

4  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Оренбургская область  
Урочище Петровские сосны  
Вельмовский П.В.



2023

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© Коллектив авторов, 2023

УДК 550.8:681.5

Ю.Р. Владов, М.Ю. Нестеренко, Н.В. Соломатин, В.С. Белов, М.Ю. Тихова

## **СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕДР РАЗРАБАТЫВАЕМОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

Подверженность территорий разрабатываемых месторождений углеводородов воздействию аномальной геодинамики может привести при определенных условиях к тяжелым последствиям для человека и среды его обитания. Необходим сейсмологический контроль геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов, включающий в себя ряд операций, от установки сейсмических станций, объединения их в сейсмологическую сеть и выбора геодинамических показателей до определения модуля вектора, нормированного по количеству выделенных аномальных участков, назначения допустимой величины и при ее превышении формирования соответствующей информации для принятия управленческих решений. Приведены результаты его апробации на модельной зоне.

*Ключевые слова:* сейсмологический контроль, геодинамическая активность, разрабатываемое месторождение углеводородов.

---

---

*Y.R. Vladov, M.Y. Nesterenko, N.V. Solomatin, V.S. Belov, M.Y. Tikhova*

## **SEISMOLOGICAL CONTROL OF GEODYNAMIC ACTIVITY OF THE SUBSOIL OF THE DEVELOPED HYDROCARBON DEPOSIT**

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Geoecology Department), Orenburg, Russia

The exposure of the territories of the developed hydrocarbon deposits to the influence of anomalous geodynamics can lead, under certain conditions, to severe consequences for humans and their habitat. Seismological control of geodynamic activity of the subsurface of the hydrocarbon deposit under development is required, which includes a number of operations, from the installation of seismic stations, combining them into a seismological network and selecting geodynamic indicators to determining the vector modulus normalized by the number of identified anomalous areas, assigning an acceptable value and, if exceeded, forming appropriate information for managerial decision-making. The results of its testing on the model zone are presented.

*Key words:* seismological control, geodynamic activity, hydrocarbon deposit under development.

## Введение

В работах многих авторов [1-5] показана геодинамическая опасность объектов в виде подверженности территорий разрабатываемых месторождений углеводородов воздействию современной аномальной геодинамике (ГД) недр, приводящей при определенных условиях к тяжелым последствиям для человека и среды его обитания. Протекающие в настоящее время высокоинтенсивные сейсмические и деформационные процессы имеют техногенно-природное происхождение. В некоторых работах [6-9] описан механизм формирования обширных просадок земной поверхности территории разрабатываемых месторождений углеводородов (УВ), дана оценка современной аномальной деформационной активизации разломов, показано, что для нефтегазовых объектов наибольшую опасность создают деформационные процессы в зонах современных активных разломов. Проблема обострена отсутствием технологии контроля ГД активности разрабатываемых месторождений УВ.

В нашей работе [10] рассмотрены различные аспекты ГД верхней части земной коры в районах добычи нефти и газа с анализом геологического строения, газодинамической и гидрологической обстановок в естественных и антропогенно измененных условиях. Выявлены факторы, влияющие на ГД и сейсмическую активность нефтегазоносных территорий и сформулированы принципы ГД и сейсмического мониторинга в районах добычи нефти и газа. Повышению геодинамической безопасности разрабатываемых месторождений углеводородов нефтегазоносного бассейна посвящена работа [11]. В ней представлена разработанная методика построения распределения геодинамического состояния недр разрабатываемых месторождений УВ нефтегазоносного бассейна и выявления соответствующего закона распределения с использованием уникальных данных. Она основана на построении агрегированных аддитивных моделей для каждого продуктивного пласта и каждого разрабатываемого месторождения. Реализация рассмотрена на примере нефтегазоносного бассейна в западной части Оренбургской области с месторождениями нефти и газа (Волго-Уральская и Прикаспийская нефтегазоносные провинции).

Изобретение [12] относится к области классификации геодинамического состояния разрабатываемых месторождений УВ нефтегазоносного бассейна и может быть использовано для идентификации геодинамического состояния продуктивных пластов и разрабатываемых месторождений и выявления опасных процессов ГД. Достигается повышение эффективности

оценки геодинамического состояния множества разрабатываемых месторождений УВ нефтегазонасного бассейна. Однако контроль геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения УВ указанная технология обеспечить не может. В работе [13] отмечается, что при подземных ударах и колебаниях земной коры, вызванных естественными и искусственными причинами, возможны сильные горизонтальные и вертикальные деформации грунтов, что может стать причиной катастроф в природных компонентах и аварийных ситуаций в крупномасштабных техногенных объектах. Поэтому, организации, добывающие УВ, для мониторинга за сейсмической активностью вынуждены проектировать и устанавливать сейсмологические сети. Они представляют собой датчики, объединенные в сеть и установленные в зоне объекта. Датчики работают под управлением сейсмостанций, которые обеспечивают сбор, обработку и передачу данных о сейсмической обстановке на централизованный вычислительный узел. В указанной статье приведен анализ сейсмологических сетей для мониторинга состояния техногенных объектов и предложен метод, с помощью которого идентифицируют геодинамическую активность недр УВ месторождения за счет организации сейсмологической сети с измерением и интегрированием выделяющейся энергии и определением аномальных участков, на которых затем сейсмологическую сеть реконструируют.

В работе [14] предложена технология, необходимая при мониторинге геофизических процессов. Проанализированы известные технические решения в этой области и рассмотрены основные операции соответствующей технологии, которая реализована на модельной зоне Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения с определением технико-экономических преимуществ.

Известна также технология идентификации зон геодинамической опасности сооружений, относящаяся к области строительства и эксплуатации подземных и наземных сооружений и предназначенная для изучения строения современной ГД земной коры с осуществлением прогноза степени активизации деформационных процессов при поиске, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых [15]. Технология предусматривает проведение наземных и/или спутниковых повторных геодезических измерений земной поверхности в наблюдательных пунктах с одновременным измерением вертикальных и горизонтальных смещений, далее определяют ампли-

туды вертикальных и горизонтальных аномальных смещений земной поверхности, определяют величины относительных вертикальных и горизонтальных деформаций, по величинам которых судят об опасности для подземного или наземного сооружения, расположенного на этом участке земной поверхности. Технология направлена на повышение надежности строительства и безопасности эксплуатации сооружений с необходимостью повторных геодезических измерений земной поверхности в наблюдательных пунктах, но контролировать геодинамическую активность недр разрабатываемого месторождения углеводородов с ее помощью не представляется возможным, что является основным ее недостатком.

В целом, проведенный анализ актуальности проблемы и известных технологий позволяет сформулировать цель – повышение геодинамической безопасности за счет разработки соответствующей технологии контроля геодинамической активности.

Поставленная цель требует решения ряда задач. В настоящей статье, в частности, нашли отражение решение двух задач: 1) разработать основные операции технологии контроля геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения УВ; 2) провести апробацию технологии. Рассмотрим решение указанных задач.

### **1. Основные операции технологии контроля.**

Основные операции технологии контроля геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения УВ отображены на функциональной схеме (рис. 1): 1 - устанавливают сейсмические станции; 2 - регистрируют с их помощью сейсмические сигналы; 3 - объединяют сейсмические станции в сейсмологическую сеть из расчета не менее трех станций на 10000 км<sup>2</sup>; 4 - интегрируют данные о сейсмической активности недр разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностью от техногенных и природных событий; 5 - задают пороговое значение выделившейся сейсмической энергии на 10000 км<sup>2</sup>; 6 - сравнивают интегрированные данные с заданным пороговым значением; 7 - если порог не превышен, то продолжают интегрировать данные, а если превышен, то проводят геодинамическое районирование недр разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностями с разрешением не более 100 км<sup>2</sup>; 8 - выделяют участки с аномально высокой геодинамической активностью; 9 - уплотняют сейсмологическую сеть на участках с аномально высокой геодинамической активностью за счет добавления на каждом не

менее двух сейсмических станций с их размещением на расстоянии от 3 до 5 км друг от друга; 10 - находят сейсмически активные структуры геологической среды разрабатываемого месторождения УВ; 11 - с учетом найденных сейсмически активных структур определяют деформации земной поверхности на выделенных участках месторождения УВ;

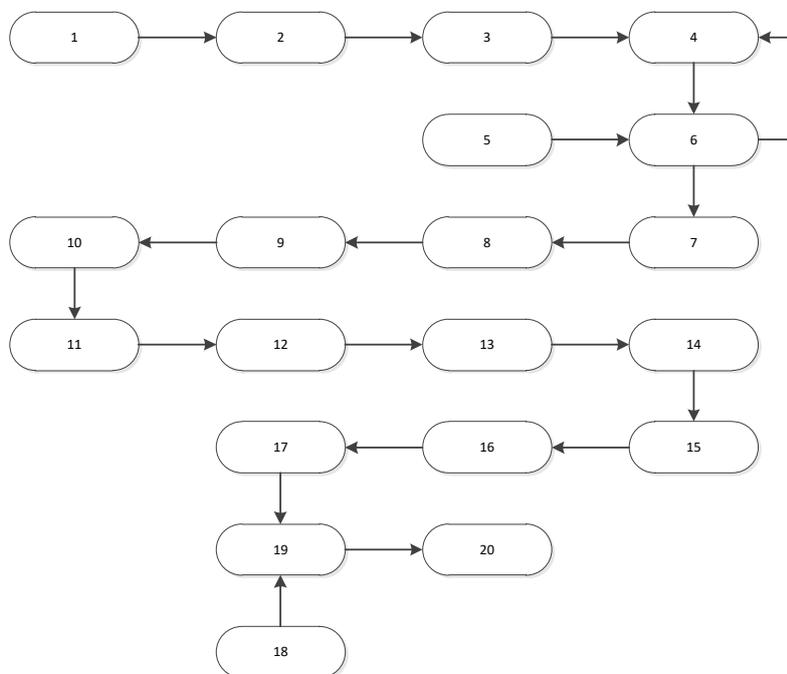


Рис. 1. Функциональная схема сейсмологического контроля ГД активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов.

12 - определяют величину геодинамической активности  $x_j$  каждого выделенного участка по аддитивной модели (1) с использованием нормированных частных показателей:

$$x_j = \sum_i \alpha_i \cdot r_i, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  - весовой коэффициент  $i$ -го частного показателя геодинамической активности;  $r_i$  -  $i$ -тый нормированный частный показатель геодинамической активности.

Далее, 13 - выбирают частные показатели геодинамической активности из следующего перечня: глубина до поверхности кристаллического фундамента; частота тектонических нарушений; частота сети пробуренных скважин; глубина залегания продуктивных пластов; мощность пластов; площадь месторождения; величина падения пластового давления; пористость вмещающих пород; прочность пород; наличие и количество гидроразрывов пла-

стов; объем закаченной жидкости; количество зарегистрированных сейсмических событий в недрах месторождения с окрестностями; суммарная выделенная сейсмическая энергия и величина измеренной деформации земной поверхности. Выбор осуществляют с учетом особенностей разрабатываемого месторождения УВ; 14 - присваивают полученные величины геодинамической активности  $x_j$  выделенным участкам; 15 - строят вектор  $X(x_1, x_2, \dots, x_j)$ , компонентами которого берут полученные значения ГД активности выделенных участков; 16 - определяют модуль нормированного по количеству выделенных участков вектора по соотношению:

$$|X| = \sqrt{\frac{(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_j^2)}{j}}, \quad (2)$$

где  $j$  - количество выделенных участков с аномально высокой геодинамической активностью;  $x_j$  - величина геодинамической активности  $j$ -того выделенного участка.

Затем, 17 - по величине модуля вектора  $|X|$ , нормированного по количеству выделенных участков, определяют в диапазоне от 0 до 1 фактическую ГД активность недр разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностями; 18 – исходя из статистических данных и физических соображений назначают допустимую геодинамическую активность разрабатываемого месторождения УВ; 19 – сравнивают фактическую с допустимой ГД активностью разрабатываемого месторождения УВ; 20 – в случае превышения фактической геодинамической активности разрабатываемого месторождения УВ допустимой величины формируют соответствующую информацию.

## 2. Пример реализации.

В качестве примера реализации рассмотрим технологию контроля ГД активности модельной зоны площадью 500 км<sup>2</sup> разрабатываемого Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ). С учетом требований по проведению ГД мониторингов на разрабатываемых месторождениях углеводородов создана сейсмологическая сеть «Газ-сейсмика», состоящая из стационарных и передвижных сейсмических станций. Комплект оборудования каждой стационарной сейсмической станции включает в себя следующие блоки: два комплекта сейсмометров, установленных в специально обустроенных бункерах глубиной 3-6 м; блок сбора и выделения сейсмического сигнала; GNSS-приемник, для привязки точного времени; компьютер сбора и

обработки данных; блок питания.

С помощью датчиков и сейсмических станций, организованных в сейсмологическую сеть, регистрируются сейсмические события (табл.1).

Таблица 1. Характеристика одного из зарегистрированных сейсмособытий

Дата	Время в очаге	Широта	Долгота	Район	Магнитуда		Угол выхода, (град)	Энергетический класс
DATE	TIME	LAT	LON	REGION NAME	M <sub>l</sub>	M <sub>s</sub>	ANG	EN_CLASS
18.07.2021	19:55:45	51,67	54,9	Оренбургский	0,6	1,2	75,7	4,4

Выделившаяся сейсмическая энергия при этом ориентировочно составила  $10^{5,3}$  Дж. Затем проинтегрированы за пятилетний период данные о сейсмической активности недр разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностями. Выделившаяся сейсмическая энергия при этом составила ориентировочно  $10^{7,1}$  Дж (рис. 2).

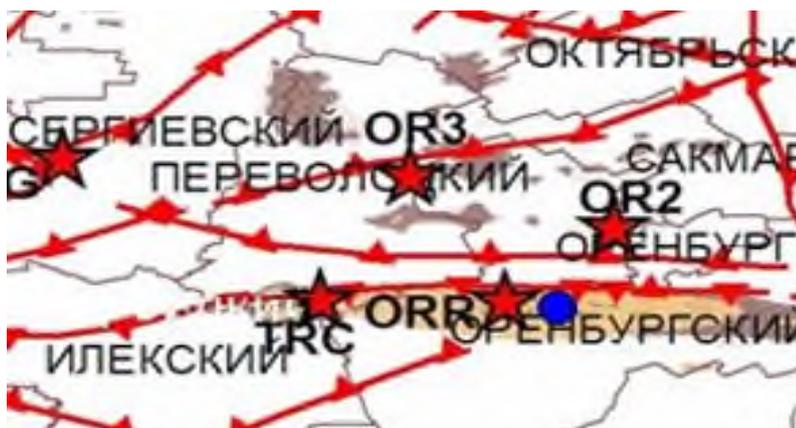


Рис. 2. Карта с нанесенной модельной зоной.

На рис. 3 представлен фрагмент сейсмограммы с зарегистрированным сейсмическим событием, произошедшим 18.07.2021 (характеристики см. в табл. 1) в Оренбургском районе (кружок на фрагменте карты).

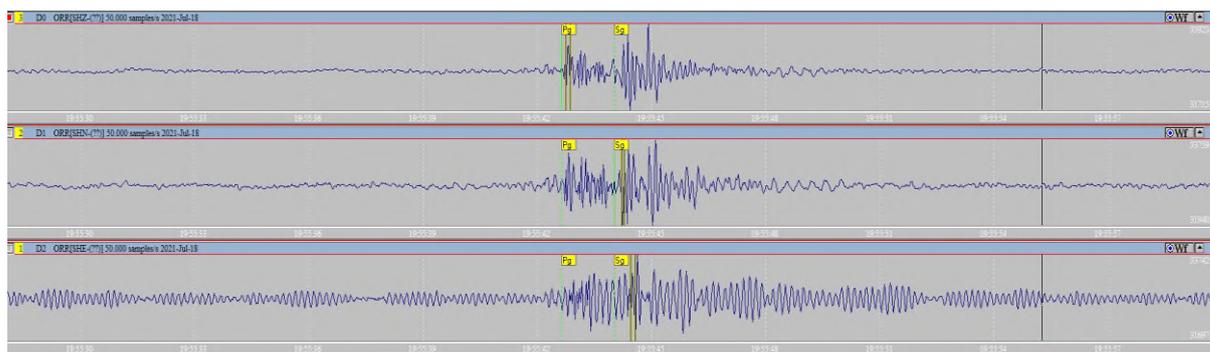


Рис. 3. Фрагменты сейсмограммы.

После этого определена плотность выделившейся сейсмической энергии, для модельной зоны ОНГКМ она составила  $2,52 \cdot 10^4$  Дж/км<sup>2</sup>. При заданном в первом случае пороговом значении плотности выделившейся сейсмической энергии, равном  $2 \cdot 10^5$  Дж/км<sup>2</sup>, необходимо продолжать процесс интеграции сейсмических данных, а во втором случае – при заданном пороговом значении  $2 \cdot 10^4$  Дж/км<sup>2</sup>, плотность выделившейся сейсмической энергии превышает выбранное пороговое значение.

Поэтому проведено геодинамическое районирование модельной зоны ОНГКМ с разрешением один км<sup>2</sup> (рис. 4).

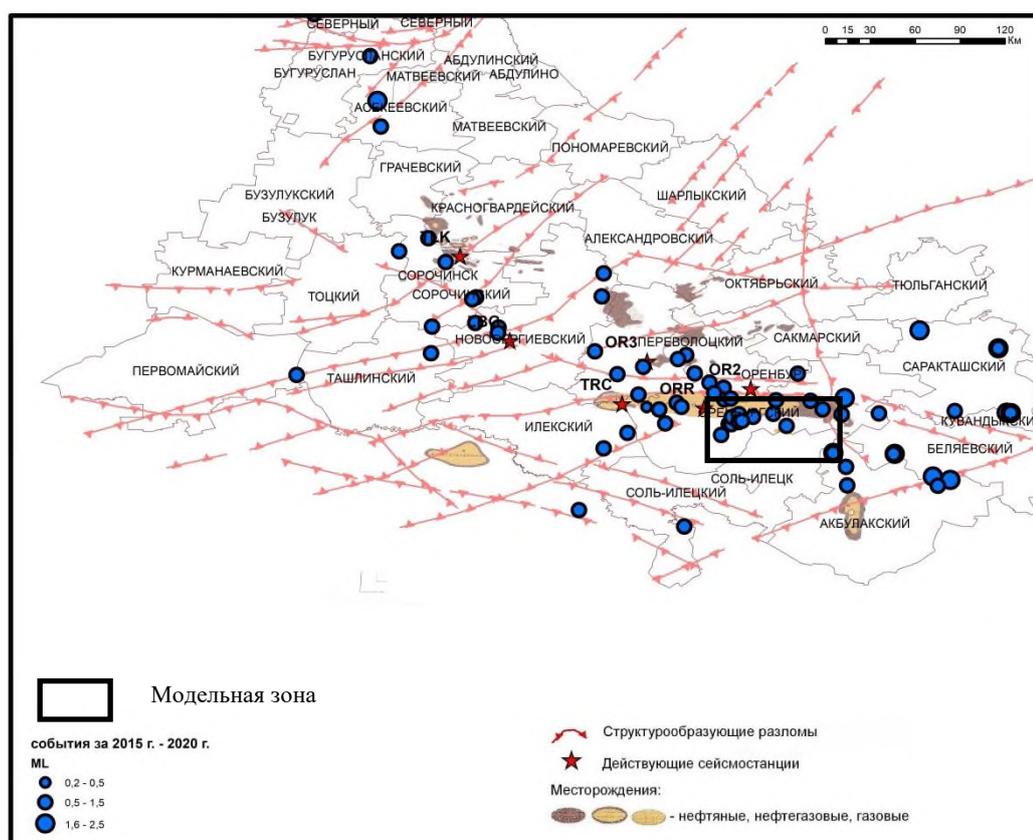


Рис. 4. Карта с нефтяными, нефтегазовыми и газовыми месторождениями, в том числе Оренбургским нефтегазоконденсатным месторождением (ОНГКМ), действующие сейсмостанции, объединенные в сейсмологическую сеть, модельная зона, найденные структурообразующие разломы и зарегистрированные сейсмические события в недрах за пятилетний период.

Затем выделены два участка с аномально высокой геодинамической активностью, на которых сейсмологическую сеть уплотнили за счет добавления передвижных сейсмических станций. Использование дополнительных сейсмостанций позволила выделить одну сейсмически активную геологическую

структуру, которая, в частности, входит в Соль-Илецкий свод, в пределах которого регистрируется более 60% всех сейсмических событий разрабатываемого ОНГКМ. После чего определены деформации земной поверхности на выделенных участках с использованием сети из GNSS-станций с достигнутой точностью измерений в пределах 7 мм.

Определены для каждого из двух выделенных участков величины ГД активности  $x_1$  и  $x_2$ , причем для их определения использованы первые семь нормированных частных показателей из приведенного в описании перечня. Далее построен двухкомпонентный вектор  $X(x_1, x_2)$  и определен по соотношению (2) его модуль, величина которого, равная 0,30, фактически характеризует геодинамическая активность недр модельной зоны с ее окрестностью в разрабатываемом ОНГКМ. Допустимая величина геодинамической активности из физических соображений и опытных данных назначена 0,7.

Если фактическая геодинамическая активность меньше допустимой величины, то формирование соответствующей информации не происходит, но в случае превышения фактической геодинамической активности допустимой величины формируется полученная информация и в кратком виде само неравенство.

### **Заключение**

Подверженность территорий разрабатываемых месторождений углеводородов воздействию современной аномальной геодинамики недр может привести при определенных условиях к тяжелым последствиям для человека и среды его обитания. Протекающие сейсмические и деформационные процессы имеют природно-техногенный характер. Проблема обострена отсутствием технологии контроля геодинамической активности разрабатываемых месторождений углеводородов.

Разработана технология контроля геодинамической активности, включающая в себя 20 основных операций: от установки сейсмических станций, объединения их в сейсмологическую сеть и выбора геодинамических показателей до определения модуля вектора, нормированного по количеству выделенных аномальных участков, назначения допустимой величины и при ее превышении формирования соответствующей информации для принятия управленческих решений.

Если при сравнении фактическая геодинамическая активность меньше установленной допустимой величины, то формирования соответствующей

информации не происходит, но в случае превышения фактической геодинамической активности допустимой величины формируется полученная информация и в кратком виде само неравенство.

В целом, предложенная технология сейсмологического контроля геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов при достаточно высокой технико-экономической эффективности [13] обеспечивает повышение геодинамической безопасности, а также точности геодинамического районирования, обнаружения и трассирования тектонических нарушений в верхней части земной коры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенные процессы в земной коре (опасности и катастрофы). М.: ИНЭК, 2005. 252 с.
2. Кузьмин Ю.О., Жуков В.С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. М.: Горн. кн., 2004. 256 с.
3. Кузьмин Ю.О. Тектонофизика и современная геодинамика. Физика Земли. 2009. №11. С. 56-71.
4. Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти / под ред. В. Мори, Д. Фурментро. М.: Мир, ЭльфАкитен, 1994. 416 с.
5. Черных В.А. Гидрогеомеханика нефтегазодобычи. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2001. 249 с.
6. Кузьмин Ю.О. Тектонофизические основы идентификации геодинамической опасности нефтегазовых объектов. Электронный журнал Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. Изд-во: ФГБУН «Институт проблем нефти и газа» РАН. 2011.
7. Есиков Н.П. Тектонофизические аспекты анализа современных движений земной коры. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 183 с.
8. Geertsma J. Land subsidence above compacting oil and gas reservoirs. J. Petrol. Technol. 1973. Vol. 50. P. 734-744.
9. Segall P. Stress and subsidence from subsurface fluid withdrawal in the epicenter region of the 1983 Coalinga Earthquake. J. Geophys. Res. 1985. Vol. 90. P. 6801- 6815.
10. Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Соколов А.Г. Геодинамические процессы в разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере Южного Предуралья). Екатеринбург: УрО РАН, 2015. 186 с.
11. Владов Ю.Р., Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Владова А.Ю. Повышение геодинамической безопасности разрабатываемых месторождений углеводородов нефтегазоносного бассейна. Безопасность труда в промышленности. 2021. № 8. С. 45-51.
12. Владов Ю.Р., Нестеренко М. Ю., Нестеренко Ю.М., Владова А.Ю., Капустина О.А. Способ классификации геодинамического состояния разрабатываемых месторождений углеводородов нефтегазоносного бассейна // Патент на изобретение 2753903 С1, 24.08.2021. Заявка № 2020123185 от 07.07.2020.
13. Владов Ю.Р., Владова А.Ю., Белов В.С., Тихова М.Ю. Идентификация геодинамической активности недр разрабатываемых месторождений углеводородов. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2020. 1. 14с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2020-1/Articles/VYR-2020-1.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2020-11003
14. Владов Ю.Р., Нестеренко М.Ю., Владова А.Ю. Технология мониторинга геодинамического состояния недр эксплуатируемого месторождения углеводородного сырья. В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2019). Материалы двенадцатой международной конференции. Под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д.

Цвиркуна. 2019. С. 1055-1061.

15. Бедеров А.А., Кузьмин Ю.О., Шумейко М. В. Способ идентификации зон геодинамической опасности сооружений // Патент на изобретение WO 2012173526A1. G01V11/00 Prospecting or detecting by methods combining techniques covered by two or more of main groups G01V1/00 - G01V9/00. 2012.

Поступила 15 мая 2023 г.

(Контактная информация: **Владов Юрий Рафаилович** – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; Тел./факс (3532) 77-06-60; e-mail: [vlladov@mail.ru](mailto:vlladov@mail.ru);

**Нестеренко Максим Юрьевич** – доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; e-mail: [n\\_mu@mail.ru](mailto:n_mu@mail.ru);

**Соломатин Николай Владиславович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела ОФИЦ УрО РАН; e-mail: [nicosvs@mail.ru](mailto:nicosvs@mail.ru);

**Белов Владимир Сергеевич** – научный сотрудник отдела геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; e-mail: [belov-vs@mail.ru](mailto:belov-vs@mail.ru);

**Тихова Мария Юрьевна** – ведущий инженер отдела геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru))

---

---

## REFERENCES

1. Adushkin V.V., Turuntaev S.B. Technogenic processes in the Earth's crust (hazards and catastrophes). Moscow: INEK, 2005. 252 p.
2. Kuzmin Yu.O., Zhukov V.S. Modern geodynamics and variations of physical properties of rocks. M.: Gorn. kn., 2004. 256 p.
3. Kuzmin Yu.O. Tectonophysics and modern geodynamics. Physics of the Earth. 2009. No.11. pp. 56-71.
4. Mechanics of rocks in relation to the problems of oil exploration and production / edited by V. Mori, D. Furmentro. M.: Mir, Elfakiten, 1994. 416 p.
5. Chernykh V.A. Hydrogeomechanics of oil and gas production. M.: ООО "VNIIGAZ", 2001. 249 p.
6. Kuzmin Yu.O. Tectonophysical foundations for the identification of geodynamic hazards of oil and gas facilities. Electronic journal Georesources, geoenergy, geopolitics. Publishing house: Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences, 2011.
7. Yesikov N.P. Tectonophysical aspects of the analysis of modern movements of the Earth's crust. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1975. 183 p.
8. Girtsma J. Subsidence of soil over compacting oil and gas deposits. J. Gasoline. Technology. 1973. Vol. 50. pp. 734-744.
9. Segall P. Stress and subsidence as a result of subsurface fluid intake in the area of the epicenter of the earthquake in Coalinga in 1983. J. Geophys. Res. 1985. Volume 90. P. 6801-6815.
10. Nesterenko M.Yu. Geodynamic processes in the developed hydrocarbon deposits (on the example of the Southern Urals) / M.Yu. Nesterenko, Yu.M. Nesterenko, A.G. Sokolov. – Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2015. 186 p.
11. Vladov Yu.R. Improving geodynamic safety of the developed hydrocarbon deposits of the oil and gas basin / Yu.R. Vladov, M.Yu. Nesterenko, Yu.M. Nesterenko, A.Yu. Vladova // Occupational safety in industry. 2021. No. 8. pp. 45-51.
12. A method for classifying the geodynamic state of the hydrocarbon deposits being developed in the oil and gas basin / Yu.R. Vladov, M. Yu. Nesterenko, Yu. M. Nesterenko, A.Yu. Vladova, O.A. Kapustina // Patent for invention 2753903 C1, 08/24/2021. Application No.

2020123185 dated 07.07.2020.

13. Vladov Yu.R. Identification of geodynamic activity of the subsoil of the developed hydrocarbon deposits / Yu.R. Vladov, A.Yu. Vladova, V.S. Belov, M.Yu. Tikhova // Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2020. No. 1. 773 Kb.
14. Vladov Yu.R. Technology for monitoring the geodynamic state of the subsurface of the exploited hydrocarbon deposit / Yu.R. Vladov, M.Yu. Nesterenko, A.Yu. Vladova // In the collection: Management of the development of large-scale systems (Ministry of Labor'2019). Materials of the twelfth International Conference. Under the general editorship of S.N. Vasiliev, A.D. Tsvirkun. 2019. pp. 1055-1061.
15. Bederov A.A. Assistance in identifying zones of hedonistic dependence on the environment / A.A. Bederov, Yu.O. Kuzmin, M.V. Yumeyko // Patent for determination WO 2012173526A1. G01V11/00 Search or detection by methods combining methods covered by two or more main groups G01V1/00 - G01V9/00. 2012.

**Образец ссылки на статью:**

Ю.Р. Владов, Нестеренко М.Ю., Соломатин Н.В., Белов В.С., Тихова М.Ю. Сейсмологический контроль геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН 2023. 4. 12с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-4/Articles/VYR-2023-4.pdf>) DOI: 10.24411/2304-9081-2023-14007.