в области технологий РНМ и применяемых ГТМ.

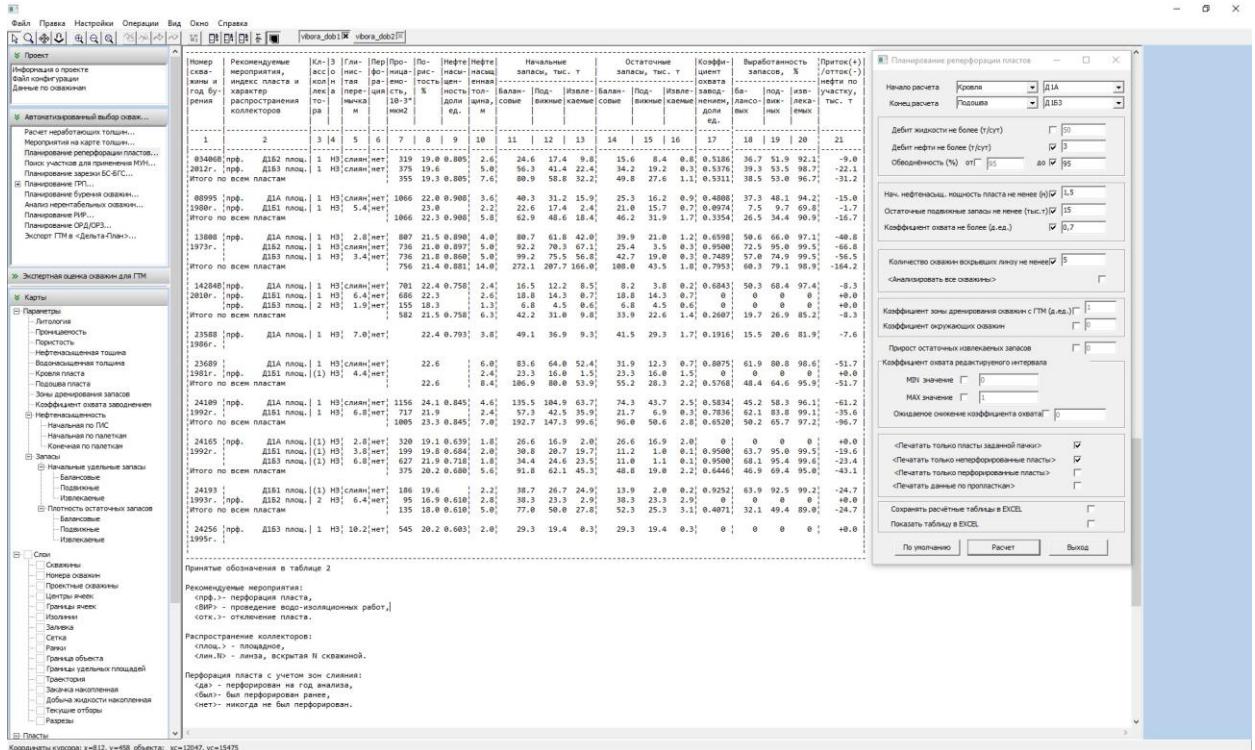


Рис. 4 Автоматизированный подбор скважин с неперфорированными толщинами на КИМ-эксперт

Экономический эффект от применения КИМ-эксперт при оценке геологических рисков и остаточных запасов нефти по различным видам ГТМ, выраженный через чистый дисконтированный доход (ЧДД), представлен в табл. 1. Суммарный экономический эффект за период его проявления (8 лет) составит 122 млн руб. Также в дальнейшем можно ожидать прирост экономического эффекта из-за потери в необходимости закупки и лицензионном сопровождении аналогичных сторонних программных продуктов.

На сегодняшний день значительная часть алгоритмов и программных модулей КИМ-эксперт отложены, частично внедрены в эксплуатацию,

получены первые результаты на объектах Ромашкинского, Ново-Елховского и ряда других месторождений компании «Татнефть».

Таблица 1

Экономический эффект от применения КИМ-эксперт

Вид ГТМ	Период проявления экономического эффекта, год	ЧДД, млн руб.		Экономический эффект, млн руб.
		Базовый вариант	Новый вариант	
Бурение скважины	8	0	28	28
БС	8	19	49	30
Восстановление из простоя	3	0	3	3
ГРП	3	11	12	1
ОРД	8	19	42	23
Перевод скважины на другие горизонты	8	19	27	8
Перевод под закачку	8	19	46	27
Реперфорация	3	11	13	2
Итого	8	19	141	122

Список литературы

1. Создание постоянно действующих моделей Ромашкинского и Ново-Елховского месторождений Республики Татарстан на основе АРМ ЛАЗУРИТ и пакета программ фирмы Landmark / Муслимов Р.Х., Хисамов Р.С., Сулейманов Э.И., Юсупов Р.М., Латифуллин Ф.М., Диков В.И., Насыбуллин А.В., Сулейманова Т.М. // Нефтяное хозяйство. – 1998. – № 7. - С. 63-67.
2. Хисамов Р.С., Фархутдинов Г.Н., Хисамутдинов А.И., Латифуллин Ф.М., Ибатуллин Р.Р., Абдулмазитов Р.Г. Автоматизированный выбор проблемных участков для применения методов увеличения нефтеизвлечения. // Журнал. Нефтяное хозяйство. – М., 2003, №10 - с.74-77.
3. Использование информационных технологий для совершенствования системы разработки и контроля за разработкой на месторождениях ОАО «Татнефть» / Хисамов Р.С., Ибатуллин Р.Р., Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Латифуллин Ф.М., Саттаров Р.З.// Нефтяное хозяйство. – 2006.– № 10 – С. 46-49.
4. Использование пакета программ АРМ геолога «ЛАЗУРИТ» для геологотехнологического моделирования и планирования геолого-технических мероприятий на объектах разработки ПАО «Татнефть» / Ф.М. Латифуллин, Рам.З. Саттаров, М.А. Шарифуллина // Нефтяное хозяйство. – 2017.– № 6 – С. 40-43.

Сведения об авторах

Шарифуллина Мария Александровна, инженер, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

E-mail: chernovama@tatnipi.ru

Бутусов Евгений Владимирович, инженер, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

E-mail: ButusovEV@tatnipi.ru

Саттаров Рамиль Зайтунович, ведущий инженер, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

E-mail: ramsat@tatnipi.ru

Authors

M.A. Sharifullina, Engineer, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: chernovama@tatnipi.ru

E.V. Butusov, Engineer, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: ButusovEV@tatnipi.ru

R.Z. Sattarov, Lead Engineer, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: ramsat@tatnipi.ru

Шарифуллина Мария Александровна
423236, Российская Федерация, Республика Татарстан,
г. Бугульма, ул. Мусы Джалиля, 32
тел.: 8(85594) 78-593
E-mail: chernovama@tatnipi.ru