

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ КОНУСОВ ВЫНОСА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НГП ПРИ ПОМОЩИ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нефедов Ю.В., Грибанов Д.А., Грибанов М.А.

Санкт-Петербургский горный университет: Nefedov_YuV@pers.spmi.ru

PREDICTING THE DISTRIBUTION OF FLOOR FANS OF THE WEST SIBERIAN FIELD USING GEOLOGICAL PROCESS MODELLING

Nefedov Y.V., Griбанov D.A., Griбанov M.A.

Saint Petersburg Mining University: Nefedov_YuV@pers.spmi.ru

Keywords: Geological process modelling, Achimov formation, floor fans, seismofacial analysis

Summary. Modelling of the geological processes is a computational technique that creates stratigraphic models that show the expected sediment geometry and predict the distribution of lithologies and depositional environments. The method helps to reproduce the evolution of sedimentary systems over geological time, hence, in addition to borehole and seismic data, an analysis of the history of geological development is necessary. Such data are: sea level variation, climatic and paleogeographic conditions, descriptions of the process of substance transport, rates of transport and deposition of terrigenous material, sources of drift. During the modeling process, it is necessary to have a clear understanding of the final result and to tune the input parameters in detail, which causes the calculation of many iterations to agree with the conceptual model. The results allow evaluation of various options and enable prediction of the distribution of prospective oil and gas reservoirs in areas where no wells are drilled. Modeling of floor fans was carried out for the Achimov formation of the West Siberian field. As a result, a sedimentation model was obtained, which reflects the formation of elements of the sedimentation system of the studied area.

© 2023 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Введение

В настоящее время весь мир переходит к новому этапу развития нефтяной отрасли. Традиционные запасы истощаются, и на смену им приходят трудноизвлекаемые, разведка и разработка которых требует внедрения принципиально новых технологий. В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции широко распространены ачимовские отложения, однако они имеют сложное геологическое строение. Для успешного освоения данных ресурсов необходимо четкое понимания процессов формирования залежей. В основе геологической модели должна лежать грамотно построенная концептуальная модель. Надежное представление об образовании залежей нефти и газа имеет решающее значение для успешной разведки месторождений нефти и газа. Геологическое моделирование позволяет создавать трехмерные модели, с помощью которых удается прогнозировать распределение свойств пласта только в текущий момент времени. Геостатистические алгоритмы широко применяются при разведке и разработке залежей углеводородов, однако они ограничены в возможности смоделировать пространственную непрерывность в геологическом объекте. Методы геостатистики не используют информацию о процессах осадконакопления, в результате полученные модели не всегда отражают природу геологической структуры. Инструментом, который воспроизводит эволюцию геологических тел в динамике, является седиментационное моделирование. Данный алгоритм симулирует природные изменения свойств пласта, которые имеют решающее значение для оценки неоднородности.

Метод (и/или Теория)

Седиментационное моделирование основано на численном моделировании физических процессов переноса осадочных отложений реками, мутьевыми потоками, морскими течениями и позволяет созда-

вать трехмерные реалистичные модели (Ольнева, Жуковская, 2022; Tetzlaff et al., 2014). В данной работе используется модуль Geological Process Modelling (GPM), разработанный компанией Schlumberger в 2017 году. Преимуществом данного плагина является возможность интеграции результатов моделирования в рабочий процесс программы Petrel.

Седиментационное моделирование воспроизводит процессы формирования глубоководных конусов выноса в течение геологического времени, а, следовательно, помимо сейсмической и скважиной информации, необходим глубокий анализ истории геологического развития. Проведение моделирования требует четкого понимания конечного результата и грамотно построенной концептуальной модели. Для ее построения выполнен сейсмофациальный анализ, по итогам которого удалось выделить основные элементы седиментационной системы. Дальнейшим шагом на пути создания модели является определение временного интервала моделирования. Для определения длительности формирования отложений применен подход секвенс-стратиграфии. Бериас-готеривские клиноформы относятся к циклитам 3-го порядка. Временной промежуток их формирования составляет от 0.4 до 2.2 млн. лет (Ершов, 2018). Корректное восстановление гипсометрии палеоповерхности является важной основой для проведения моделирования. Карта палеорельефа построена путем вычитания структурной поверхности реперного горизонта – кровли баженовской свиты из структурной поверхности исследуемого пласта. После реконструкции палеоповерхности необходимо внести поправки до прогнозируемых глубин палеобассейна. Коррекция проводилась с учетом палеогеографических схем (Конторович и др., 2014). По полученной карте определены источники сноса – области старта переноса вещества. Проанализирована бровка шельфа на наличие удлиненных отрицательных форм рельефа, также пути транспортировки выделяются по результатам сейсмофациального анализа. В качестве исходных данных задавалось 4 типа осадочных пород в зависимости от их гранулометрического состава. Для них задавались размер, фильтрационно-емкостные свойства, характеристики уплотнения, скорости размыва, осаждения и эрозии осадочного материала.

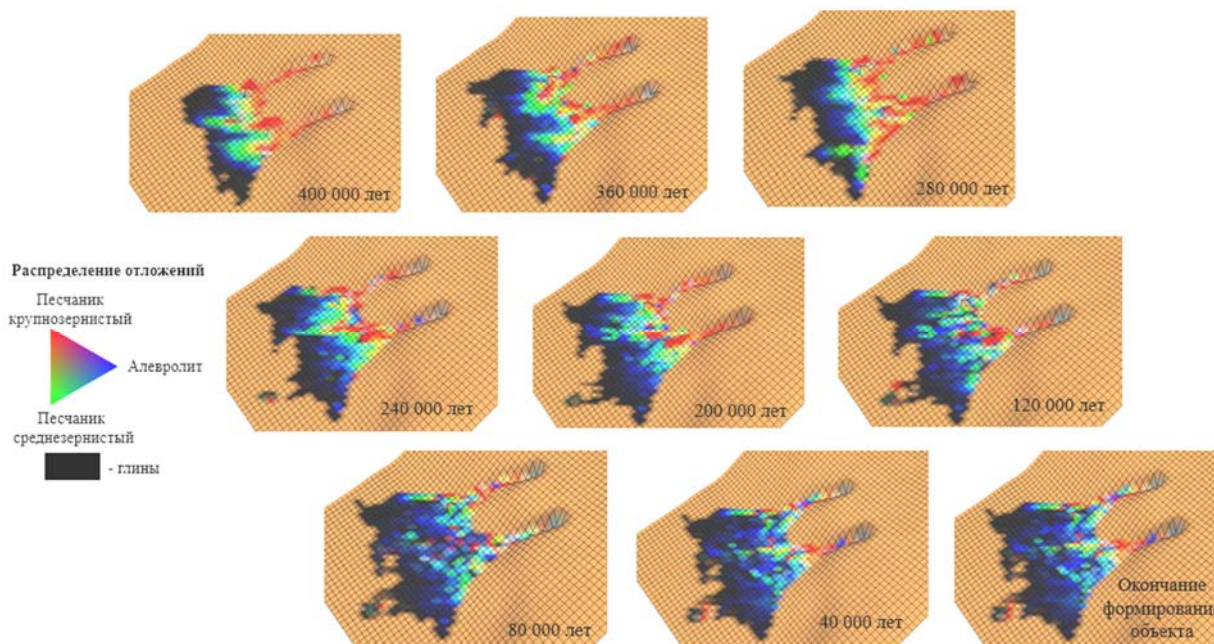
Моделирование осуществлялось с использованием алгоритма для нестационарного потока. Математика процесса контролирует первоочередное заполнение впадин в палеорельефе присклоновой части. Распределение литотипов происходит первоначальным осаждением на склоне более крупной фракции, наиболее тонкая фракция выносятся на самые удаленные участки (Tetzlaff et al., 2014).

Обсуждение результатов

На рисунке показаны временные слайсы седиментационной модели с двумя источниками сноса, на которых наглядно отображается формирование системы конусов выноса с транспортирующимся по склону обломочным материалом. Каждый следующий моделируемый поток учитывает текущие изменения в палеорельефе и последующими итерациями происходит наращивание объекта потоками. Тип источников питания и гранулометрический состав осадочной смеси определяли морфологию конусов выносов. Тело имеет ширину 18.5 км и длину 15.6 км. Полученные седиментационные модели были преобразованы в поверхности и по ним построена карта толщин полученного объекта. Метод позволяет получить реалистичную трехмерную модель, которая может в дальнейшем использоваться в геостатистических алгоритмах для получения более надежных результатов. Полученный итог сопоставим с построенной концептуальной моделью и позволил спрогнозировать распространение конусов выноса.

Выводы

Седиментационное моделирование в модуле GPM предлагает новый подход к построению динамической модели, с помощью которой возможно подтвердить и улучшить концептуальную модель месторождения. Использование симулятора геологических процессов позволяет создать реалистичную архитектуру турбидитной системы. В результате моделирования получена модель, которая отражает формирование элементов глубоководных конусов выноса ачимовской толщи и может быть использована для дальнейшего геостатистического моделирования фаций и петрофизики. Полученный результат согласуется с данными сейсмофациального анализа и бурения. Данный метод открывает положительные перспективы для более надежного создания геологических моделей.



Слайсы седиментационной модели, показывающие последовательное формирование системы конусов выноса

ЛИТЕРАТУРА

- Ольнева Т.В., Жуковская Е.А. Седиментационное моделирование в программном комплексе Petrel. Издательство МАИ. Москва. 2022, 216 с.
- Ершов С.В. Сиквенс-стратиграфия берриас-нижнеаптских отложений Западной Сибири. Геология и геофизика, Т. 59, № 7, 2018, с. 1106-1123.
- Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде. Геология и геофизика, Т. 55, № 5-6, 2014, с. 745-776.
- Tetzlaff D., Tveiten J., Salomonsen P., Christ A.-B., Athmer W., Borgos H., Sonneland L., Martinez C., Raggio F. Geologic process modelling, Vol. 11, 2014.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ КОНУСОВ ВЫНОСА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НГП ПРИ ПОМОЩИ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нефедов Ю.В., Грибанов Д.А., Грибанов М.А.

Санкт-Петербургский горный университет: Nefedov_YuV@pers.spmi.ru

Резюме. Моделирование седиментационных процессов представляет собой вычислительный метод, который позволяет создавать стратиграфические модели, показывающие ожидаемую геометрию отложений и прогнозировать распределение литологии и обстановки осадконакопления. Метод помогает воспроизводить эволюцию осадочных систем в течение геологического времени, следовательно, помимо скважинной и сейсмической информации, необходим анализ истории геологического развития. Такими данными являются: колебания уровня моря, климатические и палеогеографические условия, описания процесса транспортировки вещества, скорости переноса и осаждения терригенного материала, источников сноса. В процессе моделирования необходимо иметь четкое понимание конечного результата и детально настраивать входные параметры, что обуславливает расчет множества итераций для согласования с концептуальной моделью. Результаты позволяют оценить различные варианты и дают возможность спрогнозировать распределение перспективных нефтегазоносных отложений в областях, где отсутствуют пробуренные скважины. Моделирование конусов выноса проводилось для ачимовских пластов месторождения Западной Сибири. В результате получена седиментационная модель, которая отражает формирование элементов седиментационной системы изучаемой площади.

Ключевые слова: Седиментационное моделирование, ачимовские отложения, глубоководные конусы выноса, сейсмофациальный анализ