

*П. С. Лапин\**

## **Изучение реакции рельефа земной поверхности на глубинный эндогенный процесс (на примере Ковыктинского месторождения)**

<sup>1</sup>Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: LapinPS@ipgg.sbras.ru

**Аннотация.** Необходимость проведения данного исследования объясняется тем, что в отличие от глубокопогруженных геологических тел, рельеф земной поверхности формируется под действием рельефообразующего процесса как результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. В рельефообразующем процессе отражается суммарный эффект как вертикальной, так и горизонтальной составляющих в развитии рельефа. Актуальность исследования определялась поиском критерия, позволяющего в рамках неотектонического этапа развития рельефа дифференцировать суммарный эффект горизонтальной и вертикальной его составляющих. Метод основан на анализе количественных характеристик эрозионно-денудационного расчленения рельефа с привлечением общего показателя эрозионно-денудационного расчленения и показателя вреза речной сети относительно водораздела. В результате проведенных сопоставлений в рельефе земной поверхности установлено преобладание вертикальной составляющей глубинного эндогенного процесса, что позволило в пределах Ковыктинского месторождения сделать предположение об унаследованном проявлении неотектонических и современных процессов.

**Ключевые слова:** рельефообразующие процессы, новейшие движения, структурный план, Ковыктинское месторождение

*P. S. Lapin\**

## **Studying the response of the earth's surface relief to a deep endogenous process (using the example of the Kovyktinskoye field)**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Novosibirsk,  
Russian Federation  
\* e-mail: LapinPS@ipgg.sbras.ru

**Abstract.** The need to conduct this study is explained by the fact that, unlike deeply submerged geological bodies, the relief of the earth's surface is formed under the influence of a relief-forming process as a result of the interaction of endogenous and exogenous processes. The relief-forming process reflects the total effect of both vertical and horizontal components in the development of relief. The relevance of the study was determined by the search for a criterion that allows, within the framework of the neotectonic stage of relief development, to differentiate the total effect of its horizontal and vertical components. The method is based on the analysis of the quantitative characteristics of the erosion-denudation dissection of the relief using the general indicator of erosion-denudation dissection and the indicator of incision of the river network relative to the watershed. As a result of the comparisons carried out in the relief of the earth's surface, the predominance of the vertical component of the deep endogenous process was established, which allowed us to make an assumption within the Kovyktinskoye field about the inherited manifestation of neotectonic and modern processes.

**Keywords:** relief-forming processes, newest movements, structural plan, Kovyktinskoye field

### *Введение*

Настоящие исследования в пределах Ковыктинского месторождения являются продолжением ранее выполненных нами работ [1, 2] по выявлению неоднородностей глубокопогруженных геологических тел, которые фиксируются в рельефе земной поверхности в рельефообразующем процессе (рис.1).

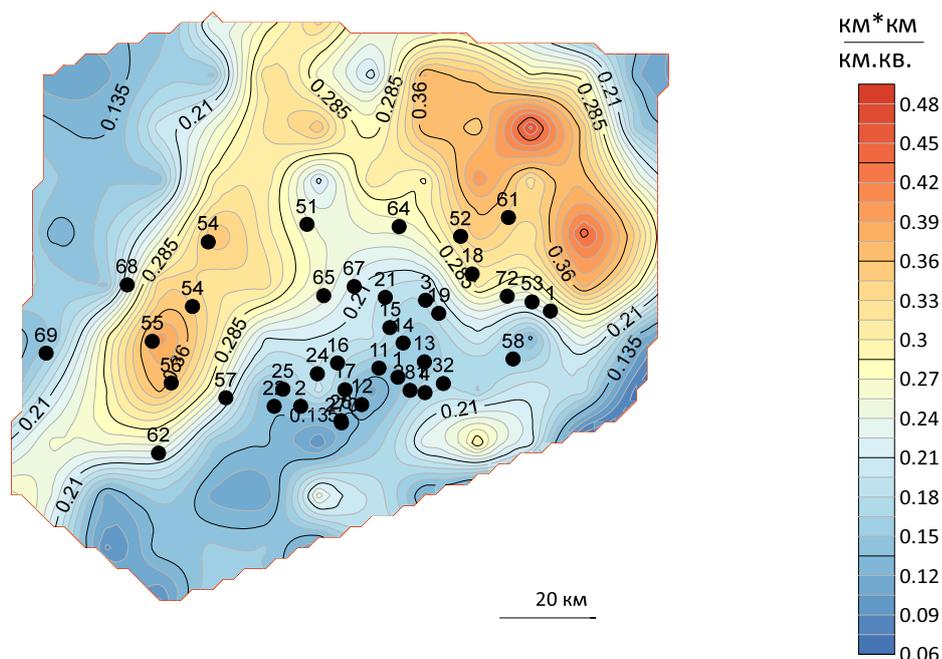


Рис. 1 Реакция современного рельефа земной поверхности на глубинный эндогенный процесс (значения показателя общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа) в пределах Ковыктинского месторождения

Мы исходили из предположения, что эндогенные процессы — процессы, связанные с энергией, возникающей в недрах Земли [3]. К эндогенным процессам относят тектоническое движение земной коры, магматизм, метаморфизм, сейсмическую активность [4]. Главными источниками энергии эндогенных процессов являются тепло и перераспределение материала в недрах Земли по плотности (гравитационная дифференциация). Тектонические движения земной коры контролируют развитие деформационных и миграционных процессов и играют важную роль в формировании (переформировании) залежей нефти и газа. Неотектонические движения оказывают влияние на развитие этих процессов за неоген-четвертичный этап геологической истории, что, в конечном счете, сказывается на современном пространственном размещении промышленных углеводородных скоплений. Эти предположения на протяжении 20 века подтверждались в 1969 году Геоморфологической комиссией по результатам ранее проведенных исследований [5] и В.Е. Хайным в статье, по-

священной деятельности Тектонической секции Ученого совета по проблемам геологии и геохимии нефти и газа [6].

Предложив вариант решения задачи - о возможной фиксации глубинного эндогенного процесса в рельефообразующем процессе, необходимо перейти к другой – выявлению унаследованного или не унаследованного характера проявления этого процесса от неотектонических движений. Выявление неравномерного проявления неотектонических движений является актуальной задачей, поскольку позволяет детализировать наши представления о существенной роли новейших движений в формировании крупных скоплений газа [7].

В своих исследованиях из всего многообразия показателей выбрали показатель вреза речной сети относительно водораздела. Он является универсальным для вычисления различных свойств современного рельефа. Его применяли для вычисления экзогенно-активного слоя [8], в пределах которого происходит вся деятельность современных процессов, а также «энергии рельефа» (потенциальной) [9], которой в пределах объекта исследования обладает рельеф. Обоснованность его применения в настоящей работе, как уже было сказано выше, объясняется тем, что он входит составной частью в формулу вычисления общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа.

Цель исследования состояла в выяснении характера проявления эндогенного процесса в пределах неотектонического этапа развития рельефа, что позволило осуществить оценку неравномерности неотектонических движений.

### ***Метод исследования***

Методы исследования включали выбор морфометрического показателя и площади элементарной ячейки в пределах объекта исследования, построение схемы площадного распространения значений выбранного показателя и сопоставление этих результатов с ранее полученными данными об эрозионно-денудационном расчленении рельефа.

Из всего многообразия показателей был выбран показатель вреза речной сети относительно водораздела, поскольку он входит составной частью в формулу вычисления общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа. Напомним, что общий показатель эрозионно-денудационного расчленения вычисляется как произведение показателей густоты и глубины эрозионно-денудационного расчленения рельефа. В границах Ковыктинского месторождения для вычислений значений морфометрических показателей был выбран квадрат со стороной 5 км. Обязательным условием являлось наличие в его пределах морфологической триады: водораздел – склон – днище долины. Именно эту триаду описывают морфометрические показатели. Схема значений показателя вреза речной сети относительно водораздела была построена средствами Surfer 16. Сопоставления проводились на вербальном уровне.

### ***Результаты и их обсуждение***

Схема вреза речной сети относительно водораздела, которая характеризует в рельефе вертикальную составляющую глубинного эндогенного процесса по-

строена стандартными методами в пакете Surfer 16 (рис. 2). Если обратиться к первоисточникам, то размерность значений показателя имеет вид: км/км. кв. или м/км. кв. Однако, площадь квадрата (морфотипа) на которые разбивается исследуемая территория обычно всегда постоянна, и в своих вычислениях многие исследователи её не учитывают, в том числе и мы. В наших вычислениях значения показателя приобретают размерность м.

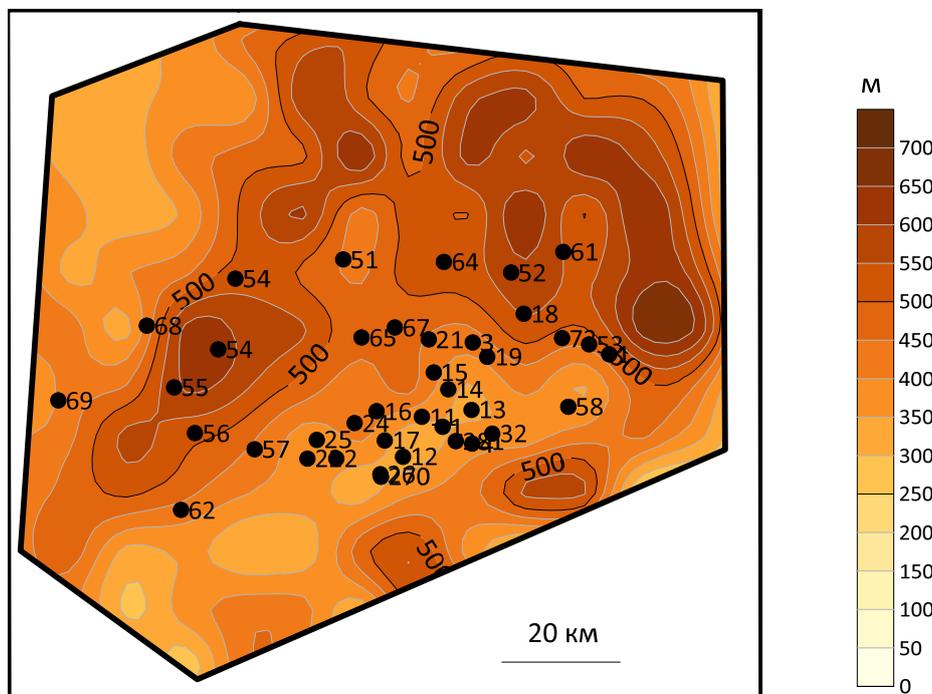


Рис. 2 Схема вертикальной составляющей значений общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа в пределах Ковыктинского месторождения

На следующем этапе исследования были сопоставлены схемы общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа (рис.1) и вреза речной сети относительно водораздела (рис.2). По результатам сопоставления можно отметить хорошую площадную сходимость схем, что свидетельствует о существенном вкладе вертикальной составляющей эндогенного процесса в общий показатель.

На заключительном этапе на качественном уровне предложен вариант оценки неравномерного проявления неотектонических движений в пределах Ковыктинского месторождения. На рис.3а представлена схема проявления тектонических движений за весь неоген-четвертичный этап развития рельефа. Следует отметить, что территории месторождения соответствует области равных значений неотектонических движений. Амплитуда неотектонических движений составляет 500 м. Понятно, что тектонические движения за весь этот этап (25 млн. л.) развиваются неравномерно и эту неравномерность мы оценили при сопоставлении с тектоническими движениями, которые направлены на формирование со-

временного рельефа на завершающей стадии его развития. Для этого воспользовались результатами ранее построенной схемы районирования территории Ковыктинского месторождения по значениям общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа. Сопоставление их с полученными нами данными о деятельности глубинного современного эндогенного процесса позволило сделать вывод о неравномерном проявлении неотектонических движений в пределах изучаемой области (рис.3б).

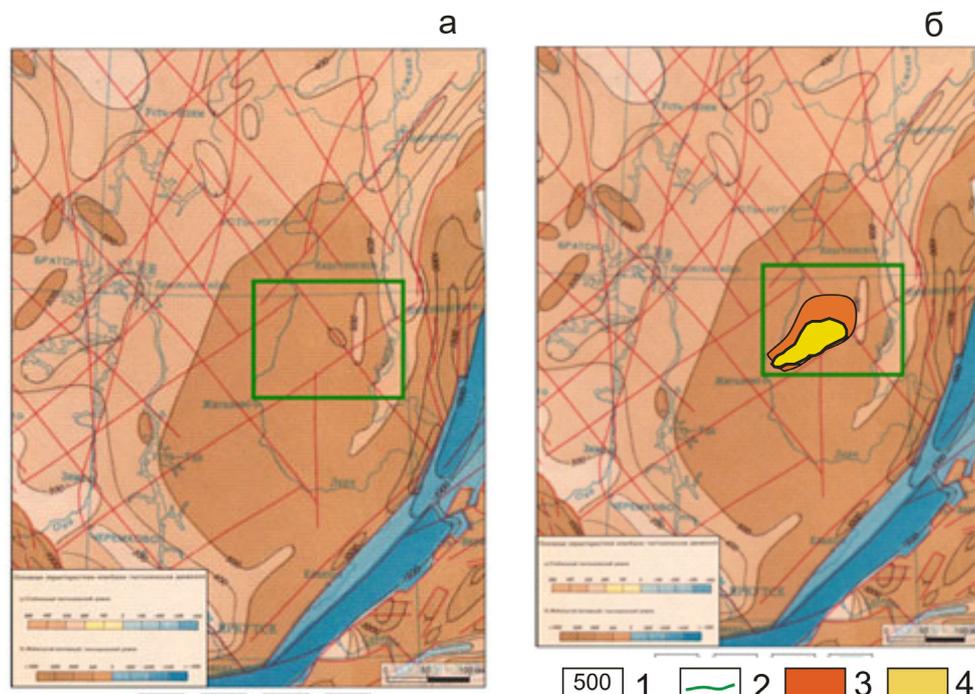


Рис.3 Фрагмент карты неотектоники (а) и сопоставление её с выявленными современными движениями земной поверхности в пределах Ковыктинского месторождения (б). 1- значения амплитуд неотектонических движений, 2 – лицензионный участок Ковыктинского месторождения, 3 – район проявления интенсивных современных процессов, 4 - район незначительной активизации современных процессов.

### *Заключение*

В результате проведенных исследований, основанных на анализе количественных характеристик эрозионно-денудационного расчленения рельефа с привлечение общего показателя эрозионно-денудационного расчленения и показателя вреза речной сети относительно водораздела, рассчитанных в пределах Ковыктинского месторождения, можно отметить, что в развитии рельефа существенное значение имеет вертикальная составляющая современных тектонических движений, позволившая сделать предположение об унаследованном проявлении неотектонических и современных процессов. Качественное сопоставление результатов неотектонических движений и происходящих на современном этапе развития рельефа при общей их тенденции к унаследованному развитию

отмечается их неравномерность, которая благоприятно сказывается на сохранности углеводородов.

### ***Благодарности***

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований (ФНИ) №FWZZ-2022-0008

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лапин П.С. Современные тектонические движения как предопределяющий фактор формирования и сохранности скоплений газа (на примере Ковыктинского месторождения) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь - "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Материалы XVIII международной научной конференции (г. Новосибирск, 18-20 мая 2022 г.) – ИНГГ СО РАН – Новосибирск – том Т. 2 – № 1 – С. 145-152 – 2022
2. Лапин П.С. Неравномерный характер проявления неотектонических движений земной коры как индикатор неоднородности нижнеангарской свиты Ковыктинского месторождения // Нефтегазовое дело – том 19 - №6 – С. 6-12 -2021
3. Эндогенные процессы // Геологический словарь: [в 3 т.]/гл. ред. О.В. Петров. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2010-2012.
4. Тимофеев Д.А., Г.Ф. Уфимцев, Ф.С. Онухов. Терминология общей геоморфологии/Геоморфологическая комиссия АН СССР. Институт географии РАН; отв. Ред. Д.В. Борисевич. – М.: Наука, 1977. – С. 88. – 200 с.
5. Кулаков Ю.Н., Ласточкин А.Н. VIII Пленум Геоморфологической комиссии АН СССР. //Геоморфология и палеогеография, №2, 1070 – с. 96-103.
6. Хаин В.Е. Нефтегазоносность и тектоника// Геология нефти и газа, № 10, 1998 – с. 5-11.
7. Конторович А.Э. Ресурсы свободного газа территории и акватории северной части уникального Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна. В сб.: Повышение эффективности освоения газовых месторождений Крайнего Севера. М.: Наука, 1997. С.124-138.
8. Якименко Э.Л. Морфометрия рельефа и геология / Отв. ред. д. ф.-м. н. А.Н. Дмитриев. - Новосибирск: Наука. СО АН СССР, 1990. - 201 с.
9. Кузнецов А.С. Энергетический подход в геоморфологическом картографировании// Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 6

© П. С. Лапин, 2024