

DOI 10.25689/NP.2018.1.69-77

УДК 553.98.061.4:552.54

**ВЫБОР ГЕОМЕТРИЗАЦИИ СЕТКИ 3Д ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
КОЛЛЕКТОРА В КАРБОНАТНЫХ ЗАЛЕЖАХ**

Изицин А.М., Зеленовская А.С., Панина С.А.

Институт «ТатНИПИнефть»

**SELECTION OF GRID GEOMETRIZATION OF A 3D GEOLOGICAL
MODEL AND COMPARISON OF RESERVOIR DISTRIBUTION
METHODS IN CARBONATE DEPOSITS**

Izitsin A.M., Zelenovskaya A.S., Panina S.A.

TatNIPIneft Institute

E-mail: izitcinam@tatnipi.ru

Аннотация. Основным кубом 3D ГМ является куб литологии, определяющий распределение объема коллектора, его связанность/расчлененность, корреляцию пропластков. Для построения куба литологии используются два подхода – детерминистский и стохастический. Авторами анализировались отложения башкирского и турнейского ярусов и подбирался наиболее оптимальный метод распределения коллектора при комбинировании различных трендов. В результате для башкирских отложений авторами выбран куб, построенный методом «Facies indicators» с использованием 3D тренда непрерывного параметра коллектора, наиболее точно отражающим видение авторов геологического строения турнейского яруса выбран куб, полученный методом «Parameter interpolation», а также сделан вывод, что наилучшие результаты получаются при комбинации различных алгоритмов как при

построении модели, так и при адаптации геологической модели 3D к материалам подсчетов запасов.

Ключевые слова: моделирование; куб литологии; детерминистический; стохастический; комбинация

Abstract. The main cube of a 3D geological model is a lithology cube which determines reservoir distribution pattern, connectivity and number of reservoir layers, and layer correlation. Two approaches are used for construction of lithology cubes. These are deterministic and stochastic approaches. The authors analyzed Bashkirian and Tournaisian sediments and selected the optimal method for reservoir distribution with combination of various trends. For Bashkirian deposits, the authors selected the cube constructed using “facies indicators” method and 3D trend of continuous reservoir parameter. For Tournasian reservoirs, a cube constructed using “parameter interpolation” method was selected as most accurately reflecting the authors’ understanding of the Tournasian stage geological structure. A conclusion was made that the best results are obtained from combination of different algorithms both during model construction and in the course of history matching of 3D geological model with reserves estimation data.

Key words: modeling; lithology cube; deterministic; stochastic; combination

На основе трехмерных геологических моделей (3D ГМ) решается большинство геологических задач: подсчет запасов, размещение фонда всех видов скважин, гидродинамические расчеты, проектирование разработки и т.д. Большинство задач связаны между собой и результаты каждой влияют как на качество последующих этапов, так и на достоверность всей модели целиком. Качество решений этих задач зависит от того, в какой степени модель отражает параметры залегания,

распространение литологии и свойства продуктивных пластов в межскважинном пространстве [1].

Трёхмерное моделирование всегда начинается с построения трёхмерной сетки (грида), что является основой для распределения параметров пласта. Вертикальное строение сетки должно отражать особенности геологического строения территории и механизмы отложения осадков. Кроме того, нужно учитывать, что количество ячеек обратно пропорционально их толщине, от которой в конечном итоге зависит размер всего грида. Здесь необходимо найти золотую середину - когда толщина ячейки адекватно отражает смену фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) пласта (делать толщину меньше шага дискретизации ГИС не имеет смысла), и при этом общее их количество для расчета не потребует запредельных вычислительных мощностей [2]. Построение грида осуществляется следующими способами вертикального взаимного расположения ячеек:

1. Пропорциональное - задаются две опорные поверхности и количество слоев между ними. Любой пласт будет разбит на одинаковое число слоев. Авторами использовался этот способ, как наиболее удовлетворительный. В случае, когда на площади значительная разница в толщинах пласта, стоит более тщательно подходить к определению количества слоев, либо объединять в одну зону несколько пластов (Рис. 1А).
2. Непропорциональное - задается необходимая толщина слоя и одна опорная граница. При этом число слоев будет варьироваться в зависимости от толщины пласта. Способ задания толщины ячеек подходит для случая, когда в соседних скважинах есть большая разница в толщинах, но в таком случае появляются резко выклинивающиеся ячейки. В данном случае имеет место выклинивание отдельных пропластков, а не последовательное

уменьшение эффективной толщины. Поэтому, этот способ был отвергнут авторами, как противоречащий концепции геологического строения (Рис. 1Б).

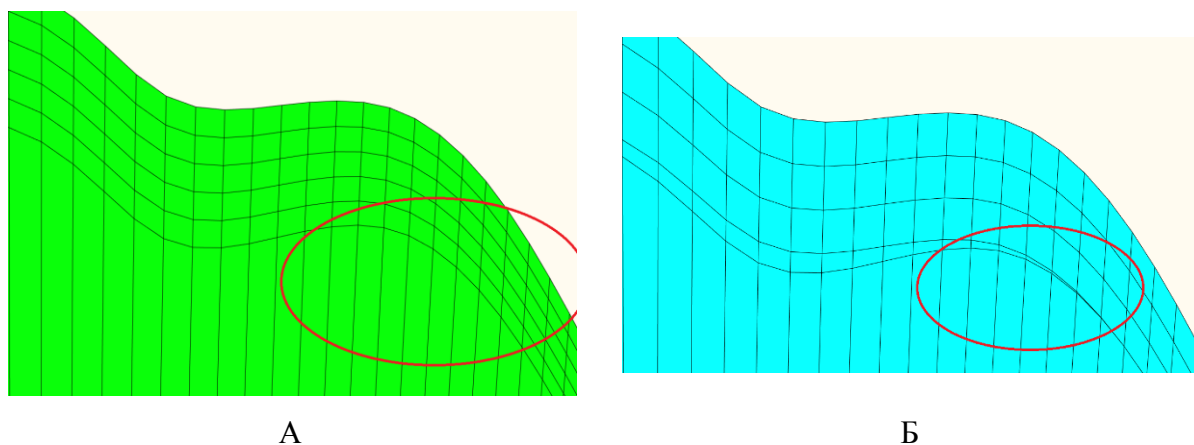


Рис. 1. Способы вертикального взаимного расположения ячеек

Основным кубом 3D ГМ является куб литологии, определяющий распределение объема коллектора, его связанность/расчлененность, корреляцию пропластков. Фильтрационно-емкостные свойства пластов, полученные по данным геофизических исследований скважин, распределяются на основе куба литологии, следовательно, выбор метода и настроек построения куба очень важен.

Для построения куба литологии используются два подхода – детерминистский и стохастический. При использовании детерминистского подхода природная неоднородность сохраняется в геологической модели только в случае использования геолого-геофизической информации по большому количеству скважин, вскрывших продуктивный интервал достаточно плотной сеткой. Стохастические методы моделирования основаны на математических алгоритмах, использование которых базируется на аппарате геостатистики [3, 4, 5].

Месторождение, выбранное для анализа, приурочено к западному склону Южного купола Татарского свода. Геологический разрез месторождения слагают породы докембрия, отложения девонского, каменноугольного, пермского, неогенового и четвертичного возрастов.

Авторами анализировались отложения башкирских и турнейских отложений. Первый исследуемый пласт Сбш приурочен к башкирскому ярусу среднего отдела каменноугольной системы, вскрыт 82 скважинами. Дизъюнктивных нарушений не выявлено. Залежи массивные. Условный подсчетный уровень (УПУ) на всех залежах принят на абсолютной отметке -695 м. Следующий исследуемый объект - турнейский ярус нижнего отдела каменноугольной системы, для моделирования деления на пласты не производилось. Отложения вскрыты 101 скважиной. Дизъюнктивные нарушения не выявлены. Залежи массивные. УПУ на залежах колеблется на абсолютных отметках от -969 м до -979 м.

Для выбора наиболее оптимального метода распределения коллектора было построено несколько кубов:

- 1) Метод «Parameter interpolation» - присваивает значения ячейкам, через которые не прошли траектории скважин. Алгоритм основан на осредненных и ремасштабированных скважинных данных (ранги эллипсоида интерполяции X 5000 Y 5000 Z 0.4) (Рис. 2А, 3);
- 2) Методом «Facies indicators», основанным на интерполяции вероятности наличия того или иного типа пород. По осредненному на трехмерную сетку параметру коллектор/неколлектор проведен вариограммный анализ; несвязные объемы были удалены. Куб коллектора смоделирован при использовании различных трендов:
 - а) геолого-статистического разреза (ГСР);
 - б) непрерывного параметра коллектора Coll_C, полученного при интерполяции (Рис. 2Б);
 - в) карты песчанистости, характеризующей вероятность встречи коллектора по вертикали;
 - г) объемной доли каждой фации (Global Volume fraction), рассчитанной как среднее для всех залежей);

д) куба песчаности Ksand, полученного на основании карты песчаности. Принципиальное отличие от варианта В заключается в том, что использован трехмерный тренд. Как показал анализ, несмотря на одинаковые исходные данные полученный результат имеет отличия.

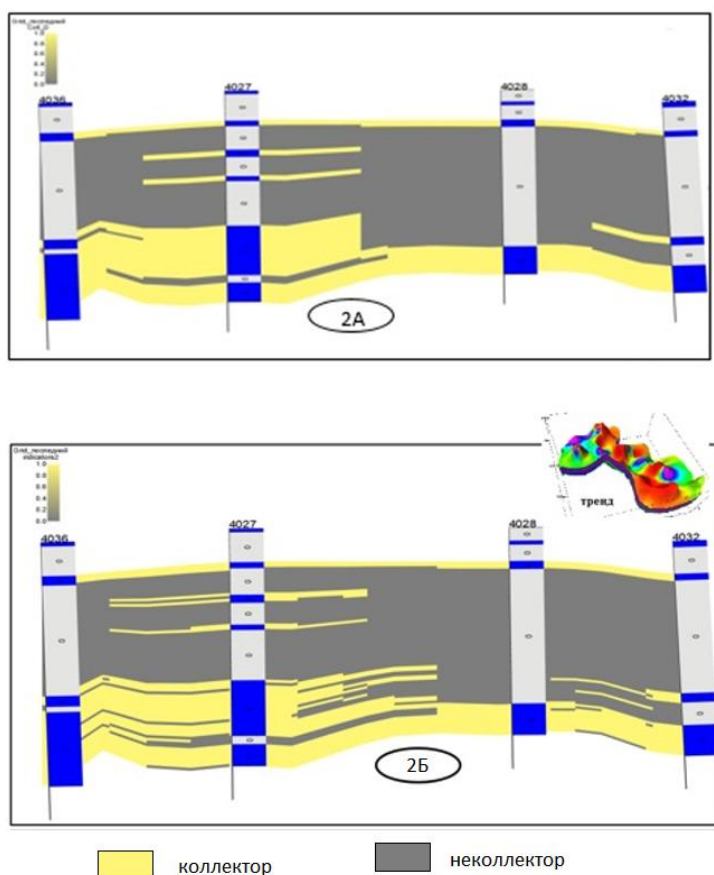
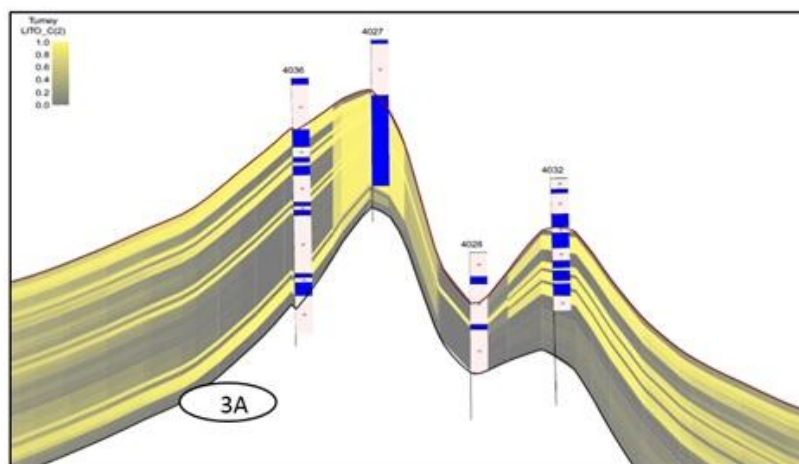


Рис. 2. Распределение коллектора в отложениях башкирского яруса
(2А – *Parameter interpolation*, 2Б – *3D тренд непрерывный параметр коллектора*)

Для башкирских отложений авторами выбран куб, построенный методом «Facies indicators» с использованием 3D тренда непрерывного параметра коллектора, вариант Б. В нем наименьшее количество несвязанных объемов, площади и объемы залежей не отличаются от результатов, полученных по 2Д моделированию более чем на 5%, что является критерием корректности модели [3].



**Рис. 3. Распределение коллектора в отложениях турнейского яруса
(3A – Parameter interpolation)**

Наиболее точно отражающим видение авторов геологического строения турнейского яруса выбран куб, полученный методом «Parameter interpolation». Этот метод дал минимальное количество несвязанных объемов, отличие объемов и площадей залежей от заявленных по 2D не превысило 5%.

На основании полученных кубов сделаны следующие выводы:

1. Модель с кубом литологии, построенным детерминистическим методом «Parameter interpolation», является достоверной в случае моделирования коллекторов значительной толщины и не дифференцированной на пласты. Тела коллектора обладают неестественными плавными горизонтальными границами; на границах эллипсоида интерполяции происходит резкое замещение коллектора; при многократном перестроении воспроизводится неоднородное строение моделируемых резервуаров во всех точках геологической модели одинаково вне зависимости от расстояний до ближайших скважин.
2. Модель с кубом литологии, построенным методом «Facies indicators» более достоверно отражает распределение коллектора. Модель

учитывает больше данных, но имеет степень неопределенности, ввиду того, что при построении играет роль человеческий фактор (настройка вариограммного анализа). Такая модель свойств выглядит более корректной, чем созданные с использованием метода детерминированного усреднения, и учитывает данные распределения точнее. Стохастические методы гибче, чем детерминированные.

3. Наилучшие результаты получаются при комбинации различных алгоритмов как при построении модели, так и при адаптации геологической модели 3D к материалам подсчетов запасов.

Список литературы

1. Билибин С.И. Технология создания и сопровождения трехмерных цифровых геологических моделей нефтегазовых месторождений: дис. ...док.техн.наук . –М, 2010 –С.281.
2. К.Е.Закревский, Д.М.Майсюк, В.Р.Сыртланов Оценка качества 3D моделей. – М., 2008. - 272 с.
3. Струкова О. В., Закревский К. Е. Геологическое моделирование в RMS. – М., 2012. - 694 с.
4. Закревский К.Е. Геологическое 3Д моделирование. –М, 2009 - 376 с.
5. Ковалевский Е.В. Геологическое моделирование на основе геостатистики. . – М., 2011. - 119 с.

Сведения об авторах

Изицин Андрей Михайлович, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: izitcinam@tatnipi.ru

Зеленовская Алёна Сергеевна, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: zelenovskaya_as@tatnipi.ru

Панина Софья Андреевна, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: ssofia@tatnipi.ru

Authors

Izitsin A.M., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: izitcinam@tatnipi.ru

Zelenovskaya A.S., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute– PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: zelenovskaya_as@tatnipi.ru

Panina S.A., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: ssofia@tatnipi.ru

Изицин Андрей Михайлович
423236, Российская Федерация, Республика Татарстан,
г. Бугульма, ул. Мусы Джалиля, 32
тел.: 8 (85594) 78-719
E-mail: izitcinam@tatnipi.ru