



ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА КОРРЕКЦИИ ДАННЫХ ГИС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭТАПЕ ДОРАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Л. ШУСТЕР¹, О.В. ТЮКАВКИНА^{2*}, И.С. ПЕРМЯКОВА³, И.Л. КАПИТОНОВА⁴

¹ Институт проблем нефти и газа Российской академии наук
3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

³ ООО «СЖЖ Восток»
31б, ул. Шаболовка, г. Москва 115162, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»
6, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117198, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. На современном этапе освоения месторождений нефти и газа, находящихся на стадии доразведки, решающая роль отводится применению информационных технологий и цифрового моделирования всех технологических процессов и интерпретации результатов геофизических исследований скважин (ГИС). Построение достоверных моделей объекта эксплуатации снижает риск инвестиций, а использование программного обеспечения и лучших мировых практик в области информационных систем позволяет не только снизить риск инвестиций, используемых для планирования геолого-разведочных работ (ГРП), но и оптимизировать планирование и проектирование всего процесса разработки месторождения.

Цель — оптимизация процесса селекции многообъемных, многопараметровых данных ГИС при моделировании сложнопостроенной нефтяной залежи на этапе доразведки месторождения, группировка скважинных данных по качеству, полноте и равномерности их распределения по площади исследуемого участка, выявление возникающих неточностей (ошибок и погрешностей) в промысловых данных (регистрация сигналов в зондах, погрешности в измерениях инклинометрии, скважинных отбивках и др.).

Материалы и методы. В работе авторы приводят примеры интерпретации ГИС для сложнопостроенной залежи и варианты распределения коллектора для построенного куба литологии (2D, 3D) на основе данных, полученных при разбуривании из одного пилотного ствола — горизонтальной скважины, бокового ствола и наклонно-направленной скважины. Установлено, что при распределении коллектора и моделировании куба литологии сложнопостроенного объекта разработки для скважин, расположенных близко друг к другу, полученные данные могут существенно отличаться. По полученным результатам при построении 2D- и 3D-моделей разными специалистами выявлены расхождения в интерпретации и межскважинной корреляции разрезов скважин.

Результаты. Установлены локальные зоны резкого перепада структуры — сгущение экстремумов вокруг некоторых скважин. Наличие таких аномалий показало, что в скважинном фонде присутствуют такие скважины, в которых довольно сильно отличаются значения стратиграфических отметок глубин для близко расположенных друг к другу скважин. Применен геостатистический алгоритм для коррекции скважинных данных по методу «скользящего окна», что стало решением для наиболее точного установления значений глубин объекта эксплуатации.

Заключение. Приведен анализ использования многопараметровых геофизических данных с использованием геостатистического алгоритма коррекции скважинных данных, проанализировано современное состояние моделирования процессов разведки и разработки нефтяных месторождений со сложным геологическим строением.

Ключевые слова: геостатистический алгоритм, моделирование, интерпретация данных, корреляция, сетка бурения

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Шустер В.Л., Тюкавкина О.В., Пермякова И.С., Капитонова И.Л. Применение геостатистического алгоритма коррекции данных ГИС при моделировании сложнопостроенных залежей углеводородов на этапе доразведки месторождения. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(5):91—99. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-5-91-99>

Статья поступила в редакцию 15.09.2020

Принята к публикации 09.12.2020

Опубликована 30.08.2021

* Автор, ответственный за переписку

APPLICATION OF A GEOSTATISTICAL ALGORITHM FOR CORRECTING WELL LOGGING DATA WHEN MODELLING COMPLEX HYDROCARBON DEPOSITS AT THE STAGE OF ADDITIONAL FIELD EXPLORATION

VLADIMIR L. SHUSTER¹, OL'GA V. TJUKAVKINA^{2*}, IRINA S. PERMYAKOVA³, IRINA L. KAPITONOVA⁴

¹ Oil and Gas Research Institute RAS
3, Gubkina str., Moscow 119333, Russia

² Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

³ SZhZh Vostok
31B, Shabolovka str., Moscow 115162, Russia

⁴ Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
6, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117198, Russia

ABSTRACT

Background. Additional exploration of oil and gas reserves requires the application of information technologies for modelling all technological processes and interpreting the results of geophysical well logging. Reliable models of the object under exploration and the use of best practices in the field of information systems reduce investment risks associated with planning exploration works, at the same time as optimizing the planning and design of the entire process of field development. **Aim.** Optimization of the selection process of multivolume, multiparameter logging data when modelling a complex oil reservoir at the stage of additional field exploration, grouping well data by quality, completeness and uniformity of their distribution over the study area, as well as identifying inaccuracies (errors) in the field data (registration of signals in probes, errors in measurements of directional survey, borehole picks, etc.).

Materials and methods. Examples of well logging interpretation for a complex reservoir are given, along with its distribution options for a constructed lithology cube (2D, 3D) based on the data obtained during drilling from one pilot borehole – a horizontal well, a sidetrack and a directional well. It was established that the data obtained when distributing the reservoir and modelling the lithology cube of a complex development target can be significantly different for wells located close to each other. The results obtained when constructing 2D and 3D models by different specialists revealed discrepancies in the interpretation and cross-well correlation of well sections.

Results. Local zones with a sharp change in the structure were established, in particular, the concentration of extrema around some wells. The presence of such anomalies points to the presence

of wells, for which the values of stratigraphic depth marks for wells located close to each other are quite different. A geostatistical algorithm was applied to correct the well data using the “sliding window” method, which became a solution for the most accurate determination of the depths of the object under exploration.

Conclusions. The possibility of using a geostatistical algorithm for correcting well data based on multiparameter geophysical data was assessed; the current state of modelling the processes of exploration and development of oil fields with a complex geological structure was analysed.

Keywords: geostatistical algorithm, modelling, data interpretation, correlation, drilling grid

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Shuster V.L., Tjukavkina O.V., Permyakova I.S., Kapitonova I.L. Application of a geostatistical algorithm for correcting well logging data when modelling complex hydrocarbon deposits at the stage of additional field exploration. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(5):91—99. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-5-91-99>

Manuscript received 15 September 2020

Accepted 09 December 2020

Published 30 August 2021

* Corresponding author

Сегодня промышленное освоение новых месторождений и эксплуатация месторождений, находящихся на поздней стадии разработки и характеризующихся применением методов повышения нефтеотдачи и стимулирования работы скважин, должно сопровождаться максимальной достоверностью геолого-гидродинамических и других моделей и имеет главную цель — достоверность оценки запасов и ресурсов [4, 5, 9]. Достоверные модели снижают риск инвестиций, а использование программного обеспечения и лучших мировых практик в области информационных систем позволяет не только снизить риск инвестиций, который в конечном счете обратно пропорционален достоверности моделей, используемых для планирования геолого-разведочных работ (ГРП), но и оптимизировать планирование и проектирование всего процесса разработки [13, 14].

На этапе доразведки, как правило, имеется плотно разбуренная сетка скважин и часто возникают проблемы комплексирования данных сейсморазведки, ГИС, промысловых и лабораторных данных. В связи с этим использование всей имеющейся информации может привести к ложному искажению как структурного плана, так и геологического моделирования (3D) петрофизических свойств. Набор исходных данных за счет некачественных измерений, выполненных в скважинах, может иметь существенные внутренние противоречия, характерные для мест повышенной

плотности бурения, как правило, для наиболее продуктивной части залежей.

Рассмотрим некоторые аспекты применения геостатистического алгоритма коррекции скважинных данных, включающего модельные построения и формирование структурного каркаса, основанных на комплексной интерпретации данных: сейсморазведки МОГТ ЗД, ГИС и бурения [3, 7, 8, 12].

В настоящее время большинством нефтяных компаний накоплен огромный опыт оптимизации процесса разработки месторождений на разных стадиях его жизни при постоянном увеличении количества скважинной информации, и если на раннем этапе разработки всегда сказывается недостаточность изученности месторождения, то по мере разбуривания залежей в какой-то момент наступает «переизбыток скважинной информации», а стало быть, и увеличивается количество использования вариантов моделирования в точках пластопересечений, возникающих, например, в районах близко расположенных относительно друг друга наклонно-направленных скважин, горизонтальных скважин с пилотным стволом или при бурении боковых стволов (кустовое бурение).

Цель исследований заключалась в оптимизации процесса селекции многообъемных, многопараметровых данных ГИС, при моделировании сложнопостроенной нефтяной залежи на этапе доразведки месторождения. Особое внимание уделялось качеству скважинных данных, их полноте

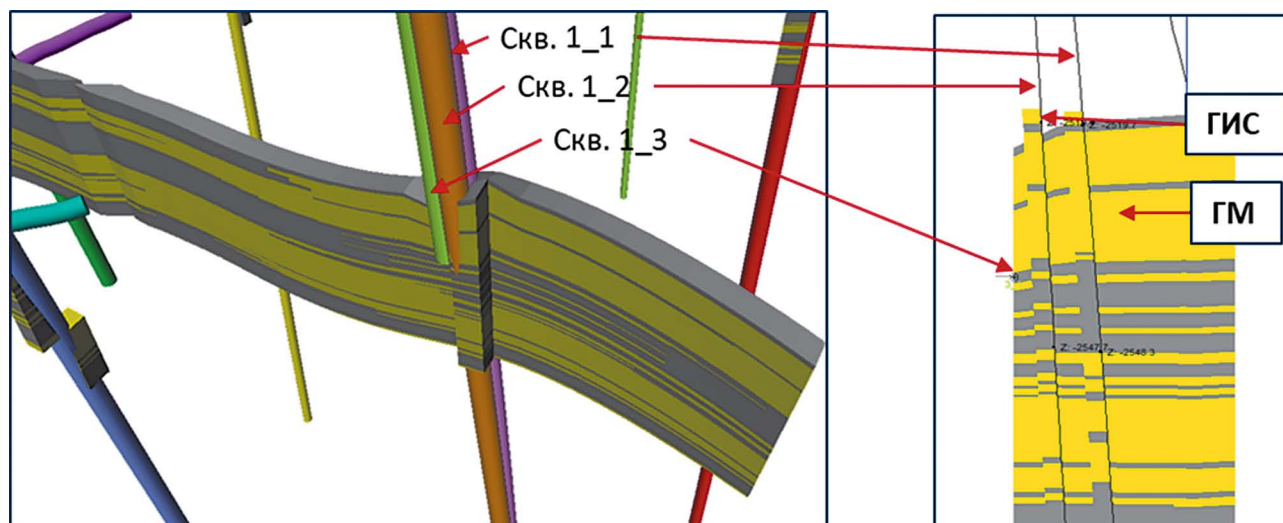


Рис. 1. Интерпретация ГИС и распределение коллектора по кубу литологии 3D и 2D. Условные обозначения: варианты интерпретации для скв. 1, соответственно: скв. 1_1 (вариант интерпретации 1), скв. 1_2 (вариант интерпретации 2), скв. 1_3 (вариант интерпретации 3) с учетом полученных ГИС для одной горизонтальной скважины, бокового ствола и наклонно-направленной скважины; ГМ — геологическая модель (для вариантов 1, 2, 3)

Fig. 1. Interpretation of well logs (GIS) and reservoir distribution over the 3D and 2D lithology cube. Legend: interpretation options for well 1, respectively: well 1_1 (interpretation option 1), well 1_2 (interpretation option 2), well 1_3 (interpretation option 3), taking into account the obtained logging data for one horizontal well, a sidetrack and a directional well; GM — geological model (for options 1, 2, 3)

и равномерности распределения по площади исследуемого участка, выявлению возникающих неточностей (ошибок и погрешностей) в промысловых данных, например при регистрации сигналов в зондах, измерениях инклинометрии, скважинных отбивках и др., которые значительно искажают реальную картину.

Как уже отмечалось в работе авторов [10], геостатистический алгоритм основан на выборе оптимального количества скважинной информации для моделирования и основным его преимуществом является использование дополнительной фильтрации скважинных данных т.е. дополнительная возможность выявить наличие ошибок в промысловой информации и, соответственно, обеспечить получение статистически выверенной модели продуктивных объектов с согласованным комплексом сейсмической и скважинной информации, что в результате позволит повысить достоверность и точность оценки ресурсной базы исследуемого резервуара, что также было отмечено в работах [1, 2, 6].

Рассмотрим пример интерпретации ГИС для сложнопостроенной залежи и варианты распределения коллектора согласно ранее построенному кубу литологии (2D, 3D). На рисунках 1 и 2 приведен пример скважин, в которых

из одного пилотного ствола забурены одна горизонтальная скважина, боковой ствол и наклонно-направленная скважина. Можно отметить, что распределение коллектора и, соответственно, моделирование сложнопостроенного объекта для скважин, расположенных близко друг к другу, отличаются. По полученным результатам и построениям 2D- и 3D-моделей разными специалистами хорошо заметно расхождение в интерпретации и межскважинной корреляции при построении куба литологии.

Следовательно, имея плотную и неравномерную сетку бурения и используя всю информацию данных ГИС, не всегда возможно наиболее точно построить модель и существует риск объединить сложнопостроенный объект, состоящий из маломощных пропластков, в один хорошо выдержанный пласт. И в то же время можно выделить маломощные пропластки, которые реально не существуют. Для принятия оптимально правильного решения необходимо полученные результаты ГИС статистически обрабатывать, а при построении структурных карт, позволяющих наглядно увидеть точки экстремумов, целесообразно применять метод «скользящего окна» [10]. На рисунке 3 представлен пример выполненных структурных построений в условиях плотной неравномерной сетки бурения

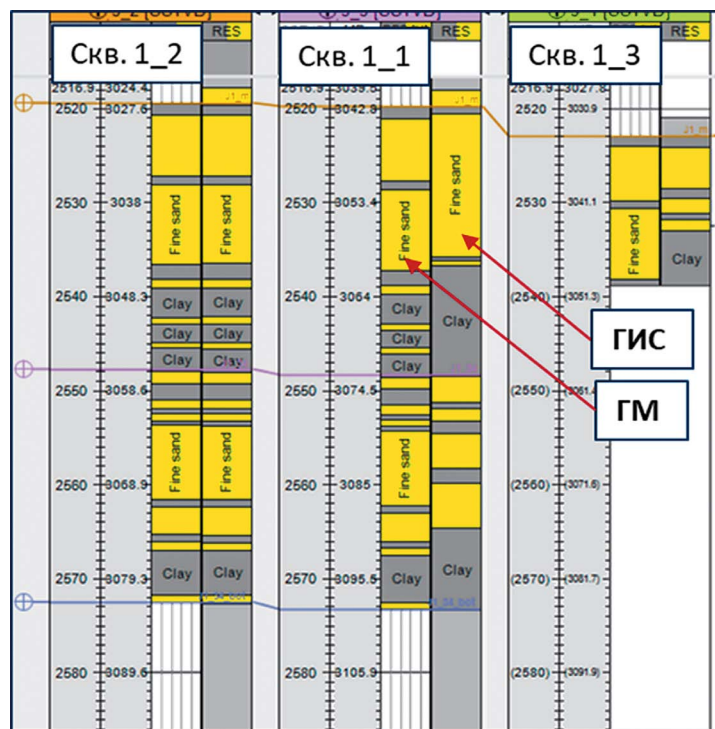


Рис. 2. Распределение коллектора по результатам интерпретации данных ГИС по кубу литологии в модели после испытания скважины. Условные обозначения см. на рис. 1

Fig. 2. Reservoir distribution based on the results of well logging data interpretation by the lithology cube in model after well testing. See the legend in Fig. 1

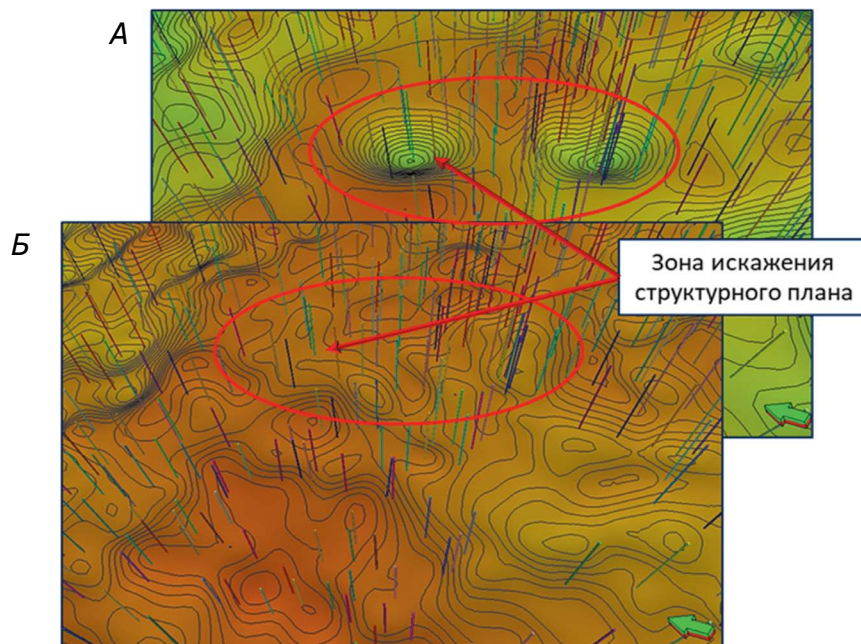


Рис. 3. Комплексирование структурной и скважинной информации по средствам применения геостатистического алгоритма. А — структурная карта, построенная с учетом полного списка скважин, Б — структурная карта, построенная с учетом опорных скважин

Fig. 3. Integration of structural and borehole information by means of applying the geostatistical algorithm. А — structural map, constructed taking into account the complete list of wells, Б — structural map, constructed taking into account the reference wells

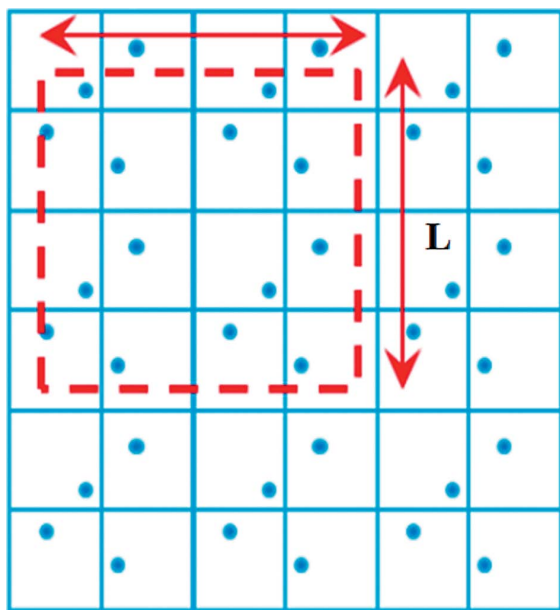


Рис. 4. Выбор размера «скользящего окна» с учетом веса сейсмической поверхности стратиграфических значений глубин (опорной сейсмической поверхности). L — размер скользящего окна. Методом подбора выбиралось два размера «скользящего окна»: $L = 500$ и $L = 200$ м

Fig. 4. Selection of the size of the “sliding window” taking into account the weight of the seismic surface of the stratigraphic depth values (reference seismic surface). L is the size of the sliding window. The selection method was used to select two sizes of the “sliding window”: $L = 500$ and $L = 200$ m

и использования всей доступной информации на этапе доразведки.

В исследуемом участке наблюдаются локальные зоны резкого перепада структуры, т.е. сгущение экстремумов вокруг некоторых скважин. Наличие таких аномалий показывает, что в скважинном фонде присутствуют такие скважины, в которых довольно сильно отличаются значения стратиграфических отметок глубин для близко расположенных друг к другу скважин. На рисунке 3А изображена поверхность, построенная с использованием отметок глубин всего фонда скважин, на рисунке 3Б построения выполнены после применения геостатистического алгоритма и коррекции скважинных данных по методу «скользящего окна» (использованы параметры скважин после их испытания), который подробно представлен в работе [10] (рис. 4).

На данном примере отчетливо видно, что, применяя метод «скользящего окна» и используя выборку скважин для построения модели, можно достаточно эффективно устранить ложные

изменения структурного плана (рис. 3А), оптимально точно выделить зоны распределения коллектора (рис. 2) и, как следствие, значительно снизить и исключить возможность систематических ошибок при моделировании куба литологии.

Размер окна может варьироваться в зависимости от поставленной задачи и плотности бурения скважин (при данных построениях нами был определен оптимальный вариант для сложнопостроенной залежи: 200×200 , $L = 200$ м). В пределах «скользящего окна» были определены координаты входа и выхода скважин в продуктивный пласт, проанализированы полученные значения отклонения от вертикали и выбрано оптимальное количество скважин, имеющих наименьшее искривление ствола в пределах окна L , оставшиеся скважины были исключены из процесса моделирования.

При интерпретации данных ГИС геологи и петрофизики пользуются разными подходами в определении положения стратиграфических отметок глубин продуктивных пластов, поэтому доразведка является самым сложным этапом для интерпретации полученных данных. Разработка месторождения, которое живет уже десятки лет, а при проведении исследований сменился не один коллектив специалистов, может характеризоваться потерей контроля и понимания того, как обосновывались те или иные варианты установления стратиграфических отметок для сложнопостроенных, неантиклинальных залежей, характеризующихся особой сложностью картопостроений зон выклинивания и замещения таких коллекторов как по вертикали, так и по простиранию.

По результатам исследований можно отметить, что геостатистический алгоритм — это своеобразная «фильтрация» скважинной информации, основанная на формировании матрицы из скважинных данных с наиболее точными результатами ГИС. Например, когда при построении структурной карты с учетом опорных скважин в исходном списке данных использовались параметры ГИС всего фонда, за исключением скважин, не имеющих замеренной инклинометрии, получилась модель, представленная на рисунке 3Б. Следовательно, формируя единый список скважин, который будет использоваться для дальнейших построений по всем пластам, целесообразно данные объединить в таблицу, где в зависимости от координат изучаемого объекта площадь работ будет «разбита» на окна определенного размера [10], метод «скользящего окна». Результаты проведенной процедуры геостатистического

алгоритма интерпретации данных ГИС позволили построить модель, которая может быть использована при дальнейшем детальном 3D-моделировании, в том числе и гидродинамическом, а также использоваться при подсчете запасов углеводородов, что снижает риск недостоверной оценки ресурса.

Предложенный алгоритм построения структурных карт без ложных искажений и получение наиболее достоверной картины распределения коллектора в продуктивном объекте дает возможность принимать во внимание

принципиально новые подходы к созданию геологических и геолого-гидродинамических моделей согласно рекомендациям Регламента [11]. Алгоритм позволяет решать поставленные задачи по выбору наиболее достоверного варианта, что позволит минимизировать риск инвестиций в разработку сложнопостроенных объектов [12, 14]. Также следует сказать о необходимости особого внимания к вопросам возможности пополнения залежей углеводородов из более глубоких горизонтов в пределах гигантских и супергигантских месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадьянов В.А. Методы компьютерного моделирования в задачах нефтепромысловой геологии. Тюмень, 2011. 184 с.
2. Билибин С.И., Юканова Е.А., Перепечкин М.В. Построение трехмерной геологической модели Самотлорского месторождения // Сб. «Каротажник». Тверь, 2004. Вып. 116—117. С. 121—132.
3. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика: теория и практика. М.: Наука, 2010. 329 с.
4. Дюбрул О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. EAGE, SEG, 2002. 296 с.
5. Закревский К.Е., Аксарин В.А., Анохина М.С. и др. Геологическое моделирование прибрежно-морских отложений (на примере пласта AB_1 ($AB_1^{1+2}+AB_1^3$) Самотлорского месторождения). Под ред. Закревского К.Е. Тюмень: Вектор Бук, 2017. 314 с.
6. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р. Оценка качества 3D моделей. М.: ООО «ИПЦ «Маска»», 2008. 272 с.
7. Ковалевский Е. Геологическое моделирование на основе геостатистики. Курс лекций EAGE. 2011—2012. 122 с. Электронный ресурс <http://eage.ru/ru/courses/detail.php?id=87> (дата обращения: 01.10.2020).
8. Козлов Е.А. Модели среды в разведочной сейсмологии. Тверь, 2000. 479 с.
9. Кунин Н.Я., Кучерук Е.В. Сейсмостратиграфия в решении проблем поиска и разведки месторождений нефти и газа. М.: Наука, 1984. 55 с.
10. Пермякова И.С., Тюкавкина О.В. Геостатистический алгоритм коррекции скважинных данных в структурных построениях // Геофизика. 2019. № 2. С. 23—29.
11. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. РД 153-39-0-047-00. М., 2000. 129 с.
12. Тюкавкина О.В. Изучение геологических и геофизических параметров коллектора для построения модели // Отечественная геология. 2013. № 1. С. 19—23.
13. Тюкавкина О.В. Построение геолого-технологических моделей для оптимизации выбора метода разработки сложнопостроенных коллекторов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2015. № 4. С. 16—25.
14. Шустер В.Л., Тюкавкина О.В., Вересович А.А. Геологоразведочные работы по выявлению и картированию сложнопостроенных, неантиклинальных ловушек месторождений Западной Сибири // Технологии нефти и газа. Научно-технологический журнал. 2019. № 5 (124). С. 37—41.

REFERENCES

1. Badyanov V.A. Methods of computer modeling in problems of oilfield geology. Tyumen, 2011. 184 p.
2. Bilibin S.I., Yukanova E.A., Perepechkin M.V. Construction of a three-dimensional geological model of the Samotlor field // Coll. "Karotazhnik". Tver', 2004. Issue 116—117. P. 121—132.
3. Demyanov V.V., Savelyeva E.A. Geostatistics: theory and practice. Moscow: "Science", 2010. 329 p.
4. Dubrul O. Using geostatistics to include seismic data in a geological model. EAGE, SEG. 2002. 296 p.
5. Zakrevsky K.E., Aksarin V.A., Anokhina M.S. and others. Geological modeling of coastal-marine sediments (on the example of the formation AB_1 ($AB_1^{1+2}+AB_1^3$) of the Samotlor field). Tyumen: Vector Book, 2017. 314 p.
6. Zakrevsky K.E., Maisyuk D.M., Syrtlanov V.R. Assessment of the quality of 3D models. Moscow: Mask, 2008. 272 p.
7. Kovalevsky E. Geological modeling based on geostatistics. EAGE Lecture Course. 2011—2012. 122 p.
8. Kozlov E.A. Models of the environment in exploration seismology // Tver', 2000. 479 p.
9. Kunin N.Ya., Kucheruk E.V. Seismostratigraphy in solving problems of prospecting and exploration of oil

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ / GEOPHYSICAL METHODS OF PROSPECTING AND EXPLORATION

- and gas fields. Moscow: Nauka, 1984. 55 p.
10. Permyakova I.S., Tyukavkina O.V. Geostatistical algorithm for correcting well data in structural constructions // *Geophysics*. 2019. No. 2. P. 23—29.
 11. Regulations for the creation of permanent geological and technological models of oil and gas-oil fields. RD 153-39-0-047-00. Moscow, 2000. 129 p.
 12. Tyukavkina O.V. Study of geological and geophysical parameters of the reservoir for building a model // *Domestic Geology*. 2013. No. 1. P. 19—23.
 13. Tyukavkina O.V. Construction of geological and technological models to optimize the choice of the development method for complex reservoirs // *Scientific and technical journal: News of higher educational institutions. Mining Journal*. 2015. No. 4. P. 16—25.
 14. Shuster V.L., Tyukavkina O.V., Veresovich A.A. Geological exploration works to identify and map complex, non-anticlinal traps of deposits in Western Siberia // *Oil and Gas Technologies. Scientific and technological journal*. 2019. No. 5 (124). P. 37—41.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Шустер В.Л. — разработка концепции статьи, анализ расхождения интерпретации ГИС и межскважинной корреляции разрезов скважин, выбор объекта для исследования.

Тюкавкина О.В. — интерпретация данных ГИС, построение структурных карт, кубов литологии и др. в Petrel, разработка геостатистического алгоритма, апробация метода «скользящего окна». Обработка исходных данных и выявление некачественных измерений (регистрация сигналов зондов, данных инклинометрии и др.). Статистическая обработка данных для установления оптимального количества скважин для корректной работы геостатистического алгоритма.

Пермякова И.С. — построение структурных карт, кубов литологии и др. в Petrel, разработка геостатистического алгоритма, апробация метода «скользящего окна». Подбор данных сейсморазведки для построения моделей и определения репера. Статистическая обработка данных для установления оптимального количества скважин для корректной работы геостатистического алгоритма.

Капитонова И.Л. — селекция скважин и составление выборки данных для исследований.

Vladimir L. Shuster — development of the article concept, analysis of the discrepancy between the interpretation of well logging (GIS) and cross-well correlation of well sections, the choice of an object for research.

Ol'ga V. Tyukavkina — interpretation of GIS data, construction of structural maps, lithology cubes, etc. in Petrel was carried out, Tyukavkina O.V. participated in the development of a geostatistical algorithm, tested the “sliding window” method. Processing of initial data and identification of low-quality measurements (registration of probe signals, directional survey data, etc.). Statistical data processing to determine the optimal number of wells for the correct operation of the geostatistical algorithm.

Irina S. Permyakova — performed the construction of structural maps, lithology cubes, etc. in Petrel, participated in the development of a geostatistical algorithm, tested the “sliding window” method. Selection of seismic data for building models and determining the benchmark. Statistical data processing to determine the optimal number of wells for the correct operation of the geostatistical algorithm.

Irina L. Kapitonova — performed selection of wells and compiled samples of data for research.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шустер Владимир Львович — доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института проблем нефти и газа Российской академии наук.

3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия

e-mail: tshuster@mail.ru

SPIN-код: 6887-7740

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6809-0135>

Vladimir L. Shuster — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Chief Researcher, Oil and Gas Research Institute of RAS.

3, Gubkina str., Moscow 119333, Russia

e-mail: tshuster@mail.ru

SPIN-code: 6887-7740

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6809-0135>

Тюкавкина Ольга Валерьевна* — старший научный сотрудник НИЛ «Моделирование углеводородных систем» ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия
e-mail: tov.sing@mail.ru
SPIN-код: 7884-6870
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1607-531X>

Пермякова Ирина Сергеевна — резервуарный инженер ООО «СЖЖ Восток».
316, ул. Шаболовка, г. Москва 115162, Россия
e-mail: irina.permyakova@cgg.com
SPIN-код: 3509-6221

Капитонова Ирина Леонидовна — старший преподаватель департамента недропользования и нефтегазового дела ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов».
6, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117198, Россия
e-mail: kapitonova-il@rudn.ru
SPIN-код: 8566-2178
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9707-1240>

Ol'ga V. Tjukavkina* — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Senior Researcher, Research Laboratory "Modeling of Hydrocarbon Systems", Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: tov.sing@mail.ru
SPIN-code: 7884-6870
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1607-531X>

Irina S. Permyakova — Reservoir Engineer "SZhZh Vostok".
31B, Shabolovka str., Moscow 115162, Russia
e-mail: irina.permyakova@cgg.com
SPIN-code: 3509-6221

Irina L. Kapitonova — Senior lecturer of the Department of Subsoil Use and Oil and Gas Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University).
6, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117198, Russia
e-mail: kapitonova-il@rudn.ru
SPIN-code: 8566-2178
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9707-1240>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author