

## ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

## GEOLOGY AND GEOECOLOGY

Научная статья  
УДК 550.8.053  
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-7-11>  
EDN VXFKBV

### **Применение современной методики комплексной интерпретации геолого-геофизических методов с использованием нейронных сетей в российском программном обеспечении «ПетроИнфоКомплекс»**

---

*Сергей Михайлович Калягин<sup>✉</sup>, Вера Евгеньевна Афанасьева*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [kalyagin-sergey@lenta.ru](mailto:kalyagin-sergey@lenta.ru)<sup>✉</sup>*

---

**Аннотация.** В статье рассматривается использование российского программного обеспечения «ПетроИнфоКомплекс» компании ООО «ИТ-ПроСистем», применяемого ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» для сопровождения разработки месторождений и геонавигации во время бурения скважин на Каспийском шельфе. Отмечено, что данный программный комплекс включает в себя широкий спектр функциональных возможностей, в т. ч. предварительную обработку и контроль качества полевых сейсмических данных в 2D- и 3D-форматах, обработку и интерпретацию сейсмических данных, а также проведение геомеханического моделирования. ПО «ПетроИнфоКомплекс» может решать задачи использования сейсморазведки для геонавигации во временном масштабе, не искажая амплитудно-частотные характеристики. Это позволяет в процессе геонавигации постоянно проводить любой атрибутивный анализ для любой части сейсмического куба в самом геонавигационном проекте, что дает возможность использовать всегда актуальные сейсмические данные в точке принятия решения. В последние годы в программном обеспечении активно начали внедрять применение нейронных сетей для решения геолого-геофизических задач, что является уникальной функцией для отечественных разработок в сфере геологии, которая не имеет аналогов. В частности, протестировано использование нейронных сетей в рамках картирования сейсмо-нейрофаций для решения текущих задач геологического сопровождения, основанного на применении различных сейсмических атрибутов (Apparent polarity, Dominant frequency, Instantaneous frequency, phase и amplitude). Суть применения нейронных сетей заключается в обучении их на имеющихся эталонах на базе волнового сейсмического поля и результатах атрибутивного анализа и последующее их использование в процессе геологического сопровождения на бурящихся скважинах. Таким образом, программный комплекс был успешно реализован при бурении горизонтальных скважин ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в акватории Каспийского моря на разрабатываемых месторождениях, что дало высокие результаты для целей геологического сопровождения.

**Ключевые слова:** ПО «ПетроИнфоКомплекс», геонавигация, геонавигационная модель, наклонно-направленное бурение, сейсмические атрибуты, нейронная сеть

**Для цитирования:** *Калягин С. М., Афанасьева В. Е.* Применение современной методики комплексной интерпретации геолого-геофизических методов с использованием нейронных сетей в российском программном обеспечении «ПетроИнфоКомплекс» // *Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2026. № 1. С. 7–11.* <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-7-11>. EDN VXFKBV.

Original article

## Application of a modern methodology for complex interpretation of geological and geophysical methods using neural networks in the Russian software program “PetroInfoComplex”

Sergey M. Kalyagin<sup>✉</sup>, Vera E. Afanasyeva

Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, kalyagin-sergey@lenta.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The article discusses the use of the Russian software program “PetroInfoComplex” by IT-ProSystems LLC used by LUKOIL-Nizhnevolzhskneft LLC to support field development and geonavigation during drilling on the Caspian shelf. It is noted that this software package includes a wide range of functionalities, including pre-processing and quality control of field seismic data in 2D- and 3D-formats, processing and interpretation of seismic data, as well as conducting geomechanical modeling. SP “PetroInfoComplex” can solve the problems of using seismic exploration for geonavigation in time scale without distorting amplitude-frequency characteristics. This allows in the process of geonavigation to constantly carry out any attribute analysis for any part of the seismic cube in the geonavigation project, which gives the opportunity to use always actual seismic data at the point of decision-making. In recent years, the use of neural networks for solving geological and geophysical problems has been actively implemented in software, which is a unique feature for domestic geological software that has no analogues. In particular, the use of neural networks has been tested for mapping seismoneurofacies to solve current geological support tasks based on the use of various seismic attributes (Apparent polarity, Dominant frequency, Instantaneous frequency, phase, and amplitude). The essence of using neural networks is to train them on existing standards based on the wave seismic field and the results of attribute analysis, and then use them in the process of geological support for drilling wells. Thus, the software package was successfully implemented during the drilling of horizontal wells by LUKOIL-Nizhnevolzhskneft LLC in the Caspian Sea at the developed fields, which yielded high results for the purposes of geological support.

**Keywords:** SP “PetroInfoComplex”, geonavigation, geonavigation model, directional drilling, seismic attributes, neural network

**For citation:** Kalyagin S. M., Afanasyeva V. E. Application of a modern methodology for complex interpretation of geological and geophysical methods using neural networks in the Russian software program “PetroInfoComplex”. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2026;1:7-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-7-11>. EDN VXFKBB.

### Введение

Каспийское море – крупнейший замкнутый водоем, расположенный в южной части России, является самым большим бессточным озером в мире. Активная деятельность России в Каспийском регионе обусловлена не только его ресурсной базой, но и геополитическими интересами. Кроме России выход к нему имеют такие страны, как Республика Казахстан, Азербайджанская Республика, Туркмения, Исламская Республика Иран.

В Каспийском море активно осваиваются крупные нефтегазоносные месторождения. Доказанные ресурсы нефти составляют около 10 млрд т, общие ресурсы нефти и газоконденсата оцениваются в 18–20 млрд т. Является очень перспективным бассейном с точки зрения нефтегазоносности. Во всех странах, имеющих выход к Каспийскому морю, в акватории есть открытые нефтяные месторождения, где ведется их активное освоение.

С 1995 г. компания «ЛУКОЙЛ» начала активно исследовать углеводородные ресурсы Каспийского моря, в 1999 г. стартовало разведочное бурение, и уже в 2000 г. на Каспийском шельфе были обна-

ружены первые месторождения. На данном момент три месторождения находятся в стадии разработки: им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского, им. В. И. Грайфера.

В настоящее время происходит целенаправленное импортозамещение и применение современных технологий отечественного производства. Одним из самых высокотехнологичных применений является бурение наклонно-направленных скважин.

Активное участие в процессе импортозамещения принимает ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», используя российское ПО «ПетроИнфоКомплекс» компании ООО «ИТ-ПроСистем». Данное программное обеспечение предлагает широкий спектр функциональных возможностей, включая предварительную обработку и контроль качества полевых сейсмических данных в 2D- и 3D-форматах. Кроме этого, система обеспечивает обработку и интерпретацию сейсмических данных, а также проведение 1D- и 3D-геомеханического моделирования. ПО «ПетроИнфоКомплекс» также включает модули для сопровождения разработки месторождений и геонавигации во время бурения скважин и позволяет

применять ГИС-технологии для геологического моделирования в 3D, проводя подсчет запасов [1].

С 2024 г. по настоящее время в программном обеспечении активно начали внедрять применение нейронных сетей для решения геолого-геофизических задач. Это является уникальной функцией для отечественных разработок в сфере геологии, которая не имеет аналогов.

*Цель статьи* – рассмотреть проведение геологического сопровождения бурения наклонно-направленных скважин с горизонтальным окончанием с использованием ПО «ПетроИнфоКомплекс» с применением самых последних достижений в области математического аппарата для решения геологических задач.

### **Геонавигация**

Геонавигация – комплекс методов и технологий для управления бурением с учетом геологических и геофизических характеристик разреза. Система обеспечивает точное позиционирование скважины для достижения целевых горных пластов и минимизации рисков, связанных с процессом бурения [2].

Преимущества геонавигации:

- повышение точности бурения;
- снижение затрат на буровые работы;
- адаптивность к изменениям геологических условий;
- уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

Геонавигационные решения основаны на применении специализированных датчиков, мощных компьютерных систем и программного обеспечения. Позволяют анализировать данные о геологии месторождения в реальном времени, обеспечивая высокую эффективность и безопасность бурения.

Геонавигация происходит в несколько этапов:

1) сбор и анализ данных:

- геофизические исследования – проведение измерений различных параметров, например, электрических, магнитных, радиоактивных свойств пород, акустической жесткости и др., а также получение информации о структуре и свойствах горных пород;
- сейсмические исследования – изучение подземных структур и свойств пород с помощью анализа сейсмических волн;
- бурение контрольных скважин (в некоторых случаях) для уточнения геологических данных с отбором образцов пород и проведением исследований;

2) построение трехмерных геологических моделей: на основе собранных данных строятся подземные структуры, это дает возможность визуализировать геологические особенности и определить оптимальные траектории бурения;

3) выбор оптимальной траектории бурения с учетом геологической модели и требований к скважине (например, горизонтальное бурение для добычи газа

или нефти);

4) мониторинг и корректировка траектории:

– во время бурения осуществляется постоянный мониторинг параметров, таких как глубина, направление, скорость бурения и свойства пород;

– при необходимости траектория бурения корректируется с помощью специальных систем управления;

5) использование навигационных систем для точного определения положения буровой установки и корректировки траектории, например, GPS, инерциальных навигационных систем и других технологий;

6) применение специализированных программ и алгоритмов для обработки данных, построения моделей и управления траекторией бурения;

7) после завершения бурения проведение контроля и анализа полученных данных и результатов с целью оценки эффективности геонавигации и внесение необходимых корректировок в будущие проекты.

### **Геонавигационная модель**

В ПО «ПетроИнфоКомплекс» существует два метода использования геонавигации: стандартное и продвинутое.

Продвинутое использование является его уникальной функцией в отличие от других аналогичных программных обеспечений.

Стандартный подход использования для наклонно-направленного бурения заключается в создании геонавигационной модели для бурения скважины. В ходе бурения с помощью ПО «ПетроИнфоКомплекс» происходит постоянный контроль и мониторинг скважины, а также перестраивание геологического разреза, в результате чего можно получить актуальную геологическую модель по пробуренному разрезу.

В ПО «ПетроИнфоКомплекс» реализована возможность использования продвинутой опции для геонавигации, которая применяется для геологического сопровождения бурения. Стандартная геонавигация использует в качестве основы для моделирования разреза, выделения аномалий и т. д. сейсморазведку в глубинном масштабе, что обусловлено принципом самой геонавигации. Однако, во-первых, перевод сейсморазведки в глубинный масштаб является искажением исходной волновой картины, во-вторых, глубинный сейсмический куб представляет собой статичные данные, а глубинно-скоростная модель, использованная для трансформации сейсмического волнового поля в глубинный масштаб, является субъективным интерпретационным решением исполнителя по структурной интерпретации сейсмических данных.

ПО «ПетроИнфоКомплекс» может решать задачи использования сейсморазведки для геонавигации во временном масштабе, которая не искажает амплитудно-частотные характеристики. Это позволяет

в процессе геонавигации постоянно проводить любой атрибутный анализ для любой части сейсмического куба по мере возникновения таких задач в самом геонавигационном проекте. С учетом того, что глубинно-скоростная модель постоянно меняется в процессе геонавигации (что обусловлено постоянной корректировкой структурной модели), то возможность ее перестроения в нем позволяет использовать всегда актуальные сейсмические данные в точке принятия решения. В рамках использования ПО «ПетроИнфоКомплекс» были реализованы такие подходы на горизонтальных скважинах, пробуренных ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в акватории Каспийского моря на разрабатываемых месторождениях, что дало высокие результаты для целей геологического сопровождения.

Кроме того, протестировано использование нейронных сетей в рамках картирования сейсмонеирофаций для решения текущих задач геологического сопровождения, основанного на применении различных сейсмических атрибутов. В ПО «ПетроИнфоКомплекс» реализовано их большое количество, что позволяет решать большой спектр задач на всех этапах геологоразведочных работ. К некоторым из них относятся:

- 1) Apparent polarity – кажущаяся полярность, выраженная через знак сейсмической трассы в максимуме огибающей: показывает детали волновой картины без учета формы сигнала и помогает обнаруживать тонкие слои;
- 2) Dominant frequency – доминирующая частота: позволяет оценивать качество сигнала;
- 3) Instantaneous frequency, phase and amplitude – мгновенные частота, фаза и амплитуда.

#### Список источников

1. Ревина А. В., Веселов Н. А., Афанасьева В. Е. Использование специализированного программного обеспечения «ПетроИнфоКомплекс» в процессе формирования профессионально ориентированных навыков при обучении студентов инженерно-технических специальностей // Сб. тр. конф. «Современная техника и технологии: исследования, разработки и их использование в комплексной

Суть применения в ПО «ПетроИнфоКомплекс» нейронных сетей заключается в обучении их на имеющихся эталонах (на уже пробуренных скважинах) на базе волнового сейсмического поля и результатах атрибутного анализа и последующее их использование в процессе геологического сопровождения на бурящихся скважинах [3].

#### Заключение

Использование ПО «ПетроИнфоКомплекс» позволяет качественно решать задачи геологического сопровождения наклонно-направленного и горизонтального бурения, но при этом имеет дополнительные функции, отсутствующие у отечественных и импортных аналогов, что способствует получению более качественных результатов и решению ряда сложных геологических задач, ранее недоступных.

Применение описанных технологий имеет существенный экологический эффект. Более качественная проводка скважин дает возможность эффективнее использовать недра за счет снижения проходки и нарушения их сплошности без снижения технологических показателей разработки месторождений.

Важнейшей задачей освоения месторождений углеводородного сырья, особенно в условиях морских акваторий, является повышение экономической эффективности проектов. Использование продвинутых технологий ПО «ПетроИнфоКомплекс» снижает риски неэффективного бурения, уменьшает метраж и стоимость бурения, сохраняя и увеличивая технико-экономические показатели разработки морских месторождений.

подготовке». Невинномысск, 2025. С. 246–249.

2. Сарайский Ю. Н. Геоинформационные основы навигации: учеб. пособие. СПб.: СПбГУГА, 2010. 245 с.

3. Созыкин А. В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т. 6, № 3. С. 28–59. DOI 10.14529/cmse170303.

#### References

1. Revina A. V., Veselov N. A., Afanas'eva V. E. Ispol'zovanie specializirovannogo programmnogo obespecheniya «PetrOInfOKompleKS» v processe formirovaniya professional'no orientirovannykh navykov pri obuchenii studentov inzhenerno tekhnicheskikh special'nostej [The use of specialized Petroinfocomplex software in the process of developing professionally oriented skills in teaching engineering students]. *Sbornik trudov konferencii «Sovremennaya tekhnika i tekhnologii: issledovaniya, razrabotki i ikh ispol'zovanie v kompleksnoj podgotovke»*. Nevinnomyssk, 2025. Pp. 246-249.

2. Sarajskij Yu. N. *Geoinformacionnye osnovy navigacii: uchebnoe posobie* [Geoinformation basics of navigation: a tutorial]. Saint Petersburg, SPBGUGA, 2010. 245 p.

3. Sozykin A. V. Obzor metodov obucheniya glubokikh nejronnykh setej [An overview of deep neural network training methods]. *Vestnik YUURGU. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 28-59. DOI 10.14529/cmse170303.

Статья поступила в редакцию 07.12.2025; одобрена после рецензирования 25.12.2025; принята к публикации 27.01.2026  
The article was submitted 07.12.2025; approved after reviewing 25.12.2025; accepted for publication 27.01.2026

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Сергей Михайлович Калягин** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; заведующий кафедрой геологии нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; kalyagin-sergey@lenta.ru

**Sergey M. Kalyagin** – Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Geology of Oil and Gas; Astrakhan State Technical University; kalyagin-sergey@lenta.ru

**Вера Евгеньевна Афанасьева** – студент кафедры геологии нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; vera1afanaseva@gmail.com

**Vera E. Afanasyeva** – Student of the Department of Geology of Oil and Gas; Astrakhan State Technical University; vera1afanaseva@gmail.com

