



УДК (551.24: 551.4): 551.76/.77(571.1)

## МОРФОГЕНЕЗ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКОГО ЧЕХЛА НА ПРИМЕРЕ КАЙМЫСОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

П. С. Лапин

Институт нефтегазовой геологии им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

На примере Каймысовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в рамках исследования неравномерности в проявлении неотектонических движений предложен метод оценки изменений современного морфологического состояния ее мезо-кайнозойского чехла. Метод основан на выделении морфогенетических особенностей развития рельефов земной поверхности, фундамента и верхнеюрских отложений. Эти особенности выделяются в современном разрезе отложений в результате анализа расчлененности и контрастности указанных поверхностей. Метод позволил подтвердить ранее сделанный вывод о невысоких перспективах нефтегазоносности юго-западной части Каймысовской НГО. Показано, что неравномерность неотектонических движений приводит к дифференциации ранее выделенного в верхнеюрских отложениях интервала вероятного проявления нефтегазоносности. Установлено, что неравномерность неотектонических движений отразилась на ряде продуктивных скважин: часть из них, расположенная в области с типичными значениями неотектонических движений, попала в область современных рельефообразующих процессов со значениями меньше типичных. Полученные результаты позволили высказать предположение об уменьшении интенсивности неотектонических движений во времени, что могло сказаться на степени сохранности залежей в пределах объекта исследования.

**Ключевые слова:** морфология, морфогенез, неравномерность проявления неотектонических движений, Каймысовская НГО.

## MORPHOGENESIS AS A CRITERION OF EVALUATION OF PRESENT-DAY CHANGE OF THE MESOZOIC-CENOZOIC COVER MORPHOLOGICAL STATE (CASE STUDY FOR THE KAYMYSOVSKY PETROLEUM REGION IN WESTERN SIBERIA)

P. S. Lapin

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Novosibirsk, Russia

The method of evaluation of modern morphological changes within the bounds of study of irregularity in occurrence of neotectonic movements of the Mesozoic-Cenozoic cover by the example of the Kaymysovsky petroleum region within the West-Siberian oil-and-gas province is suggested. This method is based on the several peculiarities of morphological evolution features of the earth surface reliefs, basement and Upper Jurassic deposits. They are distinguished in the present section of deposits on the ground of analysis of compartmentalization and contrast range of above-mentioned surfaces. The developed method allowed the author to confirm the previously made conclusion about not high petroleum potential of the south-western Kaymysovsky PR. It is shown that the irregularity of neotectonic movements leads to differentiation of the possible petroleum potential occurrence interval earlier distinguished in Upper Jurassic deposits. It is determined that the irregularity of neotectonic movements had the effect on producing of some wells. Some of them, located in the region with typical values of neotectonic movements, got into the area of modern relief formation processes with values less than typical. Obtained results allowed the author to come out with a suggestion on reduction of intensity of neotectonic movements through time that could influence on degree of accumulation preservation within the exploration target.

**Keywords:** morphology, morphogenesis, irregularity in occurrences of neotectonic movements, Kaymysovsky PR.

DOI 10.20403/2078-0575-2018-2-24-35

Для прогнозирования перспектив нефтегазоносности нефтегазоносных провинций очень важно знать всю историю формирования осадочных образований, в том числе в неоген-четвертичный период. Это особенно важно для Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП), в которой установлен достаточно молодой возраст формирования современных залежей нефти и газа. Многие исследователи полагают, что заполнение ловушек угле-

водородами произошло на заключительном этапе ее геологической истории. Так, Ф. К. Салманов [17] сделал вывод о том, что возраст нефтяных залежей на Сургутском своде, скорее всего, олигоценовый.

При исследованиях завершающего этапа развития осадочного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы одним из методов анализа тектонических движений был неотектонический, который характеризует развитие объекта исследования за неоген-



четвертичный этап. В 1950–1990-е гг. проводились интенсивные неотектонические исследования Западно-Сибирской НГП, которые с разной степенью детальности характеризуют особенности ее развития [12–15]. Наиболее полно они отражены на «Карте новейшей тектоники нефтегазоносных областей Сибири» [15]. Установлена приуроченность территориального положения месторождений нефти к средним значениям амплитуд неотектонических движений, что позволило использовать полученную закономерность как один из показателей при оценке перспектив нефтегазоносности отдельных областей. В настоящее время потребовались разработка и усовершенствование методов их обоснованного сокращения. Эти методы, характеризующие неравномерность проявления неотектонических движений за неоген-четвертичный этап, основаны на изучении реперных горизонтов кайнозойской истории развития или рельефа земной поверхности, сформировавшегося под действием этих движений.

Методические аспекты влияния неотектонических движений на развитие мезо-кайнозойского чехла сведены автором в две группы. Первая из них объединяет методы, направленные на выделение в осадочном чехле реперных горизонтов. Они позволяют определять нижнюю возрастную границу проявления неотектонических движений или, с определенной долей вероятности, оценивать неравномерности в осадконакоплении за неоген-четвертичный этап. Увеличение детальности построенных возможно за счет введения в значения амплитуд неотектонических движений или безразмерного коэффициента контрастности, или нормированного коэффициента [20]. Для его расчета требуются обобщения разнородного материала, а иногда и построение структурных карт по реперным горизонтам кайнозоя. В эту же группу входят методы, направленные на определение пространственно-временных закономерностей формирования неотектонических структур и оценку их современной активности [5, 11, 18, 21].

Вторая группа объединяет методы, которые позволяют осуществить детализацию проявления неотектонических движений на основе анализа рельефа земной поверхности. Этот подход возможен, поскольку на Западно-Сибирской равнине рельеф земной поверхности создан непосредственно при участии неотектонических движений и может являться реперной поверхностью для их дифференциации. Следует отметить, что в данном случае информативность построенных карт и схем существенно выше. Для отмеченного региона один из таких методов был разработан и применен в середине 1970-х гг. В работе [2] приведены результаты изучения корреляционных связей рельефа – современного и некоторых структурных горизонтов. Авторы исследования, не получив тесной корреляционной зависимости между ними, не подтвердили их унаследованного развития в пределах Западной Сиби-

ри. Объяснили они этот факт незначительностью и неравномерностью распределения фактического материала по площади исследования.

В настоящей статье охарактеризованы итоги анализа результирующего взаимодействия эндогенных, экзогенных процессов и морфологии. Анализ позволил исследовать не морфологические, а морфогенетические особенности строения рельефа. Основная цель исследования состояла в изучении (на основе морфогенетических особенностей развития рельефов земной поверхности) фундамента и кровли верхнеюрских отложений, изменения современного тектонического состояния мезо-кайнозойского чехла и его влияния на развитие верхнеюрских отложений. Разработка метода предопределена особенностями строения верхней части разреза мезо-кайнозойского чехла и сложностью его стратиграфического расчленения.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) проанализирована возможность применения морфоструктурного анализа для выявления особенностей строения рельефа земной поверхности и фундамента; 2) на основе вычисления значений показателей общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа земной поверхности и фундамента осуществлена оценка современной активизации мезо-кайнозойских отложений Западной Сибири в пределах Каймысовской НГО; 3) исследовано влияние новейших движений на положение кровли верхнеюрских отложений, в том числе баженовской свиты, и оценена стабильность ее развития.

Научная новизна исследования определяется необходимостью оценки неравномерности в развитии современных отложений мезо-кайнозойского чехла. После оценки изменения его современного морфологического состояния на основе выделения его морфогенетических особенностей появляется возможность выяснения степени устойчивости развития верхнеюрских отложений. Влияние интенсивности современных процессов на формирование верхнеюрских отложений, в том числе баженовской свиты, определялось на основе сопоставления полученных данных с территориальным положением продуктивных скважин.

Объектом исследования была Каймысовская нефтегазоносная область (НГО). Разрез ее представлен породами палеозойского фундамента и мезо-кайнозойскими отложениями осадочного чехла (рис. 1).

Верхнеюрские отложения представлены баженовской, георгиевской, васюганской и татарской свитами. Первая из них является нефтематеринской толщей с высоким генерационным потенциалом [5]. С другой стороны, это региональный флюидоупор, геомеханическая модель которого отличается уникальной для осадочного чехла Западной Сибирской НГП пластичностью и анизотропией прочностных свойств. Большая часть тектонических разломов

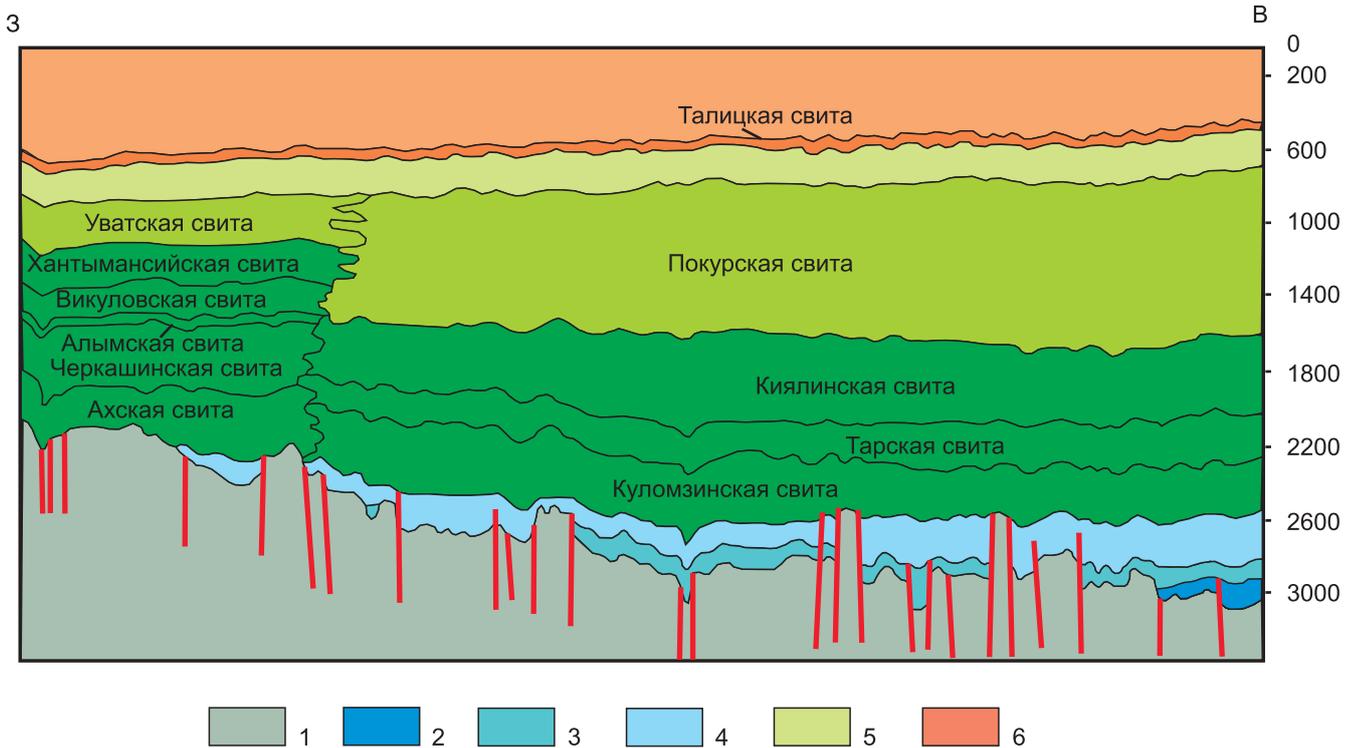


Рис. 1. Сводный разрез осадочного чехла Каймысовской НГО по [19] с дополнениями автора

Внемасштабные условные знаки: 1 – породы фундамента; свиты: 2 – шеркалинская, 3 – тюменская, 4 – баженовская, георгиевская, васюганская и татарская, 5 – кузнецовская, березовская и ганькинская, 6 – люлинворская, тавдинская, алымская, новомихайловская и журавская

постъюрского времени «гасятся» в ней, привнося колоссальный энергетический потенциал, который перераспределяется и в неотектонический этап развития мезо-кайнозойского чехла.

### Методика исследования

Как уже указывалось, многие специалисты изучали тектоническую составляющую мезо-кайнозойского чехла на основе анализа морфологических взаимозависимостей его опорных горизонтов. Однако неоднозначные результаты их исследований были объяснены недостаточностью фактического материала.

Отсутствие пространственных взаимозависимостей и наличие морфологических несоответствий между анализируемыми поверхностями, вероятнее всего, свидетельствует о влиянии неотектонических движений на физические свойства геологических тел, границы которых они контролируют, а не на установление морфологических соответствий между ними. Это подтверждается самим фактом выбора нижней возрастной границы. Ближайшая вниз по разрезу от журавского горизонта стратиграфическая граница (михайловский горизонт) является субгоризонтальной. Отсутствие взаимозависимостей этой границы и нижезалегающих может быть связано и с различием в действии рельефообразующих процессов, поскольку рельеф земной поверхности развивается под действием как эндогенных, так и экзогенных процессов, а глубокопогруженные поверхности испытывают влияние эндогенных сил

и давление вышележащих масс горных пород. Для совместного анализа необходимо выделить общее свойство, которое отражает целостность изученного объекта.

На первом этапе исследования автор на основе обширного фактического материала сделал попытку проверить унаследованный характер развития отложений мезо-кайнозойского чехла, основываясь на анализе рельефов земной поверхности и фундамента. Этот анализ был осуществлен с привлечением известного коэффициента корреляции Пирсона [4]. Алгоритм и программный продукт написаны на языке C++. Вычисления проведены по ранее разработанной методике [8–10]. Предварительно в пакете Serfer версии 10 построена цифровая модель рельефа с использованием информации, полученной по результатам выполненной радарной съемки рельефа SRMT-3 с сайта <http://www.gisa.ru> и топографическим картам м-ба 1:1 000 000 с сайта <http://loadmap.net/ru/m57213>. Цифровая модель рельефа, представленная grd-файлом, использовалась для построения карты земной поверхности и вычисления значений морфометрических показателей. Цифровая модель фундамента по результатам ранее проведенных исследований также представлена grd-файлом: это сеточный файл, который используется для задания и хранения карт высот местности и прочих данных, визуализируемых при помощи приложений Golden Software. Для корректного сопоставления этих свойств осуществлена предварительная подготовка исходных данных. Ис-



пользуемые в анализе значения параметров пересчитаны в единую для всех сеточную модель и систему координат.

В работе введен термин «морфологический тип» (морфотип). С ним связано понятие о представительном участке рельефа, которых характеризуется присутствием элементов – водораздел, склон и днище долины. В данном случае морфотип – это комплексная характеристика локального представительного участка исследуемой территории, описывающая густоту и глубину эрозионного расчленения рельефа. Величину вреза гидросети относительно водораздела отражает показатель глубины эрозионного расчленения, густота которого (сумма временных и постоянных водотоков) характеризует «изрезанность» рельефа. Соответствия между поверхностями устанавливались на основании расчета коэффициента корреляции по 25 их парным значениям, определяемым на основе применения процедуры скользящего окна. В результате выполненного анализа для каждой его центральной точки вычислялось значение коэффициента корреляции, позволившего создать grd-файл и выяснить степень соответствия анализируемых поверхностей.

В дальнейшем для выяснения влияния отмеченных процессов на морфологическое состояние отложений мезо-кайнозойского чехла были оценены его морфогенетические особенности в пределах Каймысовской НГО.

Степень общей расчлененности рельефа земной поверхности и фундамента зависит от многих факторов, но в большей степени от тектонических движений. Для ее оценки существуют различные приемы и методы [3, 20, 22]. Мы сделали это на основе анализа объема перемещаемого обломочного материала в пределах экзогенно-активного слоя рельефа земной поверхности с привлечением общего показателя эрозионно-денудационного расчленения, под которым понимается объем геологического пространства, заключенный между вершинной и базисной поверхностью. Вершинная поверхность объединяет в пространстве абсолютные высоты водоразделов, а базисная – абсолютные высоты тальвегов долин. Оценка влияния новейших движений фундамента выполнена с привлечением общего показателя эрозионно-денудационного расчленения, введенного Г. И. Худяковым и Г. И. Знаменщиковым

[22], который характеризует изменение контрастности и расчлененности изучаемых поверхностей и вычисляется как произведение двух морфометрических показателей – густоты и глубины эрозионного расчленения рельефа (первый характеризует плотность тальвегов долин в пределах некоторой области, второй – величину вреза тальвегов долин относительно водораздельного пространства). По их значениям для каждой поверхности рельефа были созданы grd-файлы. Если общий показатель эрозионно-денудационного расчленения рельефа земной поверхности характеризует взаимодействие эндогенных и экзогенных сил, то для фундамента он учитывает изменение длины изопахит объекта исследования и отражает деятельность тектонических движений [3, 22].

При выделении перспективных на нефть и газ участков, кроме традиционных методов, используется анализ неотектонических и современных процессов, опирающийся на сопоставление амплитуд неотектонических движений или интенсивности рельефообразующих процессов в областях нефтегазонакопления. В последнем случае необходимым условием их прогнозирования является верификация полученных данных.

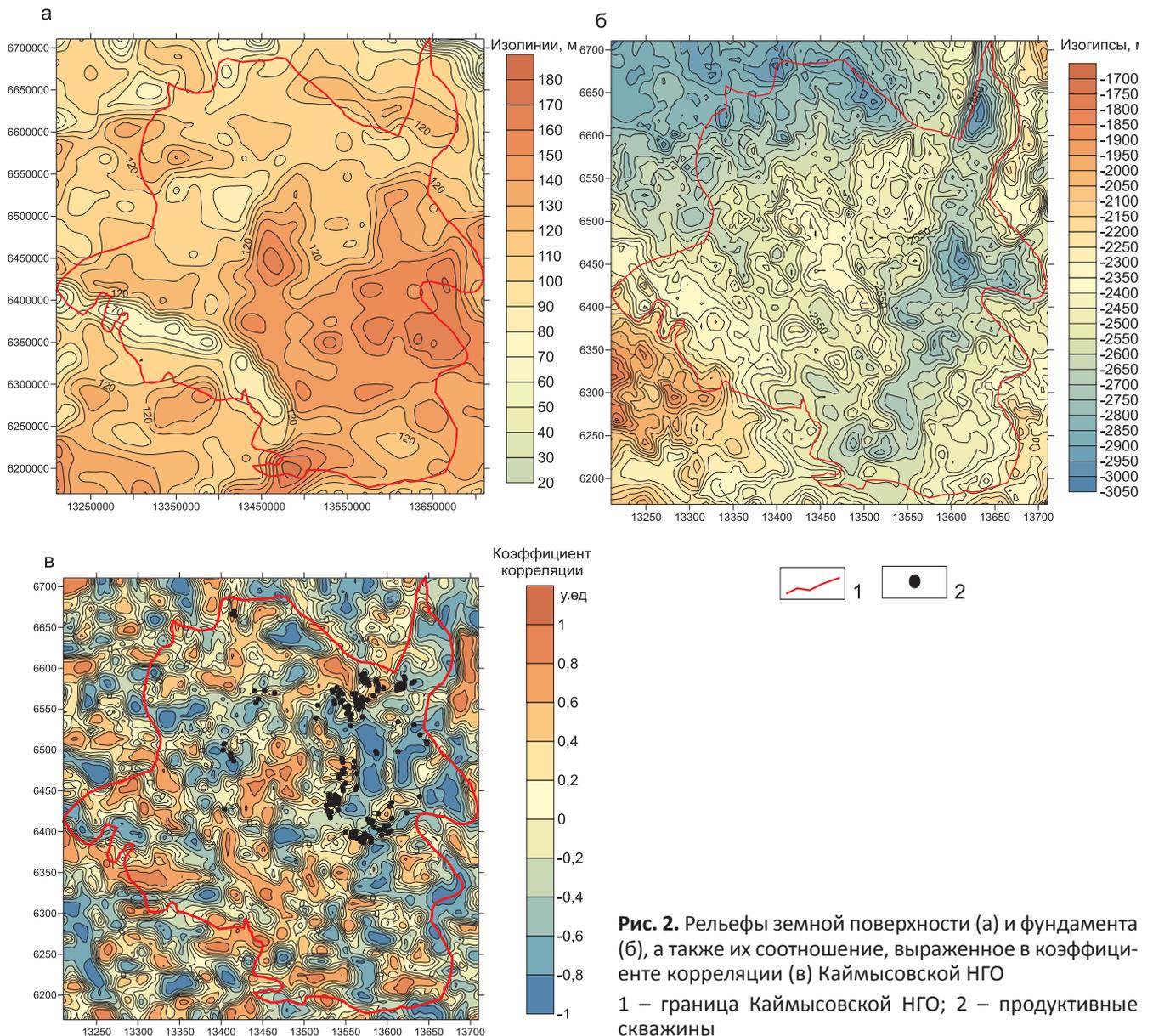
**Результаты исследования**

Для решения поставленных задач проведен ряд экспериментов. С целью установления зависимости между формами современного рельефа и фундамента осуществлен корреляционный анализ (рис. 2). Коэффициент корреляции ( $K_k$ ) рассчитывался по скользящей палетке, состоящей из 25 пар сравниваемых значений, а результат вычисления присваивался центральному морфотипу. Его значения изменяются от 0 до 1. Выделено пять градаций значений этого показателя (табл. 1), которые объединены в три группы: 1) сильная (от 1,0 до 0,6); 2) средняя (от 0,6 до 0,2); 3) слабая (от 0,2 до 0,0). Каждая группа контролирует определенную площадь исследуемого объекта. Наибольшую площадь занимает вторая группа со средними значениями показателя 58,4 %, третьей соответствует 23,8 % изучаемой территории, а первой – только 17,8 %. Интерпретируя выявленные зависимости и учитывая результаты ранее проведенных исследований [2], автор предположил, что для участков изучаемой

**Таблица 1**

Распределение площадей по степени взаимозависимости морфологии рельефов земной поверхности и фундамента

Группа значений $K_k$	Интервал значений $K_k$	Число встречаемости значений $K_k$	Площади, соответствующие определенному интервалу значений показателя, %
Сильная	1,0–0,8	755	8,2
	0,8–0,6	889	9,6
Средняя	0,6–0,4	3133	34,1
	0,4–0,2	2232	24,3
Слабая	0,2–0,0	2191	23,8



**Рис. 2.** Рельефы земной поверхности (а) и фундамента (б), а также их соотношение, выраженное в коэффициенте корреляции (в) Каймысовской НГО  
1 – граница Каймысовской НГО; 2 – продуктивные скважины

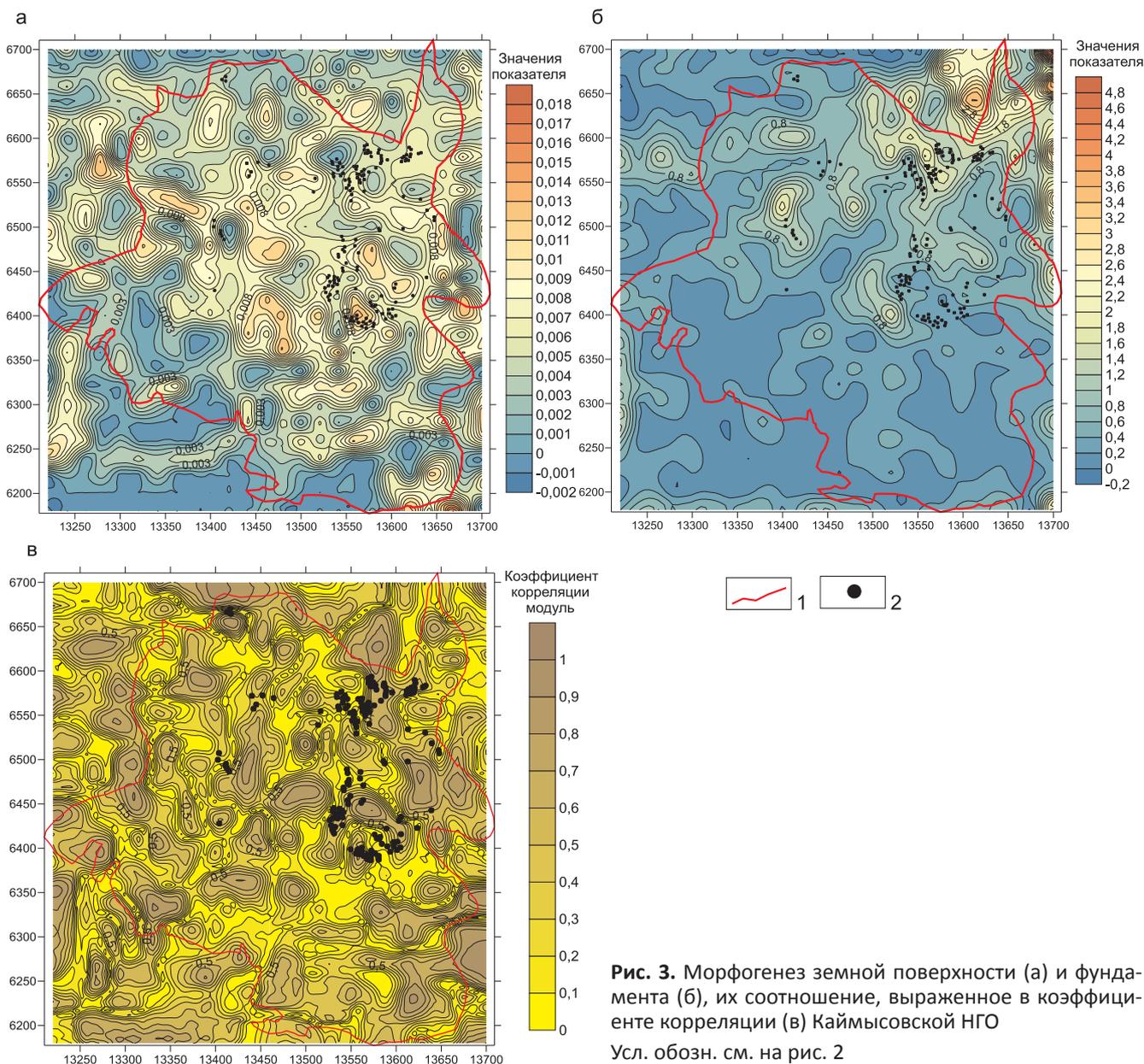
территории с максимальными значениями коэффициента корреляции отмечается унаследованный характер тектонических движений. Полученные результаты анализа позволили выделить лишь ограниченный по площади участок НГО с унаследованным развитием морфологии рельефа земной поверхности и фундамента. Для остальной территории отмечен незначительный характер унаследованного развития.

Выделенные площади, в пределах которых зафиксирован унаследованный характер развития морфологии земной поверхности и фундамента, могут быть увеличены за счет разработки критериев, позволяющих выявить тенденции в изменении форм рельефа. С этой целью исследовались морфогенетические особенности развития рельефа поверхности, которые на уровне взаимодействия морфологии и процессов, ее преобразующих, оценивались на основе анализа результирующего взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Данный подход позволил выяснить условия разви-

тия форм рельефа или их элементов как в индивидуальном (онтогенез), так и в историческом (филогенез) развитии.

С привлечением описанной технологии по показателям общего эрозионного расчленения рельефов земной поверхности и фундамента вычислен коэффициент корреляции, который отражает морфогенетические особенности развития анализируемых рельефов (рис. 3). В значениях показателя выделено пять градаций (табл. 2), которые объединены в три группы. Данная группировка значений показателя позволила осуществить сопоставление двух рельефов на основе анализа площадей с максимальными значениями  $K_k$  и установить изменения их унаследованного развития. Выявлено большее влияние современных движений на морфологию. Так, если площадь с максимальными значениями  $K_k$ , вычисленная по данным о морфологическом строении рельефа, составила 17,8 %, то по морфогенетическим – 37,6 %.

При модельных построениях большое значение придется проверке достоверности полученных дан-



**Рис. 3.** Морфогенез земной поверхности (а) и фундамента (б), их соотношение, выраженное в коэффициенте корреляции (в) Каймысовской НГО  
Усл. обозн. см. на рис. 2

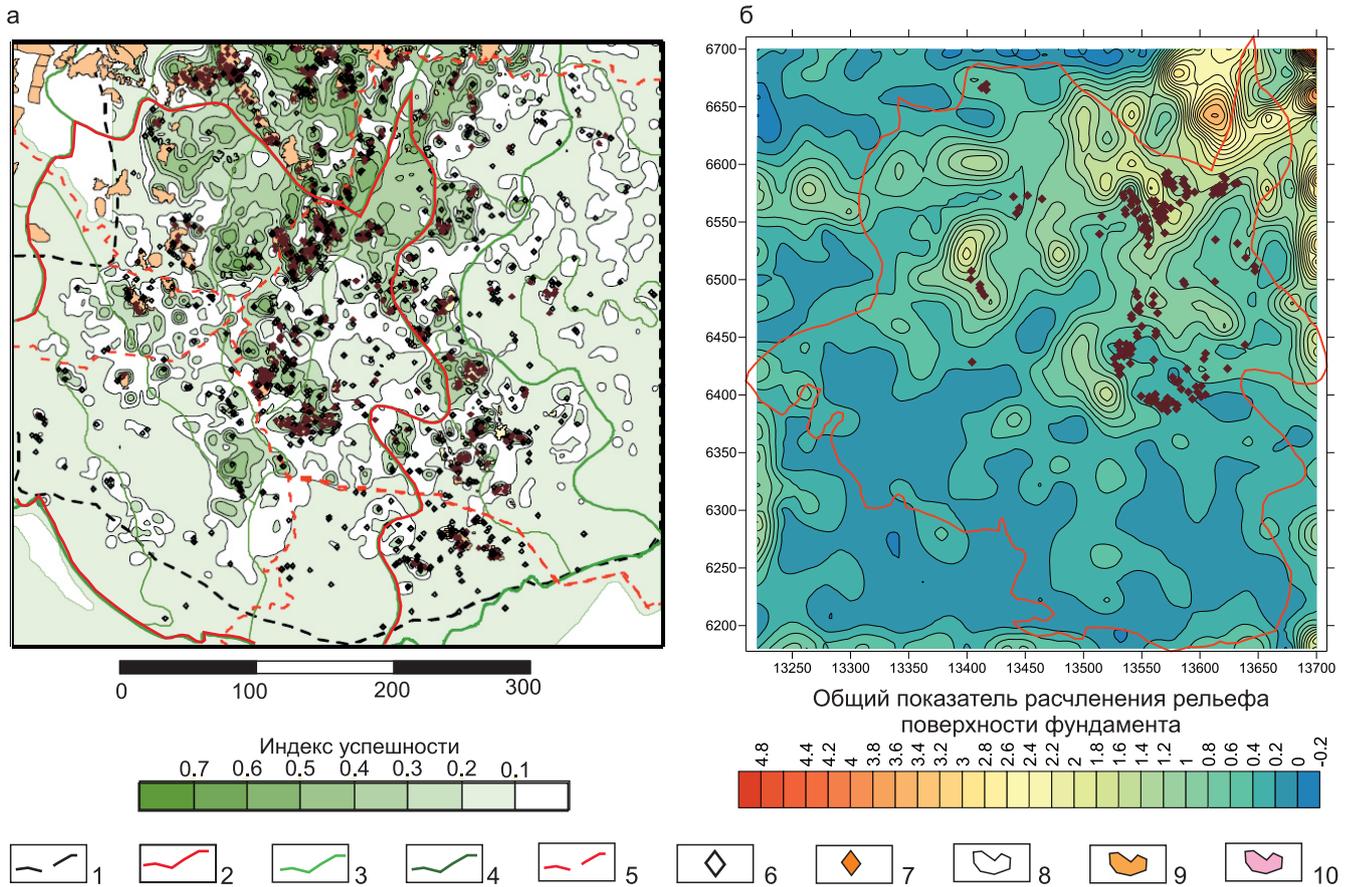
**Таблица 2**

Распределение площадей по степени взаимозависимости рельефов земной поверхности и фундамента по морфогенетическим особенностям их развития

Группа значений $K_k$	Интервал значений $K_k$	Число встречаемости значений $K_k$	Площади, соответствующие определённому интервалу значений показателя, %
Сильная	1,0–0,8	1460	15,9
	0,8–0,6	1991	21,7
Средняя	0,6–0,4	2002	21,6
	0,4–0,2	1845	20,1
Слабая	0,2–0,0	1902	20,7

ных. Их верификация осуществлялась с использованием известного индекса успешности поисково-разведочного бурения в верхнеюрском комплексе [1]. При сопоставлении выделенных морфогенетических особенностей развития рельефа фундамента и индекса успешности поисково-разведочного бурения в верхнеюрском комплексе отмечены определенные соответствия (рис. 4). Для юго-западной части Кай-

мысовской НГО минимальные значения обоих показателей подтверждают ранее спрогнозированные невысокие перспективы нефтегазоносности изучаемого комплекса, а на остальной территории отмечены увеличение значений анализируемых показателей и их приуроченность к продуктивным скважинам, вскрывшим верхнеюрские отложения. Это подтверждает достоверность полученных данных.



**Рис. 4.** Индекс успешности поисково-разведочного бурения в верхнеюрском НГК [1] (а) и общий показатель морфологического расчленения рельефа поверхности фундамента (б) Каймысовской НГО

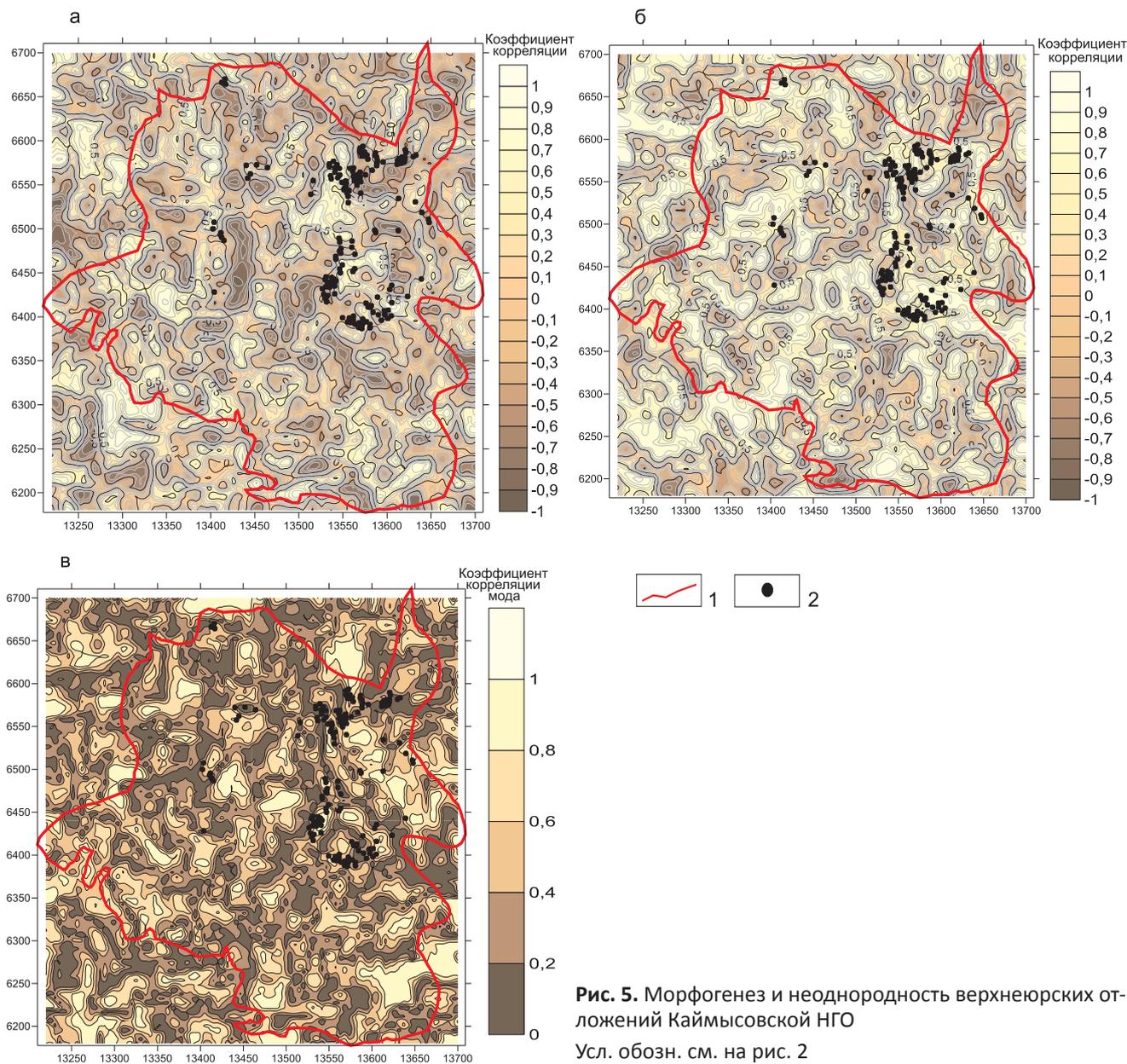
1–5 – границы: 1 – распространения НГК, 2 – НГО, 3 – НГР, 4 – НГП, 5 – административные; 6–7 – скважины, вскрывшие: 6 – верхнеюрские отложения, 7 – верхнеюрские отложения с положительным результатом; 8–10 – месторождения: 8 – нефтяные, 9 – нефтегазовые, 10 – газовые

Полученные результаты и отмеченные особенности тектонического строения, отражающиеся в разрезе Каймысовской НГО (см. рис. 1), позволили разработать алгоритм оценки влияния неравномерности проявления современных движений на верхнеюрский НГК. Он состоит из нескольких этапов. На первом этапе, определив взаимосвязь развития рельефов земной поверхности и фундамента, которая отражает реакцию мезокайнозойского чехла на современные движения, мы предположили, что кровля верхнеюрских отложений также реагирует на них. На втором этапе мы исходили из допущения того, что это влияние может быть различным как со стороны рельефа земной поверхности, так и фундамента и воздействовать на неоднородности развития верхнеюрских отложений. Реализация описанного алгоритма позволила установить реакцию верхнеюрских отложений на современные движения, фиксирующиеся в чехле (рис. 5).

При сопоставлении рельефов земной поверхности и фундамента мезо-кайнозойского чехла выделены морфологические и морфогенетические особенности их развития, которые в большей степени отражают основные тенденции в изменении режима тектонических движений и позволяют оце-

нить их неравномерность. Она проявляется во взаимном наложении областей проявления новейших и современных процессов разной интенсивности. При этом соотношения данных движений могут быть различны. Если максимальные, средние или минимальные значения амплитуд неотектонических и современных движений двух рельефов совпадают, то отмечается унаследованный характер их проявления, в противном случае фиксируется его неравномерность. Наибольший интерес вызывает приуроченность продуктивных скважин к районам, в пределах которых совпадают средние значения амплитуд неотектонических движений с минимальными или максимальными значениями современных движений. В первом случае предполагается, что на завершающей стадии неотектонического этапа тектонические движения способствуют сохранности залежей нефти и газа, а во втором – их разрушению.

Неравномерность проявления тектонических движений на завершающей стадии развития мезо-кайнозойского чехла рассмотрена на основе совместного анализа амплитуд неотектонических движений и деятельности современных рельефообразующих процессов. Для верхнеюрского НГК Каймысовской НГО осуществлено сопоставление

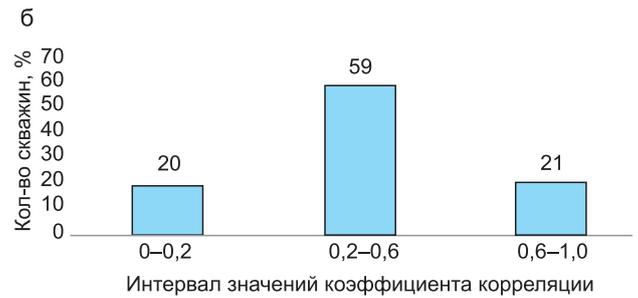
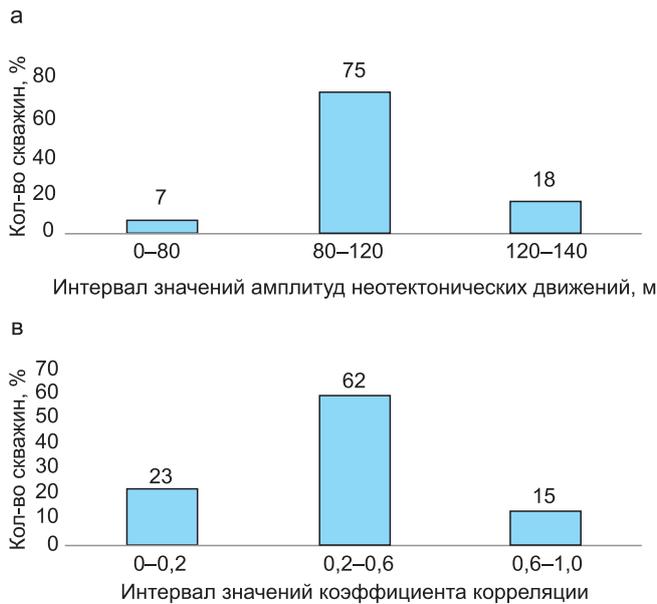


**Рис. 5.** Морфогенез и неоднородность верхнеюрских отложений Каймысовской НГО  
Усл. обозн. см. на рис. 2

продуктивных скважин с интенсивностью неотектонических и современных движений, что позволило оценить их влияние на расположение продуктивных скважин в верхнеюрских отложениях (рис. 6). Продуктивные скважины, испытывающие влияние современных процессов (см. рис. 6, б, в), сгруппировались в соответствии с ранее выявленной взаимозависимостью месторождений нефти и амплитудами неотектонических движений [14], которая подтверждена настоящим исследованием (см. рис. 6, а). Большинство продуктивных скважин сгруппировалось в районе средних значений показателей. Однако для переходов между районами отмечены различия. При неотектонических движениях средние и высокие значения показателя контролируют 93 % изучаемых скважин, а для современных – 80 %. Это свидетельствует об увеличении числа нефтяных скважин, приуроченных к участкам с незначительной интенсивностью современных процессов.

Заметное, почти в 3 раза (7 % против 20 %) большее увеличение области незначительной активизации современных процессов относительно аналогично выделенной по неотектоническим движениям происходит не за счет изменений в зонах их активного проявления (18 % против 21 %), а за счет изменений в областях их типичных значений (75 % против 59 %).

На рис. 5, в показано пространственное расположение продуктивных скважин верхнеюрских отложений, испытывающих влияние современных движений, а на рис. 6 приведены диаграммы их встречаемости. Наибольший интерес вызвал анализ встречаемости продуктивных скважин, находящихся в районе с максимальными значениями интенсивности современных движений как в верхнеюрских отложениях, так и в пределах всего объема мезокайнозойского чехла. Отмечено их уменьшение на 6 % (21 % против 15 %). Полученные результаты позволили предположить, что уменьшение числа сква-



**Рис. 6.** Приуроченность продуктивных скважин верхнеюрского НГК Каймысовской НГО к зонам проявления неотектонических движений и современных процессов в пределах мезо-кайнозойского чехла

Влияние на мезо-кайнозойский чехол: а – неотектонических движений, б – морфогенетических особенностей развития рельефов земной поверхности и фундамента; в – влияние на верхнеюрский НГК морфогенетических особенностей развития рельефов земной поверхности и фундамента

жин данной группы связано с неоднородностями в верхнеюрских отложениях.

### Обсуждение результатов

В пределах Каймысовской НГО специфические особенности тектонического строения мезо-кайнозойского чехла отражены в неравномерности проявления неотектонических движений во времени. Для Западно-Сибирской геосинеклизы в рамках гипотезы об унаследованном характере проявления тектонических движений отмечается единство процесса образования разломов на границе верхней юры и мела (большая часть разломов постюрского времени не имеет структурного выражения в неогене) и процессов, определенных на основе анализа взаимозависимости между рельефами фундамента и верхнеюрского НГК, а также земной поверхности и верхнеюрского НГК.

В настоящее время общепризнанно, что в развитии рельефа Земли неотектонические движения проявляются неравномерно во времени. Разработка методов оценки этой неравномерности позволяет получить дополнительный критерий, который может быть использован при поиске перспективных на нефть и газ участков. В период интенсивных нефтепоисковых работ неравномерность в развитии мезо-кайнозойского чехла за неоген-четвертичный период, являющаяся индикатором активизации глубокопогруженных геологических тел, оценивалась на основе анализа морфологии рельефа земной поверхности и ряда опорных структурных горизонтов [2], но между структурами не было установлено существенных пространственных взаимозависимостей.

На первом этапе работ на основе установления взаимозависимости между морфологией фундамента и рельефа земной поверхности мы провели оценку унаследованного развития в пределах мезо-кайнозойского чехла, которая, как и в работах предшественников, оказалась невысокой [2].

На втором этапе анализировались не морфологические, а морфогенетические особенности рельефа. Морфогенетический подход, основанный на анализе современных рельефообразующих процессов, позволил выявить современную составляющую неотектонических движений, установить неравномерность их проявления во времени и использовать полученные данные при локализации перспективных на нефть и газ районов. Сопоставление результатов морфогенетического и морфологического исследований, направленных на выяснение закономерностей развития рельефов земной поверхности и фундамента, позволило обнаружить существенный – почти в 2 раза (17,8 % против 37,6 %) – прирост тесно взаимосвязанных площадей. Различия объясняются консерватизмом в развитии рельефа земной поверхности по отношению к процессам, его преобразующим, поскольку любые внешние воздействия на него в первую очередь влияют на изменения процессов, а затем уже на ее морфологические особенности.

Взаимодействие выявленных морфогенетических особенностей развития рельефа и морфологии мезо-кайнозойского чехла как проявление системных свойств геосреды имеет аналогию в областях, казалось бы, совершенно иной природы, например, с мышечной деятельностью человека. Так, мышцы – активная часть двигательного аппарата. Благодаря их деятельности осуществляется: 1) все многообразие движений между звеньями скелета (туловищем, головой, конечностями); 2) перемещение тела человека в пространстве (ходьба, бег, прыжки и вращения); 3) фиксация частей тела в определенных положениях (сохранение вертикального положения). Любое изменение состояния или положения тела предопределяется деятельностью мышц. Это соответствует представлениям И. Р. Пригожина [16], который высказывался о едином законе самоорганизации в живой и неживой природе.



Осуществлена оценка достоверности полученных результатов. Они хорошо согласуются с ранее проведенными исследованиями [1]. Так, незначительной активизации рельефа фундамента в юго-западной части Каймысовской НГО соответствует минимальный индекс успешности поисково-разведочного бурения [1], что подтверждает существенное влияние глубинных тектонических движений на размещение продуктивных скважин. Интерпретация полученных данных может быть различной. С одной стороны, можно предположить, что группировка продуктивных скважин, характеризующая области нефтегазонакопления, происходит за счет миграции углеводородов под действием новейших и современных движений. С другой стороны, современные движения – это результат унаследованной деятельности тектонических движений глубокопогруженных структур, которые с разной степенью интенсивности проявлялись при формировании мезо-кайнозойского чехла. Вне зависимости от точки зрения рельефообразующие процессы отражают современное состояние мезо-кайнозойского чехла и современное расположение областей нефтегазонакопления, а определение характера унаследованного развития мезо-кайнозойского чехла от интенсивности тектонических движений требует дополнительных исследований [5–7]. На основе сопоставления полученных данных с индексом успешности поисково-разведочного бурения, который был рассчитан по нескольким показателям (мощность песчаных тел, скорость осадконакопления и др.), можно только предположить незначительную тектоническую активизацию в юго-западной части Каймысовской НГО на протяжении формирования мезо-кайнозойского чехла.

Установленные в работе взаимозависимости между морфогенетическими особенностями развития рельефов изучаемых поверхностей подтвердили специфичность проявления тектонических движений в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы и при сопоставлении с пространственным распределением продуктивных скважин изучаемого комплекса позволили внести коррективы в процесс выделения перспективных нефтегазоносных районов.

## Выводы

В результате проведенных исследований осуществлен морфогенетический анализ отложений мезо-кайнозойского чехла, который позволил детализировать наши представления о неравномерном проявлении неотектонических движений и его влиянии на нефтегазоносность верхнеюрских отложений Каймысовской НГО.

В указанной НГО выполнено сопоставление данных о современной активизации мезо-кайнозойского чехла с индексом успешности поисково-разведочного бурения в верхнеюрском НГК. Индекс рассчитан на основе анализа толщины аргиллитов георгиевской свиты, коэффициента пес-

чанности горизонта Ю<sub>1</sub>, нормированной оценки масштабов аккумуляции и суммарной толщины песчаных пачек Ю<sub>11</sub> и Ю<sub>12</sub>, что позволило подтвердить незначительную перспективность ее юго-западной части. Вероятно, на протяжении достаточно длительного периода формирования здесь отложений чехла отсутствовали интенсивные тектонические движения, которые не способствовали скоплению углеводородов.

Для нефтегазоносных перспективных районов на завершающей стадии неоген-четвертичного этапа развития мезо-кайнозойского чехла установлена неравномерность проявления неотектонических движений, свидетельствующая, с одной стороны, об уменьшении их интенсивности, а с другой – об увеличении дифференциации их проявления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бурштейн Л. М.** Методы количественной оценки перспектив нефтегазоносности (на примере седиментационных бассейнов Сибири): автореф. дис. ... д. г.-м. н. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 45 с.
2. **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. – Новосибирск, 1975. – С. 14–18.
3. **Волков Н. М.** Принципы и методы картометрии. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 258 с.
4. **Гмурман В. Е.** Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. метод. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 479 с.
5. **Гурари Ф. Г.** Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. – Л.: Гостоптехиздат, 1959. – 174 с.
6. **Конибир Ч. Э. Б.** Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел: пер. с англ. – М.: Недра, 1979. – 256 с.
7. **Корж В. М.** Палеогеографические критерии нефтегазоносности юры Западной Сибири. – М.: Недра, 1978. – 134 с.
8. **Лапин П. С.** Изменение элементов морфогенеза земной поверхности как инструмент эстетических преобразований рельефа // Рельеф и человек. – М.: Научный мир, 2007. – С. 65–71.
9. **Лапин П. С.** Морфологическое моделирование при решении задач современного геоморфогенеза // Проблемы моделирования в геоморфологии. Подходы и методы: матер. Всесоюз. школы-семинара по геоморфологии. – Новосибирск: НГУ, 1990. – С. 40–49.
10. **Лапин П. С., Красавчиков В. О.** Морфометрические показатели при анализе направленности эрозионного расчленения рельефа // Геология и геофизика. – 1990. – № 10. – С. 105–114.
11. **Макеев В. М., Григорьева С. В.** Структурно-геодинамические условия области сочленения юж-



ной части Сибирских платформ и Алтае-Саянского орогена // Геозология. – 2015. – № 1. – С. 47–57.

12. Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 270 с.

13. Николаев Н. И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. – М.: Недра, 1988. – 491 с.

14. Новейшая тектоника нефтегазоносных областей Сибири / ред. Н. А. Флоренсов, И. П. Варламов. – М.: Недра, 1981. – 239 с.

15. Новейшая тектоника Северной Евразии: объяснительная записка к карте новейшей тектоники Северной Евразии масштаба 1:5 000 000 / под ред. А. Ф. Грачева. – М.: Геос, 1998. – 147 с.

16. Пригожин И. Р. От существующего к возникающему. – М.: Наука, 1985. – 328 с.

17. Салманов Ф. К. К вопросу о времени формирования нефтяных месторождений Сургутского свода // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1969. – № 10. – С. 3–7.

18. Структурно-геодинамические условия Москвы / С. В. Григорьева, В. М. Макеев, И. В. Коробова, В. С. Крылова // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 2. – С. 27–35.

19. Тевризское газоконденсатное месторождение // Вокруг газа: сетевой журнал. – 2013. – Точка доступа: <http://www.trubagaz.ru/gkm/tevrizskoe-gazokondensatnoe-mestorozhdenie> (дата обращения 20.11.2016).

20. Филосовов В. П. Методика вычисления и геолого-геоморфологическая интерпретация коэффициента расчлененности рельефа // Вопросы морфометрии: сб. науч. тр. Вып. 2 – Саратов: Изд-во ун-та, 1967. – С. 112–147.

21. Хилько А. П. Прогноз нефтегазоносности северо-востока Западно-Сибирской плиты на основе неотектонических и геохимических методов: автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2004. – 23 с.

22. Худяков Г. И., Знаменщиков Г. И. Карта и картограмма показателя интенсивности эрозионных процессов // Вопросы картографии: сб. науч. тр. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. – С. 56–67.

## REFERENCES

1. Burshteyn L.M. *Metody kolichestvennoy otsenki perspektiv neftegazonosnosti (na primere sedimentatsionnykh basseynov Sibiri)*. Avtoref. dokt. dis. [Methods of quantitative assessment of petroleum potential by the example of sedimentary basins of Siberia]. Author's abstract of DSc thesis]. Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2011. 45 p. (In Russ.).

2. Varlamov I.P., Yakimenko E.L. [Results of correlation relationships of present-day relief and relief of several structural horizons of the West Siberian Plain] *Strukturno-geomorfologicheskie issledovaniya v Sibiri i na Dal'nem Vostoke* [Structural and geomorphological studies of Siberia and the Far East]. Novosibirsk, 1975, pp. 14–18. (In Russ.).

3. Volkov N.M. *Printsipy i metody kartometrii* [Principles and methods of cartometry]. Moscow, AS USSR Publ., 1950. 258 p. (In Russ.).

4. Gmurman V.E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* [Theory of Probability and Mathematical Statistics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2004. 479 p. (In Russ.).

5. Gurari F.G. *Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya* [Geology and petroleum prospects of the Ob-Irtys interstream area. SNIIGGIMS proceedings]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1959. 170 p. (In Russ.).

6. Konibir Ch.E.B. *Paleomorfologiya neftegazonosnykh peschanykh* [Paleomorphology of petroleum sandbodies]. Moscow, Nedra Publ., 1979. 256 p. (In Russ.).

7. Korzh V.M. *Paleogeograficheskie kriterii neftegazonosnosti yury Zapadnoy Sibiri* [Paleogeographical criteria of the Jurassic petroleum potential of West Siberia]. Moscow, Nedra Publ., 1978, 134 p. (In Russ.).

8. Lapin P.S. [Transformation of morphogenesis elements of the earth surface as a tool for aesthetic relief changes]. *Rel'ef i chelovek* [Relief and Human Being]. Moscow, Nauchny Mir Publ., 2007, pp. 65–71. (In Russ.).

9. Lapin P.S. [Morphological modeling in modern geomorphogenesis] *Materialy Vsesoyuznoy shkoly-seminara po geomorfologii: Problemy modelirovaniya v geomorfologii. Podkhody i metody* [Proc. All-Soviet Union seminar on geomorphology. Modeling in geomorphology. Approaches and methods]. Novosibirsk, NSU Publ., 1990, pp. 40–49. (In Russ.).

10. Lapin P.S., Krasavchikov V.O. *Morfometricheskie pokazateli pri analize napravlenosti erozionnogo raschleneniya rel'efa* [Morphometric indices in the analysis of erosion dissection orientation]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1990, no. 10, pp. 105–114. (In Russ.).

11. Makeev V.M., Grigor'eva S.V. [Structural-geodynamical conditions of juncture area of the southern Siberian Platforms and Altay-Sayan orogen] *Geoekologiya – Geoecology*, 2015, no. 1, pp. 47–57. (In Russ.).

12. Nikolaev N.I. *Neotektonika i ee vyrazhenie v structure i rel'efe territorii SSSR* [Neotectonics and its expression in the structure and relief of the USSR territory]. Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 1962. 270 p. (In Russ.).

13. Nikolaev N. I. *Noveyshaya tektonika i geodinamika litosfery* [Recent tectonics and geodynamics of the lithosphere]. Moscow, Nedra Publ., 1988. 491 p. (In Russ.).

14. Florensov N.A. *Noveyshaya tektonika neftegazonosnykh oblastey Sibiri* [Recent tectonics of the oil-and-gas-bearing areas of Siberia]. Moscow, Nedra Publ., 1981. 239 p. (In Russ.).

15. Grachev A.F., ed. *Noveyshaya tektonika Severnoy Evrazii. Ob'yasnitel'naya zapiska k karte noveyshey tektoniki Severnoy Evrazii masshtaba 1:5000000* [Recent neotectonics of Northern Eurasia. Explanatory



Note to the map of recent neotectonics of Northern Eurasia, scale of 1:5000000]. Moscow, GEOS Publ., 1998. 147 p. (In Russ.).

16. Prigozhin I.R. *Ot sushchestvuyushchego k voznikayushchemu* [From present to arising]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 328 p. (In Russ.).

17. Salmanov F.K. [Towards the time of formation of the Surgut arch oil fields]. *Neftegazovaya geologiya i geofizika – Petroleum geology and geophysics*, 1969, no. 10, pp. 3–7. (In Russ.).

18. Grigoryeva S.V., Makeev V.M., Korobova I.V., Krylova V.S. [Structural and geodynamical conditions of Moscow city]. *Razvedka i okhrana nedr – Exploration and protection of mineral resources*, 2013, no. 2, pp. 27–35. (In Russ.).

19. *Tevrizskoe gazokondensatnoe mestorozhdenie* [Tevrizskoye gas condensate field]. Available at: <http://www.trubagaz.ru/gkm/tevrizskoe-gazokonden->

[satnoe-mestorozhdenie](http://www.trubagaz.ru/gkm/tevrizskoe-gazokonden-) (accessed 20 November 2016). (In Russ.).

20. Filosovov V.P. [Calculation technique and geological-geomorphological interpretation of ruggedness index]. *Voprosy morfometrii. Sb. trudov* [Issues of morphology. Proc. the Saratov State University]. Saratov, 1967, issue 2, pp. 112–147. (In Russ.).

21. Khil'ko A. P. *Prognoz neftegazonosnosti severo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity na osnove neotektonicheskikh i geokhimicheskikh metodov. Avroref. kand. diss.* [Prediction of oil and gas occurrence of the north-eastern West Siberian plate based on neotectonic and geochemical methods. Author's abstract of PhD thesis]. Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2004. 23 p. (In Russ.).

22. Khudyakov G.I., Znamenshchikov G.I. [Map and cartogram of index of erosive force processes]. *Voprosy kartografii* [Cartography issues]. Novosibirsk, AS USSR Publ., 1963, pp. 56–67. (In Russ.).

© П. С. Лапин, 2018