Нефтегазовое дело. 2021. Т. 19, № 6. С. 6–12. ISSN 2073-0128 (print)

Petroleum Engineering. 2021. Vol. 19, No. 6, P. 6–12. ISSN 2073-0128 (print)

Научная статья

УДК 550.501

doi: 10.17122/ngdelo-2021-6-6-12

НЕРАВНОМЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ КАК ИНДИКАТОР НЕОДНОРОДНОСТИ НИЖНЕАНГАРСКОЙ СВИТЫ КОВЫКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Павел Степанович Лапин¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, LapinPS@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Необходимость совершенствования методов оценки неравномерного проявления неотектонических движений связана с актуальностью тех задач, которые стоят на современном этапе развития геологии. В последние годы наметился существенный рост исследований в области стратиграфии. Такие исследования осуществляются с привлечением как геологических, так и геофизических методов и направлены на детализацию стратиграфического расчленения земной коры, что значительно повышает детальность палеогеографических реконструкций. Детальность реконструкций зависит и от выявления неравномерного характера в проявлении тектонических движений как эндогенного фактора в развитии земной коры. В первую очередь — неотектонических и современных движений, которые являются составной частью при оценке её современного состояния. Известно, что современный рельеф земной поверхности сформировался под действием неотектонических движений, которые на протяжении последних 25 млн лет характеризуют неоген-четвертичный период развития земной коры, а современные движения позволяют оценить её современное состояние. Если для стратиграфии актуальной задачей является детальное расчленение разреза земной коры, то для тектоники актуальность определяется выявлением неравномерного характера проявления неотектонических движений.

Для оценки неравномерного характера проявления неотектонических движений могут применяться различные подходы, например изучение ярусного строения земной поверхности. Он основан на анализе незначительного числа реликтовых форм рельефа и является, по сути, морфологическим методом анализа. В работе рассмотрен способ оценки неравномерного проявления неотектонических движений, основанный на анализе современных рельефообразующих процессов. Они характеризуют результат взаимодействия эндогенных и экзогенных сил. Вычисляется общий показатель эрозионно-денудационного расчленения рельефа, который характеризует объем рельефа земной поверхности, удаленного под действием рельефообразующих процессов. В результате моделирования установлено соответствие структурного плана нижнеангарской свиты Ковыктинского месторождения проявлению современных тектонических движений. Отмечена их значительная интенсивность по периметру наиболее перспективной области нижнеангарской свиты, и, напротив, их незначительная интенсивность свидетельствует о повышенной сохранности залежей углеводородов. Сделано предположение, что по зонам активного проявления новейших движений может происходить вертикальная миграция флюидов и накапливаться в области повышенной сохранности углеводородов.

Ключевые слова

рельефообразующие процессы,
новейшие движения,
структурный план,
Ковыктинское месторождение

Для цитирования

Лапин П.С. Неравномерный характер проявления неотектонических движений земной коры как индикатор неоднородности низнеангарской свиты Ковыктинского месторождения // Нефтегазовое дело. 2021. Т. 19, № 6. С. 6–12. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2021-6-6-12>.

Original article

IRREGULAR CHARACTER OF THE MANIFESTATION OF NEOTECTONIC MOTIONS OF THE EARTH'S CRUST AS AN INDICATOR OF INHOMOGENEITY IN THE NIZHNEANGARSKAYA FORMATION OF THE KOVYKTINSKY FIELD

Pavel S. Lapin¹

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, LapinPS@ipgg.sbras.ru

Abstract. The need to improve the methods for assessing the uneven manifestation of neotectonic motions is associated with the relevance of the tasks that are at the present stage of the development of geology. In recent years, there has been a significant increase in research in the field of stratigraphy. Such studies are carried out using both geological and geophysical methods and are aimed at detailing the stratigraphic division of the Earth's crust, which significantly increases the detail of paleogeographic reconstructions. The detail of the reconstructions also depends on the identification of an uneven nature in the manifestation of tectonic motion as an endogenous factor in the development of the Earth's crust. First of all — neotectonic and modern movements, which are an integral part of the assessment of its current state. It is known that the modern relief of the Earth's surface was formed under the influence of neotectonic motions, which, over the past 25 million years, characterize the Neogene-Quaternary period of the development of the Earth's crust, and modern motions allow us to assess its current state. If the actual task for stratigraphy is a detailed dissection of the section of the Earth's crust, then for tectonics the relevance is determined by the identification of the uneven nature of the manifestation of neotectonic motions.

Various approaches can be used to assess the uneven nature of the manifestation of neotectonic motions. For example, the study of the tiered structure of the earth's surface. It is based on the analysis of a small number of relic relief forms and is, in fact, a morphological method of analysis. The paper considers a method for assessing the uneven manifestation of neotectonic movements, based on the analysis of modern relief-forming processes. They characterize the result of the interaction of endogenous and exogenous forces. The general index of erosion-denudation dismemberment of the relief is calculated, which characterizes the volume of the relief of the earth's surface, removed under the influence of relief-forming processes. As a result of modeling, it was established that the structural plan of the Nizhneangarskaya formation of the Kovyktinsky field corresponds to the manifestation of modern tectonic motions. Their significant intensity was noted along the perimeter of the most promising area of the Nizhneangarskaya formation and, on the contrary, their insignificant intensity indicates an increased safety of hydrocarbon deposits. It has been suggested that vertical migration of fluids can occur along the zones of active manifestation of the latest movements and accumulate in the area of increased preservation of hydrocarbons.

Keywords

relief-forming processes, latest movements, structural plan, Kovyktinsky field

For citation

Lapin P.S. Neravnomernyi kharakter proyavleniya neotektonicheskikh dvizhenii zemnoi kory kak indikator neodnorodnosti nizhneangarskoi svity Kovyktinskogo mestorozhdeniya [Irregular Character of the Manifestation of Neotectonic Motions of the Earth's Crust as an Indicator of Inhomogeneity in the Nizhneangarskaya Formation of the Kovyktinsky Field]. *Neftgazovoe delo — Petroleum Engineering*, 2021, Vol. 19, No. 6, pp. 6–12. [in Russian]. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2021-6-6-12>.

Введение

В геологических науках на протяжении ряда последних лет пристальное внимание уделялось поиску критериев отражения структур земной коры в рельефе земной поверхности [1]. Приемы и методы оценки новейших движений во многом схожи как в Западно-Сибирской, так и Восточно-Сибирской нефтегазоносных провинциях. Наибольший интерес для оценки влияния новейших движений земной коры на характер неоднородности глубокопогруженных геологических тел был проявлен в 70–80-е годы прошлого столетия [2]. В первую очередь, на уровне изучения неравномерного характера проявления неотектонических процессов, выраженного по дислоцированной верхней части разреза [3], что позволило на региональном уровне установить неоднородность структур земной коры.

В настоящее время возникла необходимость в выявлении современных рельефообразующих процессов как индикатора активизации глубинных тектонических процессов. Эти исследования направлены на решение ранее установленного несоответствия между структурными поверхностями земной коры и современным рельефом [4]. В последующем к решению этой задачи вернулись при выяснении причин влияния новейших тектонических движений на структурную неоднородность литологически выраженных пластов как вероятных объемов скоплений углеводородов. Эти вопросы в пределах мезо-кайнозойского чехла решались с привлечением морфоструктурного анализа при картировании зон разломов и трещиноватости [5]. Оказалось, что на структурном уровне выявить активизацию глубокопогруженных тел в рельефе земной поверхности можно, но только на основе анализа современных рельефообразующих процессов и изучения изменений объёма эрозионно-денудационного расчленения, которые оценивались по результатам вычисления показателя общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа.

Цель исследования — изучение современных рельефообразующих процессов как индикатора современных тектонических движений и их соотношение с глубокопогруженными структурами земной коры в пределах Ковыктинского месторождения.

Объект и методы исследования

В геоморфологии объектом исследования является рельеф земной поверхности, кото-

рый может быть представлен в виде цифровой модели. В лицензионном пакете Surfer версии 16 в работе построена цифровая модель рельефа по данным радарной съемки SRMT-3 с сайта <http://www.gisa.ru>.

Оценка проявления современных рельефообразующих процессов осуществлена через вычисление общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа [6, 7]. Значения этого показателя отражают в рельефе результат взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов. Подробно используемая методика вычисления данного показателя представлена в [8].

Методические разработки реализованы на примере анализа вновь выделенных перспективных объектов в отложениях Ковыктинской зоны газонакопления в [9], где показано, что наиболее перспективными являются отложения бильчинского горизонта нижнеангарской свиты. Они выделены на основании детальной корреляции разрезов скважин и пород-коллекторов — их эффективных толщин и фильтрационно-емкостных свойств. Предмет исследования — современные геологические процессы, выраженные в рельефе земной поверхности вследствие тектонической активизации глубокопогруженных геологических структур.

Результаты и их обсуждение

Для решения поставленной задачи были построены: структурная карта по отражающему горизонту нижнеангарской свиты и схема общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа. Оцифровка исходных данных, построение сеточных моделей и карт в изолиниях выполнены в пакете Surfer версии 16. На первом этапе растровое изображение структурной карты по кровле нижнеангарской свиты было оцифровано, построена её сеточная модель, а затем — схема в изобатах (рисунок 1). Последняя верифицирована с исходным изображением.

На рисунке 2 представлен рельеф земной поверхности, который построен с привлечением стандартных процедур пакета Surfer. На рисунках 1, 2 хорошо видно, что структурная карта кровли нижнеангарской свиты отличается от рельефа земной поверхности. Полученный отрицательный результат связан с тем, что сопоставляемые поверхности подвержены влиянию разных процессов. Так, структурные планы глубокопогруженных гео-

Условные обозначения: 1 — скважины

Legend: 1 — wells

Рисунок 1. Цифровой аналог структурной карты по кровле нижнеангарской свиты в пределах Ковыктинского месторождения

Figure 1. Digital analogue of the structural map for the roof of the Lower Angarskaya suite within the Kovyktinsky field

Условные обозначения: 1 — скважины

Legend: 1 — wells

Рисунок 2. Рельеф земной поверхности в пределах Ковыктинского месторождения

Figure 2. The relief of the earth's surface within the Kovyktinsky field

логических слоев в большей степени подвержены влиянию тектонических процессов, а рельеф земной поверхности развивается под действием экзогенных и эндогенных процессов. Для того чтобы добиться единообразия при их сопоставлении, в рельефе земной поверхности нужно выделить свойство, которое связано с тектоническими движениями.

По описанной в [8] методике построена схема проявления современных рельефообразующих процессов (рисунок 3). При ее сопоставлении со структурной картой по кровле нижнеангарской свиты наблюдается отчетливая сходимость результатов (рисунки 1, 3). Выделенное по структурной карте нижнеангарской свиты поднятие северо-восточного направления характеризуется минимальными значениями современных тектонических движений, что свидетельствует о его минимальной активизации. Максимальные значения вычисленного параметра проявляются по периферии данного поднятия и характеризуют

области интенсивной современной тектонической активизации.

В область незначительных и минимальных значений показателя попали два ранее выделенных в работе [9] перспективных объекта. Объект 1 приурочен к поднятию, сложенному отложениями бильчирского горизонта. В стратиграфическом плане залежь приурочена к верхнему пласту БЛЧ 1 и контролируется кровлей нижнеангарской свиты. Объект 2 в структурном плане представляет собой локальное антиклинальное поднятие по кровле нижнеангарской свиты, осложненное разрывным нарушением сбросового типа с амплитудой смещения около 60 м. Кровля нижнеангарской свиты контролирует залежь газа в верхнем пласте (БЛЧ 1) бильчирского горизонта, вскрытого скв. 27 на абс. отм. минус 416 м (глубина вскрытия 4 м). Диапазон значений показателя позволил выявить различия в интенсивности процессов для каждого объекта.

Условные обозначения: 1 — скважины; 2 — границы перспективных объектов по [9];

3 — границы области незначительной активизации современных процессов

Legend: 1 — wells; 2 — boundaries of promising objects according to [9];

3 — boundaries of the area of insignificant activation of modern processes

Рисунок 3. Схема проявления современных рельефообразующих процессов, выраженных в рельефе земной поверхности в пределах Ковыктинского месторождения

Figure 3. Scheme of manifestation of modern relief-forming processes, expressed in the relief of the earth's surface within the Kovvyktinsky field

Выводы

В результате проведенного анализа установлено, что в современных рельефообразующих процессах отражается глубинный характер эндогенных процессов, которые не оказывают существенного влияния на структуру залежей бельчинского горизонта нижнеангарской свиты. Наибольшая интенсивность процессов отмечена по их периферии, которая может быть зоной вертикальной миграции углеводородов. Контуры ранее выделенных

по геолого-геофизическим данным перспективных объектов [9] приурочены к области незначительного проявления процессов (объект 2). В дальнейшем необходимо изучить активизацию глубоководных структур в пределах Южно-Ковыктинского месторождения, поскольку выделенная в настоящей работе область незначительной активизации процессов прослеживается в юго-западном направлении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Варламов И.П., Галабала Р.О., Генералов П.П. Новейшая тектоника нефтегазоносных областей Сибири / Под ред. Н.А. Флоренсов, И.П. Варламов. М.: Недра, 1981. 239 с.
2. Карта новейшей тектоники нефтегазоносных областей Сибири. Масштаб 1:2 500 000 / Под. ред. Н.А. Флоренсова, И.П. Варламова. Л., 1978.
3. Ласточкин А.Н. Соотношение гидрографической сети Западной Сибири с разломами фундамента и структурами осадочного чехла // Геоморфология. 1972. № 1. С. 28-37.
4. Варламов И.П., Якименко Э.Л. Результаты изучения корреляционных связей современного рельефа и рельефа некоторых структурных горизонтов Западно-Сибирской равнины // Структурно-геоморфологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. Новосибирск: 1975. С. 14-18.
5. Глухманчук Е.Д., Леонтьевский А.В. Анализ дисгармонии структурных планов на месторождениях Западной Сибири // Вестник Югорского государственного университета. 2006. № 3 (4). С. 24-30.
6. Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1960. 94 с.
7. Уфимцев Г.Ф. Картографический анализ при изучении неотектоники горных стран // Геология и геофизика. 1974. № 2. С. 79-85.
8. Лапин П.С. Современный морфогенез Западного Саяна и сейсмичность // Геоморфология. 2009. № 1. С. 76-84.
9. Рыжов А.Е., Поляков Е.Е., Горлов И.В., Смирнов А.С., Пылев Е.А., Чичмарёва А.В., Чурикова И.В., Никульникова Н.А. Выделение новых перспективных объектов в отложениях солевого комплекса Ковыктинской зоны газонакопления и сопредельных территорий // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». 2017. № 3 (31). С. 100-111.

REFERENCES

1. Varlamov I.P., Galabala R.O., Generalov P.P. *Noveishaya tektonika neftegazonosnykh oblastei Sibiri* [The Latest Tectonics of the Oil and Gas Bearing Regions of Siberia]. Ed. by N.A. Florensov, I.P. Varlamov. Moscow, Nedra Publ., 1981. 239 p. [in Russian].
2. *Karta noveishei tektoniki neftegazonosnykh oblastei Sibiri. Masshtab 1:2 500 000* [Map of the Latest Tectonics

of the Oil and Gas Bearing Regions of Siberia. Scale 1:2,500,000]. Ed. by N.A. Florensov, I.P. Varlamov. Leningrad, 1978. [in Russian].

3. Lastochkin A.N. Sootnoshenie gidrograficheskoi seti Zapadnoi Sibiri s razlomami fundamenta i strukturami osadochnogo chekhla [Correlation of the Hydrographic Network of Western Siberia with Basement Faults and Sedimentary Cover Structures]. *Geomorfologiya — Geomorfologiya*, 1972, No. 1, pp. 28-37. [in Russian].

4. Varlamov I.P., Yakimenko E.L. Rezul'taty izucheniya korrelyatsionnykh svyazei sovremennogo rel'efa i rel'efa nekotorykh strukturnykh gorizontov Zapadno-Sibirskoi ravniny [Results of the Study of Correlations of the Modern Relief and Relief of Some Structural Horizons of the West Siberian Plain]. *Sbornik nauchnykh trudov «Strukturno-geomorfologicheskie issledovaniya v Sibiri i na Dal'nem Vostoke»* [Collection of Scientific Papers «Structural and Geomorphological Studies in Siberia and the Far East»]. Novosibirsk, 1975, pp. 14-18. [in Russian].

5. Glukhmanchuk E.D., Leontevskii A.V. Analiz disgarmonii strukturnykh planov na mestorozhdeniyakh Zapadnoi Sibiri [Analysis of the Disharmony of Structural Plans in the Fields of Western Siberia]. *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta — Yugra State University Bulletin*, 2006, No. 3 (4), pp. 24-30. [in Russian].

6. Filosofov V.P. *Kratkoe rukovodstvo po morfometricheskemu metodu poiskov tektonicheskikh struktur* [A Quick Guide to the Morphometric Method of Searching for Tectonic Structures]. Saratov, Izd-vo Sarat. un-ta Publ., 1960. 94 p. [in Russian].

7. Ufimtsev G.F. Kartograficheskii analiz pri izuchenii neotektoniki gornyykh stran [Cartographic Analysis in the Study of Neotectonics of Mountainous Countries]. *Geologiya i geofizika — Russian Geology and Geophysics*, 1974, No. 2, pp. 79-85. [in Russian].

8. Lapin P.S. Sovremennyyi morfogenez Zapadnogo Sayana i seismichnost' [Recent Morphogenesis of the Western Sayan and Seismicity]. *Geomorfologiya — Geomorfologiya*, 2009, No. 1, pp. 76-84. [in Russian].

9. Ryzhov A.E., Polyakov E.E., Gorlov I.V., Smirnov A.S., Pylev E.A., Chichmareva A.V., Churikova I.V., Nikulnikova N.A. Vydelenie novykh perspektivnykh ob'ektov v otlozheniyakh solevogo kompleksa Kovyktinskoi zony gazonakopleniya i sopredel'nykh territorii [Allocation of New Promising Objects in the Saline Sediments Within Kovykta Zone of Gas Accumulation and its Contiguous Territories]. *Nauchno-tekhnicheskii sbornik «Vesti gazovoi nauki» — Scientific-Technical Collection Book «Vesti Gazovoy Nauki»*, 2017, No. 3 (31), pp. 100-111. [in Russian].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Лاپин Павел Степанович, кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Pavel S. Lapin, Candidate of Geographical Sciences, Research Scientist, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

LapinPS@ipgg.sbras.ru

Статья поступила в редакцию 09.09.2021; одобрена после рецензирования 06.10.2021; принята к публикации 01.11.2021.

The article was submitted 09.09.2021; approved after reviewing 06.10.2021; accepted for publication 01.11.2021.