

ISSN 2304-9081

Учредители:
Уральское отделение РАН
Оренбургский научный центр УрО РАН

Бюллетень
Оренбургского научного центра
УрО РАН



2015 * № 4

Электронный журнал
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

© Коллектив авторов, 2015

УДК 504.43

М. Ю. Нестеренко, Ю. М. Нестеренко, Ю. Р. Владов, Е.М. Мозгунова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕДР РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Оренбургский научный центр УрО РАН, Отдел геоэкологии, Оренбург, Россия

Цель. Повышение эффективности оценки геодинамической активности территорий разрабатываемых месторождений углеводородов, а также вероятности выявления опасных геодинамических процессов.

Материалы и методы. Сейсмологическая сеть.

Результаты. Разработана и описана технология определения геодинамического состояния недр разрабатываемых месторождений нефти и газа с использованием сейсмологической сети; проведено апробирование технологии на модельной зоне разрабатываемого месторождения; показано, что предложенная технология позволяет определять геодинамическую активность (ГДА) недр разрабатываемых месторождений с высокой эффективностью на основе интегрального экономического показателя.

Заключение. Предложенная технология определения геодинамической активности недр разрабатываемых месторождений углеводородов позволяет проводить исследования с высокой технико-экономической эффективностью.

Ключевые слова: геодинамическая активность, сейсмологическая сеть, месторождения нефти и газа, эффективность технологии.

M.Y. Nesterenko, Y.M. Nesterenko, Y.R. Vladov, E.M. Mozgunova

TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR DETERMINATION ACTIVITY GEODYNAMIC OF THE HYDROCARBON DEPOSITS MINING

Orenburg Scientific Centre UrB RAS, Department of Geoecology, Orenburg, Russia

Objective. Efficiency improving the estimation of geodynamic activity territories developed fields of hydrocarbons and probability identification of processes geodynamic dangerous.

Materials and methods. Seismological network.

Rezults. The technology is developed and described definition of condition geodynamic subsoil developed oil and gas fields using seismic network; the technology has been tested on a model site of deposits mining; it's shown the proposed technology allows to determine the activity geodynamic of the bowels producing fields with high efficiency on the basis of an integral economic indicator.

Conclusion. The proposed technology allows to determine the geodynamic activity of subsoil hydrocarbon deposits with high technical and economic efficiency.

Keywords: activity geodynamic, seismic network, oil and gas deposits, efficiency of the technology.

Введение

Технология определения геодинамической активности (ГДА) недр разрабатываемых месторождений углеводородов (УВ) относится к области методов анализа геофизических процессов.

При реализации такой технологии создают сейсмологическую сеть, с помощью которой интегрируют сейсмические сигналы, задают пороговое значение выделившейся энергии. Если порог не превышен, то продолжают интегрировать, а если превышен, то проводят геодинамическое районирование территории с разрешением не более 100 км². Выделяют участки, на которых уплотняют сейсмологическую сеть. Находят сейсмически активную структуру геологической среды. Определяют деформации земной поверхности и геодинамические активности выделенных участков с использованием нормированных частных показателей. Строят вектор, определяют его модуль, величина которого характеризует геодинамическую активность.

Технология позволяет определять геодинамическое состояние недр разрабатываемых месторождений УВ с высокой технико-экономической эффективностью. Области применения технологии: геодинамическое районирование, обнаружение и трассирование тектонических нарушений в верхней части земной коры, выявление опасных геодинамических процессов, выбор рационального режима эксплуатации разрабатываемых месторождений УВ.

Цель настоящего исследования – разработка технологии для существенного повышения эффективности оценки ГДА территорий разрабатываемых месторождений УВ, а также вероятности выявления опасных геодинамических процессов.

Задачи исследования:

1. Провести анализ методов и технических решений, с помощью которых возможно определить ГДА недр вообще и разрабатываемых месторождений углеводородов в частности;
2. Разработать технологию определения ГДА недр разрабатываемых месторождений УВ с использованием сейсмологической сети;
3. Апробировать предложенную технологию на модельной зоне разрабатываемого месторождения УВ;
4. Дать оценку эффективности технологии определения ГДА территорий разрабатываемых месторождений УВ.

Материалы и методы

Проведен критический анализ методов и технических решений для определения геодинамической активности недр.

Известен способ обнаружения литосферных зон переменной ГДА, основанный на анализе данных ионосферных спутниковых измерений магнит-

ной и электрической компонент поля низкочастотных излучений околоземной плазмы с последующим исключением из рассмотрения традиционно возмущенных областей и выделением зон устойчивого наблюдения индуцированных излучений ионосферной плазмы, причем одновременно фиксируют плотность потока электронов низких энергий и температуру окружающей спутник околоземной плазмы, затем выполняют корреляционный анализ для всех сочетаний зарегистрированных параметров, сравнивают полученный результат с данными геолого-геофизического картирования литосферной зоны, расположенной в зоне проекции на Землю орбиты спутника и делают вывод об обнаружении литосферных зон переменной ГДА.

Способ направлен на исследование физических явлений, происходящих в околоземном космическом пространстве на высотах внешней атмосферы за счет анализа спутниковых результатов одновременных измерений интенсивности магнитной и электрической компонент поля низкочастотных шумовых излучений, плотности потока электронов и температуры, окружающей спутник плазмы, а поэтому оценить с помощью его ГДА недр разрабатываемого месторождения УВ не представляется возможным.

Существует способ анализа геодинамического полигона многоцелевого назначения по полезной модели, содержащей наземный полигон (НП), мобильное средство наблюдения (МСН) и центр сбора, регистрации и обработки информации (ЦСРО). При этом НП включает опорные пункты (ОП) для измерения параметров геофизических полей (ПГП), размещаемые посредством МСН на ОП НП средства измерения ПГП, средство высокоточной геодезической привязки ОП и средство первичной регистрации данных (ПРД), средства измерения ПГП выполнены в виде гравиметрической, и/или магнитометрической, и/или электрометрической, и/или термометрической, и/или сейсмометрической аппаратуры, в качестве средства высокоточной геодезической привязки ОП использована дифференциальная система спутниковой навигации (ДССН), а НП и МСН выполнены с возможностью передачи информации ПРД в ЦСРО. НП выполнен с возможностью измерения векторного поля региональных геодинамических деформаций, а также мониторинга локальных сдвиговых характеристик грунтов и включает ОП в виде N реперов, представляющих собой монолитные бетонные фундаменты, жестко связанные в подземной части с коренной геологической породой и снабженные в надземной части средством для высокоточной стационарной установки ан-

тенны ДССН и датчиков ПГП.

Недостаток способа в направленности на исследование зон, в которых пролегают нефте- и газопроводы, а также необходимости в геодезической привязке с использованием дифференциальной системы спутниковой навигации.

Имеется способ оценки влияния факторов на безопасность эксплуатации подземного хранилища газа (ПХГ) в пористом пласте, предназначенный для определения влияния различных природно-техногенных процессов на безопасность эксплуатации подземного хранилища газа (ПХГ). Способ включает создание полигона и проведение на нем комплексного мониторинга (КМ), построение карты по его результатам и прогнозирование возникновения чрезвычайных геодинамических событий, причем КМ проводят на региональном и локальном уровнях по блокам – аэрокосмическому, деформационному, геофизическому, гидрогеологическому и флюидодинамическому – с использованием различной пространственно-временной детальности измерений. Затем разрабатывают классификацию критериальных показателей для оценки риска и сравнивают рассчитанные показатели с критериальными, оценивая интенсивность проявления опасных техногенно-индуцированных процессов по единому суммарному коэффициенту состояния ПХГ, который сравнивают с предварительно рассчитанным критериальным коэффициентом, и строят итоговую карту ранжирования территории по степени опасности.

Способ направлен на повышение надежности и безопасности эксплуатации ПХГ с определением влияния природно-техногенных процессов, но не позволяет оценить геодинамическую активность недр разрабатываемого месторождения УВ, что является его основным недостатком.

Кроме того, используются практические методы определения геодинамической активности территории разрабатываемого месторождений УВ. Например, известен метод определения ГДА на основе контроля сдвижений земной поверхности при разработке месторождений полезных ископаемых с помощью маркшейдерско-геодезических наблюдений по реперам профильных линий с методикой нивелирования I-II классов для определения оседаний поверхности и измерения длин линий между реперами. Однако в связи с большими площадями территорий месторождений УВ, применение данного метода неэффективно, так как требует закладки большого количества (через каждые 300-500 м) реперов, значительного числа геодезических ходов, результат обладает свойством накопления ошибок, а на получение конечного

результата требуется не реально продолжительное время.

Для определения горизонтальных и вертикальных сдвижений точек земной поверхности возможны методы выполнения спутниковых наблюдений. Основной недостаток использования данных методов состоит в том, что контроль сдвижений земной поверхности, положенный в их основу, позволяет лишь априорно фиксировать результаты произошедших сильных (возможно катастрофических) сейсмических событий. Кроме того, большинство существующих методов контроля за сдвижением земной поверхности могут выполняться лишь эпизодически. При увеличении частоты замеров положений поверхности стоимость геофизического мониторинга пропорционально возрастает.

Близким к предлагаемой технологии является способ идентификации зон геодинамической опасности сооружений, относящийся к области строительства и эксплуатации подземных и наземных сооружений и предназначенный для изучения строения и современной геодинамики земной коры с осуществлением прогноза степени активизации деформационных процессов при поиске, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Способ предусматривает проведение наземных и/или спутниковых повторных геодезических измерений земной поверхности в наблюдательных пунктах с одновременным измерением современных вертикальных и горизонтальных смещений, далее определяют амплитуды вертикальных h и горизонтальных L аномальных смещений земной поверхности и в случае $h > m$ и $L > m$ определяют величины относительных вертикальных и горизонтальных деформаций, их среднегодовую скорость, по величинам которых судят о геодинамической опасности для подземного или наземного сооружения, расположенного на этом участке земной поверхности

Основным недостатком этого способа является невозможность определения ГДА территории разрабатываемого месторождения углеводородов из-за направленности его на повышение надежности строительства и безопасности эксплуатации сооружений с необходимостью повторных геодинамических измерений земной поверхности в наблюдательных пунктах.

Результаты и обсуждение

При разработке технологии обоснована необходимость ряда основных операций для определения геодинамической активности. Предлагаемая технология отображена функциональной схемой (рис.1), включающей в себя 17 основных операций.

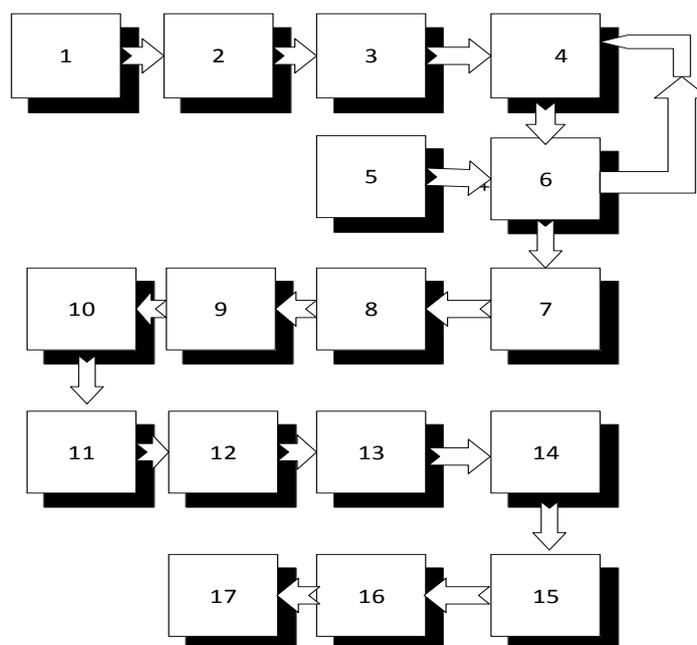


Рис.1. Функциональная схема технологии определения ГДА (пояснения в тексте).

Перечень основных операций разработанной технологии включает:

1 - устанавливают сейсмические станции; 2 - регистрируют с их помощью сейсмические сигналы; 3 - создают из сейсмических станций сейсмологическую сеть из расчета не менее трех станций на 10 000 км²; 4 - интегрируют данные о сейсмической активности территории с окрестностью разрабатываемого месторождения УВ в его объеме от техногенно-природных событий; 5 - задают пороговое значение выделившейся сейсмической энергии на 10 000 км²; 6 - непрерывно сравнивают интегрированные данные с заданным пороговым значением; 7 - если порог не превышен, то продолжают интегрировать данные, а если превышен, то проводят геодинамическое районирование территории разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностями с разрешением не более 100 км²; 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; 12 - определяют величину ГДА x_j каждого выделенного участка по аддитивной

модели с использованием нормированных частных показателей; 13 - выбирают частные показатели ГДА. Выбор осуществляют с учетом особенностей разрабатываемого месторождения УВ; 14 - присваивают полученные величины геодинамической активности выделенным участкам; 15 - строят вектор, компонентами которого берут полученные значения геодинамической активности выделенных участков; 16 - определяют модуль, нормированного по количеству выделенных участков, вектора; 17 - по величине модуля нормированного вектора судят в диапазоне от 0 до 1 о ГДА территорий разрабатываемых месторождений УВ с их окрестностями.

Реализация разработанной технологии определения ГДА территорий разрабатываемых месторождений углеводородов осуществляется следующим образом. Устанавливают (1) сейсмические станции и регистрируют (2) с их помощью сейсмические сигналы, объединяют (3) сейсмические станции в сейсмологическую сеть из расчета не менее трех станций на 10 000 км², интегрируют (4) данные о сейсмической активности территории разрабатываемого месторождения углеводородов (УВ), задают (5) пороговое значение выделившейся сейсмической энергии на 10 000 км², непрерывно сравнивают (6) интегрированные данные с заданным пороговым значением, и если порог не превышен, то продолжают интегрировать данные, а если превышен, то проводят (7) геодинамическое районирование территории разрабатываемого месторождения УВ с его окрестностями с разрешением не более 100 км², выделяют (8) участки с аномально высокой геодинамической активностью, на которых уплотняют (9) сейсмологическую сеть за счет добавления на каждом не менее двух сейсмических станций с их размещением на расстоянии от 3 до 5 км друг от друга, находят (10) сейсмически активные структуры геологической среды разрабатываемого месторождения УВ и с ее учетом определяют (11) деформации земной поверхности на выделенных участках месторождения. Затем определяют (12) величину геодинамической активности x_j каждого выделенного участка по аддитивной модели (3.3.4.1) с использованием нормированных частных показателей \bar{r}_i :

$$x_j = \sum_i \alpha_i \bar{r}_i, \quad (3.3.4.1)$$

где α_i – весовой коэффициент i -го частного показателя геодинамической активности;

\bar{r}_i – i -тый нормированный частный показатель геодинамического активности.

При этом выбирают (13) частные показатели ГДА из следующего списка: глубина до поверхности кристаллического фундамента; частота тектонических нарушений; плотность сети пробуренных скважин; глубина залегания продуктивных пластов месторождения; мощность пластов месторождения; площадь месторождения; величина падения пластового давления; пористость вмещающих пород; прочность пород; наличие и количество гидроразрывов пласта; объем закаченной жидкости; количество зарегистрированных сейсмических событий в районе месторождения; суммарная выделившаяся сейсмическая энергия в объеме месторождения; величина наблюдаемой деформации земной поверхности и др. При выборе учитывают особенности разрабатываемого месторождения УВ. Затем присваивают (14) полученные величины геодинамической активности x_j выделенным участкам и строят (15) вектор $\bar{X}(x_1, x_2, \dots, x_j)$. В качестве компонентов этого вектора берут полученные значения ГДА выделенных участков. После чего определяют (16) модуль, нормированного по количеству выделенных участков, вектора по соотношению (3.3.4.2.):

$$|\bar{X}| = \sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_j^2) / j}, \quad (3.3.4.2)$$

где j – количество выделенных участков с аномально высокой геодинамической активностью;

x_j - величина геодинамической активности j -того выделенного участка.

По величине модуля $|\bar{X}|$ вектора судят в диапазоне от 0 до 1 о ГДА территорий разрабатываемых месторождений УВ с их окрестностями.

В качестве примера апробирования технологии рассмотрим определение ГДА для модельной зоны площадью 500 км² разрабатываемого Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ). С учетом требований по проведению геодинамических мониторингов на разрабатываемых месторождениях углеводородов спроектирована сейсмологическая сеть из сейсмических станций «Газ-сеймика», состоящая из стационарных и передвижных сейсмических станций. Комплект оборудования каждой стационарной сейсмической станции включает в себя следующие блоки и системы:

- два комплекта сейсмометров, установленных в специально обустро-

енных бункерах глубиной 3-6 м;

- блок сбора и выделения сейсмического сигнала;
- GPS-приемник, для привязки точного времени;
- компьютер сбора и обработки данных;
- система резервного питания.

Для определения ГДА выбранной зоны территории разрабатываемого ОНГКМ с помощью сейсмических станций создана региональная сейсмологическая сеть, с помощью которой регистрируются сейсмические события (рис. 2).

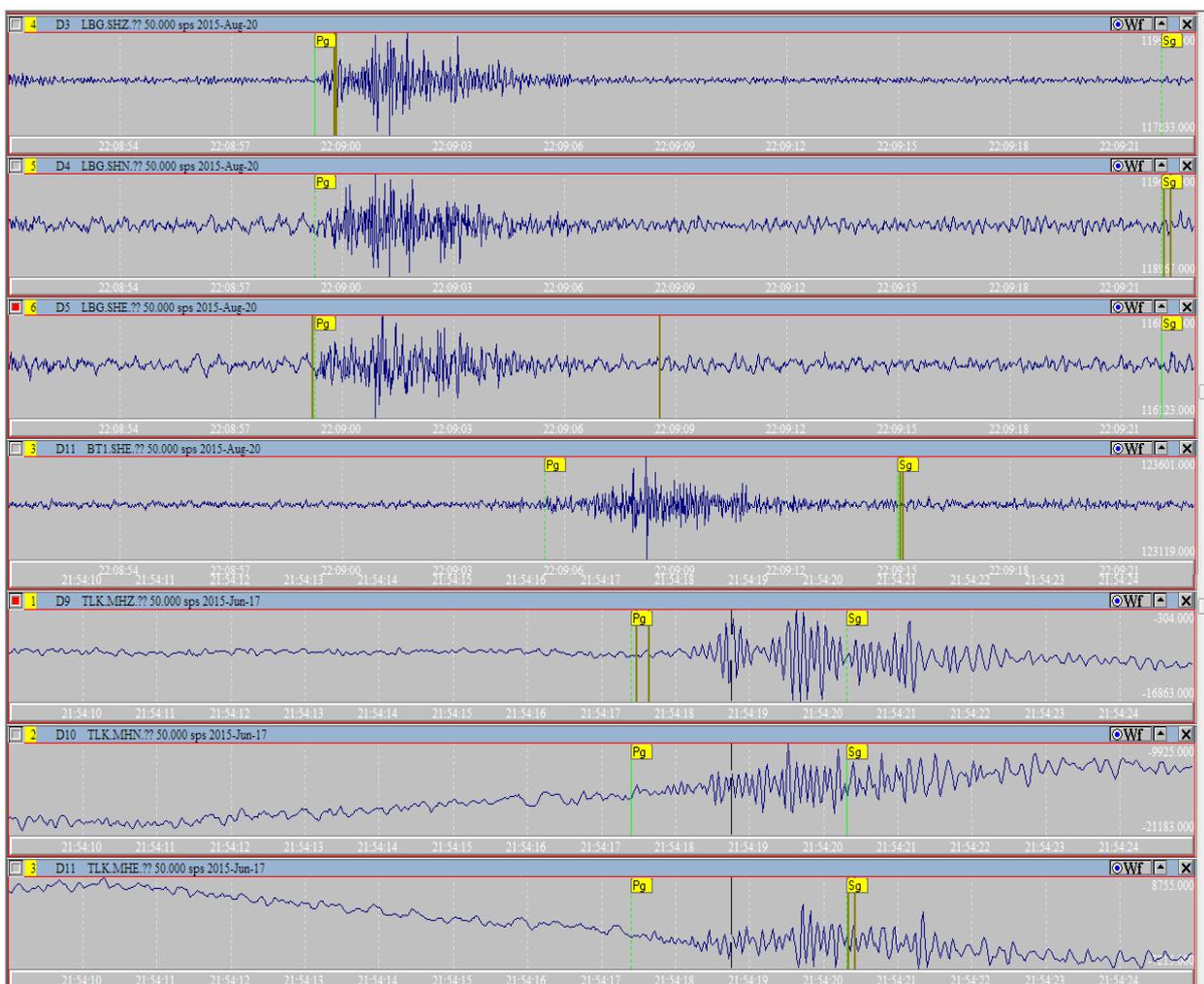


Рис. 2. Фрагмент сейсмограммы с зарегистрированными сейсмическими событиями.

Данные о сейсмической активности выбранной территории разрабатываемого месторождения УВ с учетом объема проинтегрированы за пятилетний период. В частности, за пятилетний период накопленная выделившаяся сейсмическая энергия составила $10^{7,1}$ Дж. После чего, определена плотность

выделившейся сейсмической энергии; для ОНГКМ она составила $2,52 \cdot 10^4$ Дж/км². При заданном, в первом случае, пороговом значении плотности выделившейся сейсмической энергии, равном $2 \cdot 10^5$ Дж/км², необходимо продолжать процесс интеграции сейсмических данных, а во втором случае – при заданном пороговом значении $2 \cdot 10^4$ Дж/км², плотность выделившейся сейсмической энергии превышает выбранное пороговое значение.

Поэтому, проведено геодинамическое районирование модельной зоны территории ОНГКМ, с разрешением один км² (рис. 3). Здесь же нанесены: действующие сейсмостанции, объединенные в сейсмологическую сеть; модельная зона для примера реализации технологии; найденные структурообразующие разломы и зарегистрированные сейсмические события на исследуемой территории и прилегающих окрестностей за пятилетний период

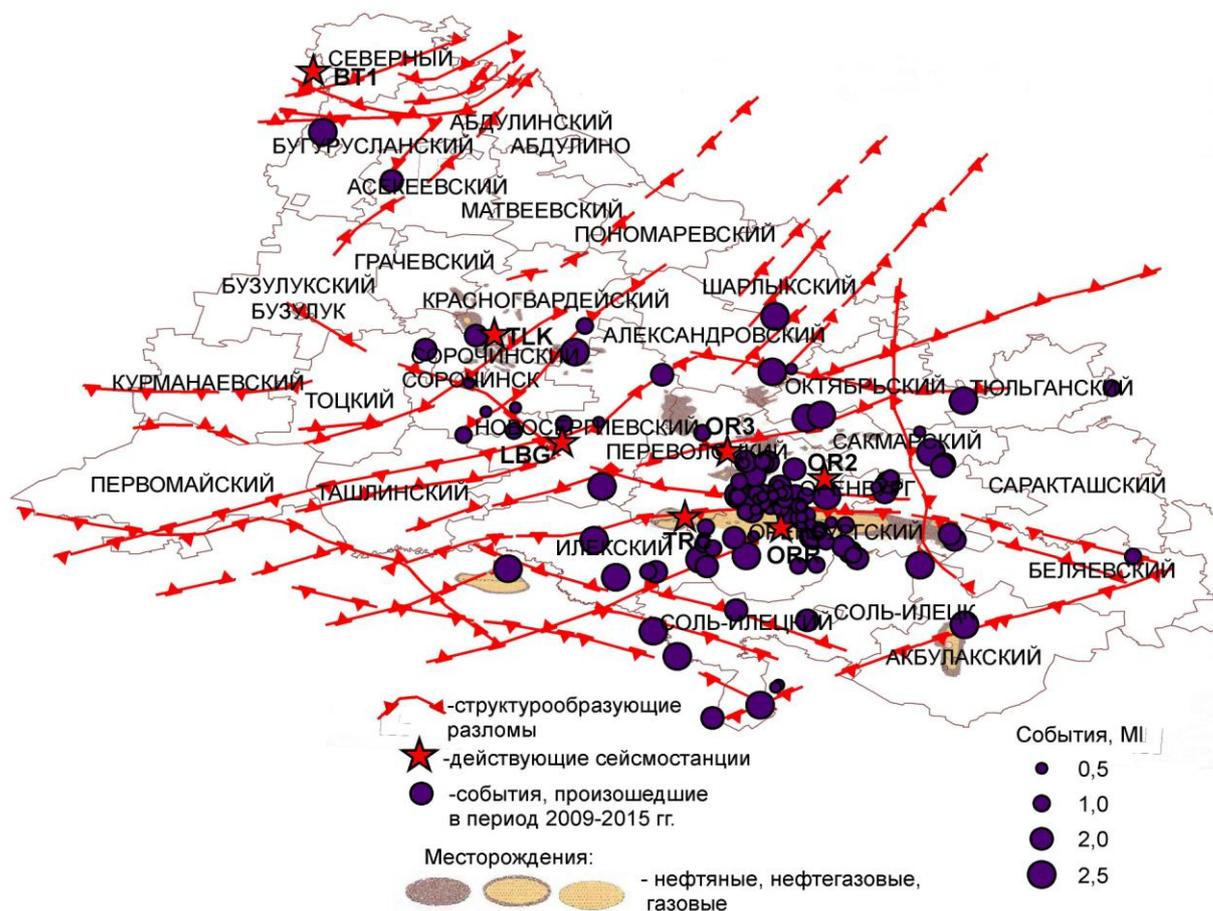


Рис. 3. Схема с нефтяными, нефтегазовыми и газовыми полезными ископаемыми на территории Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ).

В результате выделены два участка с аномально высокой ГДА, на которых сейсмологическую сеть уплотнили за счет добавления передвижных

сейсмических станций. За счет использования дополнительных сейсмостанций выделена сейсмически активная геологическая структура, входящая, в частности, в Соль-Илецкий свод, в пределах которого регистрируется более 60% всех сейсмических событий разрабатываемого ОНГКМ. После этого с использованием сети из GPS/GLONAS - станций определены деформации земной поверхности на выделенных участках с достигнутой точностью измерений от 3 до 5 мм. Согласно СП 11-104-97, СНиП 2.02.01 предельно допустимые (за весь срок службы сооружений) деформации в основании объектов строительства не должны превышать: относительное горизонтальное сжатие или растяжение – 1 мм/м, наклон – 3 мм/м.

Определены для каждого из двух выделенных участков величины ГДА x_1 и x_2 , причем для их определения использованы первые семь нормированных частных показателей из приведенного в описании списка. Результаты определения следующие: $x_1 = 0,31$, а $x_2 = 0,29$. Далее построен двухкомпонентный вектор $\bar{X}(x_1, x_2)$ и определен его модуль по соотношению (3.2). Его величина, равная 0,30, всесторонне количественно характеризует геодинамическое состояние модельной зоны с окрестностью на разрабатываемом ОНГКМ.

Нами проведена технико-экономическая оценка предложенной технологии. Определение ГДА территории разрабатываемых месторождений УВ с использованием сейсмологической сети выполнена по методике Г.Я. Гольдштейна [8]. Рассчитан коэффициент эффективности на основе интегрального экономического показателя, в качестве которого при сравнении предложенной технологии с аналогом служат затраты на его реализацию. Они выражаются следующей формулой:

$$I_{ie} = K + Z_e,$$

где K - единовременные капитальные затраты (на приобретение, транспортировку, монтаж, а также сопутствующие затраты);

Z_e - затраты на эксплуатацию за все время работы изделия.

Интегральный экономический показатель реализации предложенного способа определения ГДА территории разрабатываемого месторождения УВ с площадью до 10 000 км² и геодинамического мониторинга с использованием способа геометрического нивелирования в течение 10 лет оцениваем следующим образом:

- стоимость реализации в первые 5 лет определяется стоимостью проек-

- та геодинамического мониторинга (оценивается в 1 млн. руб.), стоимостью оборудования и бункера сейсмостанции (3 станции по 0,6 млн. руб.). Сюда включаются также эксплуатационные расходы (обслуживание 3 станций по 0,3 млн. руб. каждая в течение 5 лет);
- стоимость реализации в последующие 5 лет (при выявлении в течении первых пяти лет геодинамически активных зон) оценивается стоимостью оборудования (GNSS – приемники – 1 млн. руб.), эксплуатационными расходами (обслуживание GNSS – станций 0,4 млн. руб. в год в течение 5 лет);
 - стоимость реализации в последующие 5 лет (при отсутствии в течение первых пяти лет геодинамической активности недр) оценивается эксплуатационными расходами (обслуживание 3 станций по 0,3 млн. руб. каждая в течение 5 лет).

Верхняя оценка интегрального экономического показателя при достаточной геодинамической активности недр составит $I_{ie} = 9,8$ млн. руб.

Интегральный экономический показатель проведения геодинамического мониторинга с использованием способа геометрического нивелирования, согласно Инструкции по производству маркшейдерских работ, утвержденной постановлением Госгортехнадзора России №73 от 06.06.2003, оцениваем следующим образом: стоимость реализации в первые 5 лет определяется стоимостью проекта проведения геодинамического мониторинга (оценивается в 1 млн. руб.), стоимостью оборудования (3 нивелира II класса точности по 0,5 млн. руб.) и эксплуатационными расходами (снятие параметров 800 точек в год по 0,003 млн. руб. каждая в течение 10 лет).

Оценка интегрального экономического показателя I'_{ie} проведения геодинамического мониторинга с использованием технологии геометрического нивелирования составит 26,5 млн. руб.

Тогда, коэффициент эффективности предложенной технологии на основе интегрального экономического показателя K_{ie} составит:

$$I'_{ie} / I_{ie} = 2,7$$

Также проведена оценка коэффициента эффективности предложенной технологии на основе интегрального технического показателя. Тогда, коэффициент технико-экономической эффективности K_{iet} , найденный как корень квадратный из суммы квадратов коэффициентов на основе интегральных

экономического и технического показателей составит 18,1.

Заключение

Таким образом, предложенная технология позволяет определять геодинамическое состояние недр разрабатываемых месторождений нефти и газа с высокой технико-экономической эффективностью. При этом существенно снижаются затраты и повышается точность геодинамического районирования, обнаружения и трассирования тектонических нарушений в верхней части земной коры, выявления опасных геодинамических процессов, а также оптимизируется выбор рационального режима эксплуатации разрабатываемых месторождений углеводородов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владов Ю.Р., Владова А.Ю. Построение и моделирование систем интеллектуального управления состоянием техногенных объектов: монография. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. 243 с.
2. Нестеренко М.Ю. Геоэкология недр нефтегазоносных районов Южного Предуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2012. 132 с.
3. Патент РФ RU 2158942, МПК7 G01V 3/12, 29.10.1999.
4. Патент на полезную модель № 18314, МПК G01V, 20.02.2001.
5. Патент РФ № 2423306, МПК: B65G 5/00; G01V 11/00; E21B 47/00, 24.02.2010.
6. Инструкция по производству маркшейдерских работ. Утв. постановлением Госгортехнадзора России № 73 от 06.06.2003. Москва, 2003.
7. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. М.: ЦНИИГАиК, 2003. 182 с.
8. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 132 с.
9. Построение геодинамических полигонов эксплуатируемых месторождений углеводородов с использованием сейсмологической сети. Материалы XII Российской ярмарки инновационных проектов. Нижний Новгород, 2014.

Поступила 6.10.2015

(Контактная информация: Нестеренко Максим Юрьевич – д.г.-м.н., профессор, заведующий лабораторией антропогенеза в водных системах и геодинамике отдела геоэкологии ОНЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, ул. Набережная, 29, тел. 8 (3532) 77-56-70, факс 8 (3532) 77-06-60; e-mail: geocol-onc@mail.ru).

LITERATURA

1. Vladov Ju.R., Vladova A.Ju. Postroenie i modelirovanie sistem intellektual'nogo upravlenija sostojaniem tehnogennyh ob'ektov: monografija. Orenburg: ООО ИПК «Universitet», 2013. 243 s.
2. Nesterenko M.Ju. Geojekologija nedr neftegazonosnyh rajonov Juzhnogo Predural'ja. Ekaterinburg: UrO RAN, 2012. 132 s.
3. Patent RF RU 2158942, МПК7 G01V 3/12, 29.10.1999.
4. Patent na poleznuju model' № 18314, МПК G01V, 20.02.2001.
5. Patent RF № 2423306, МПК: B65G 5/00; G01V 11/00; E21B 47/00, 24.02.2010.
6. Instrukcija po proizvodstvu markshejderskih rabot. Utv. postanovleniem Gosgortehnadzora Rossii № 73 ot 06.06.2003. Moskva, 2003.
7. Rukovodstvo po sozdaniju i rekonstrukcii gorodskih geodezicheskih setej s ispol'zovaniem

- sputnikovyh sistem GLONASS/GPS. М.: CNIIGAiK, 2003. 182 s.
8. Gol'dshtejn G.Ja. Innovacionnyj menedzhment. Taganrog: Izd-vo TRTU, 1998. 132 s.
 9. Postroenie geodinamicheskikh poligonov jekspluatiruemyh mestorozhdenij uglevodorodov s ispol'zovaniem sejsmologicheskoy seti. Materialy XII Rossijskoj jarmarki innovacionnyh proektov. Nizhnij Novgorod, 2014.

Образец ссылки на статью:

Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Владов Ю.Р., Мозгунова Е.М. Разработка технологии определения геодинамической активности недр разрабатываемых месторождений углеводородов. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 4: 1-14 [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-4/Articles/MYN-2015-4.pdf>).