

УДК: 551.2 (470.41)

Р.Н. Гатиятуллин, П.И. Кашуркин, М.Х. Рахматуллин, А.Р. Баратов
Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть», Казань
tgru@tatneft.ru

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЮГО-ВОСТОКА ТАТАРСТАНА

Ромашкинское месторождение нефти, занимая большую часть площади юго-востока Татарстана, входит в десятку супергигантских месторождений углеводородного сырья мира, что с геодинамической точки зрения предопределяет эту территорию к категории регионов земной коры с неустойчивыми деформационными характеристиками. В этой связи на данной территории необходимо осуществлять детальный мониторинг геодинамических и других процессов и на его основе вычленять сценарии возможных негативных последствий нефтепромысловой деятельности.

Ключевые слова: Ромашкинское месторождение нефти, супергигантские месторождения углеводородного сырья, геодинамический мониторинг, неустойчивые деформационные характеристики.

Система геодинамического мониторинга ОАО «Татнефть» помимо собственных лицензионных территорий НГДУ охватывает и площади месторождений независимых нефтяных компаний (Рис. 1). В их числе 3 крупнейших высокопродуктивных месторождения юго-востока Татарстана: Ромашкинское, Ново-елховское и Бавлинское, давших 90,4% всей добытой нефти республики.

Учет современной аномальной геодинамики недр в регионе осуществляется путем реализации двух основных мероприятий:

- 1) создание геодинамического полигона (ГДП);
- 2) развитие локальной сети сейсмологических станций.

По экспертным оценкам ведущих специалистов в области современной геодинамики, в т.ч. доктора физ.-мат.

наук профессора Кузьмина Ю.О. (исполнительный директор Института Физики Земли РАН), на сегодняшний день ОАО «Татнефть» создало лучшую в России, наиболее слаженно функционирующую систему геодинамического мониторинга на своей лицензионной территории. Подобной комплексной и детальной сети, состоящей из пунктов высокоточного повторного нивелирования (ГДП) и сейсмологических станций, не имеет ни одна ведущая российская компания на разрабатываемых месторождениях углеводородного сырья.

Геодинамический полигон юго-востока Татарстана представляет собой высокоточную региональную нивелирную сеть, спроектированную в виде сплошной одно-ранговой высотной сети. Она тремя поясами профилей

Окончание статьи Н.С. Гатиятуллина, Е.А. Тарасова, Т.В. Гилязовой, В.Б. Либермана, А.Р. Баратова «Выполнение федеральных программ в Татарском геологоразведочном управлении...»

N.S. Gatiyatullin, E.A. Tarasov, T.V. Gilyazova, V.B. Liberman, A.R. Baratov. **Implementation of Federal Programs in Tatar Geological Exploration Department of JSC «Tatneft»**

This article deals with works carried out in Tatar Geological Exploration Department under the Government contracts with the Ministry of Natural Resources of Russia. The main ones are drilling of four support-parametric wells; geological and geophysical works on prediction of technogenic earthquakes on the Romashkino and Kazan geodynamic ground; resource potential assessment of fresh groundwater of Volga-Sura and Kama-Vyatka artesian basins; case studies under the Contract «Regional geophysical works on the territory of the North-Tatar Arch, Melekessky depression, South-Tatar Arch, with a reinterpretation of regional seismic profiles in the areas of jointing of major tectonic elements» etc. In total from 2002 to 2012 Tatar Geological Exploration Department has participated (as a contractor or co-contractor) in the execution of 13 federal programs.

Keywords: Government contract, parametric wells, earthquakes, fresh groundwater, complex interpretation, migration, prediction, oil and gas bearing, information model.

Накин Салахович Гатиятуллин
Доктор геол.-мин. наук, начальник Татарского геологоразведочного управления ОАО «Татнефть»
Тел.: (843) 292-67-71

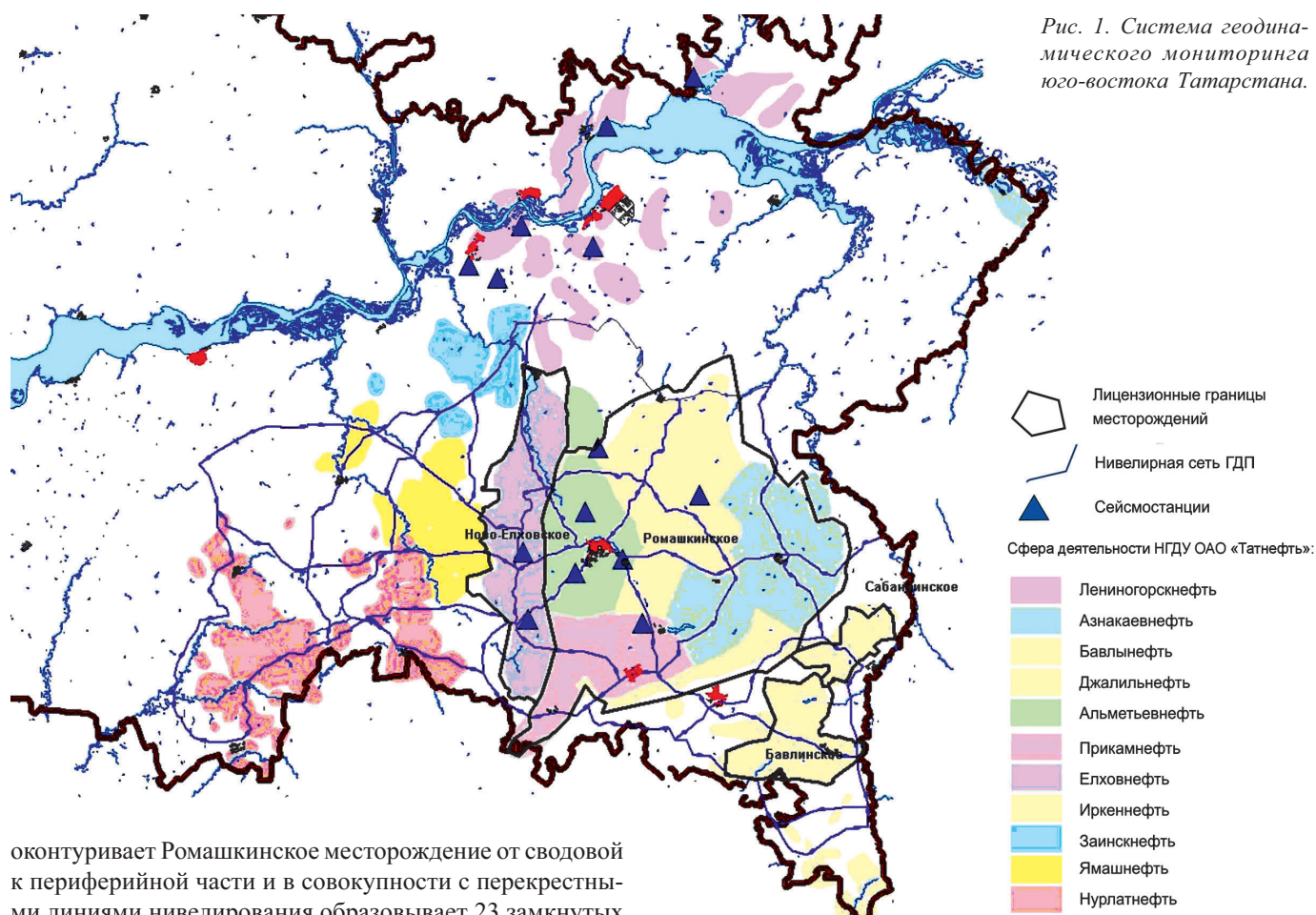
Евгений Александрович Тарасов
Начальник геологического отдела
Тел.: (843) 292-75-34

Татьяна Владимировна Гилязова
Заместитель главного геолога
Тел.: (843) 292-93-06

Владимир Борисович Либерман
Начальник Информационно-аналитического центра
Тел.: (843) 292-92-84

Азиз Рауфович Баратов
Начальник НПЦ «Геодинамика»
Тел.: (843) 292-15-24

Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть». 420111 г. Казань, ул. Чернышевского, 23/25.



оконтуривает Ромашкинское месторождение от сводовой к периферийной части и в совокупности с перекрестными линиями нивелирования образует 23 замкнутых полигона с общей длиной ходов 1600 км.

Общей целью системы повторных высокоточных нивелирных наблюдений является получение количественных характеристик вертикальных движений земной поверхности в пределах юго-востока Татарстана, вызванных техногенными процессами, связанными с разработкой нефтяных месторождений, а также изучение закономерностей их проявления и динамики развития.

Внешние очертания региональной нивелирной сети с запада, юга и востока подчеркиваются внутренними (западная граница Нурлатского района) и внешними административными границами РТ, а с севера – р. Кама.

При разработке проекта были выбраны следующие основные критерии:

1. Расположение опорных пунктов сети за пределами зон активной добычи нефти;
2. Учет геологических и геоморфологических условий территории ГДП;
3. Оптимальная геометрия проектируемой сети;
4. Возможность совместного проведения нивелирных и спутниковых измерений.

Конфигурация схемы проекта региональной нивелирной сети разрабатывалась с учетом геолого-геофизических особенностей региона, расположением границ нефтяных месторождений независимых нефтяных компаний и ОАО «Татнефть», с максимальным привлечением государственных высокоточных линий нивелирования, а также нивелирных профилей Ромашкинского геодинамического полигона. Геометрия сети выбиралась в соответствии с требованиями, методическими рекомендациями и положениями к структурному построению техногенного геодинамического полигона.

динамического полигона.

Высокоточная региональная нивелирная сеть спроектирована в виде сплошной одноранговой высотной сети. Проектные местоположения пунктов геодинамического полигона определены с учетом геолого-геофизических условий, в частности, расположением сводов нефтяных месторождений. При выборе проектных мест для установки грунтовых реперов были использованы следующие картографические материалы:

1. Тектоническая карта территории РТ, М 1:500 000;
2. Карта районирования карстовых опасностей РТ, М 1:500 000;
3. Карта инженерно-геологических условий РТ, М 1:500 000;
4. Схема расположения нефтяных месторождений юго-востока Татарстана;
5. Схема расположения сети нивелирования II класса повышенной точности существующего Ромашкинского геодинамического полигона;
6. Схема расположения высокоточных государственных нивелирных сетей;
7. Карта градиентов скоростей вертикальных движений Прикамья и Среднего Поволжья.

Структура сети обусловлена региональными нивелирными линиями широтного и меридионального направления, которые предназначены для наблюдения за развитием вертикальных деформационных процессов по данным профилям. Местоположение региональных профильных линий запроектировано таким образом, что они пересекают сводовые части нефтяных месторождений. Кроме

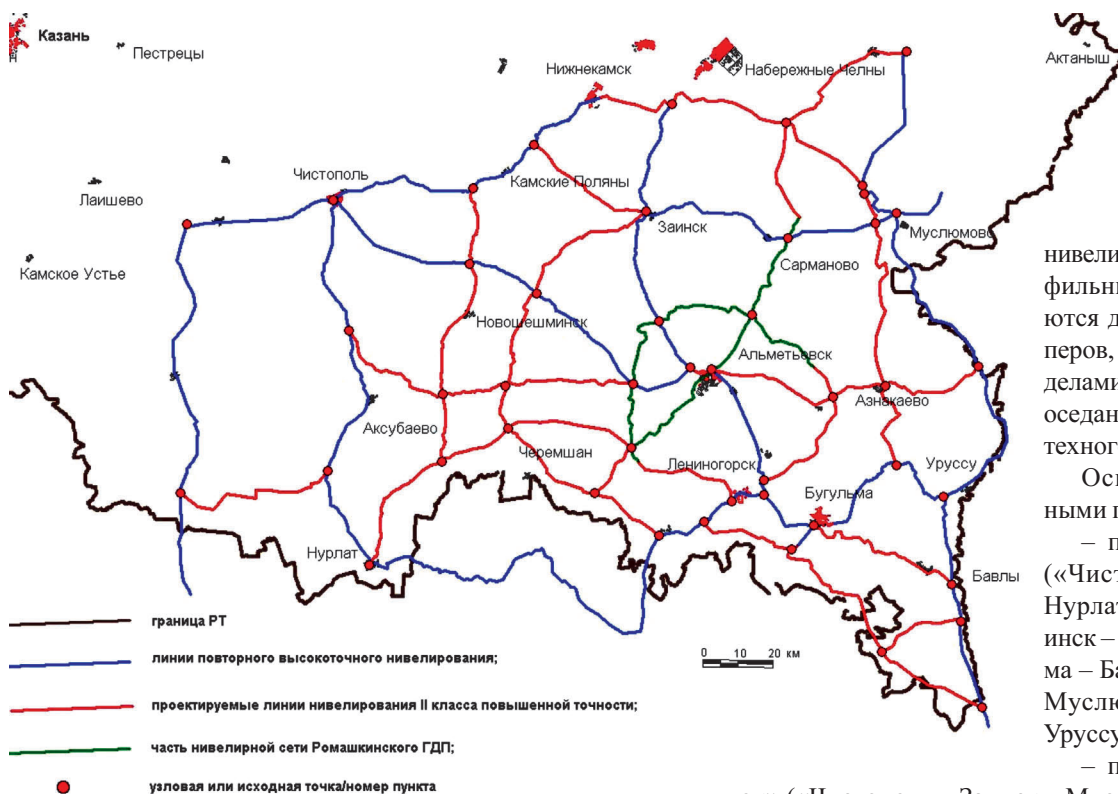


Рис. 2. Схема проекта нивелирной сети геодезического полигона на юго-востоке Татарстана.

нивелирной сети (Рис. 2). Профильные линии прокладываются до кустов опорных реперов, закладываемых за пределами предполагаемой зоны оседания (за зонами действия техногенных процессов).

Основными региональными профилями являются:

- профили «север-юг» («Чистополь – Аксубаево – Нурлат»; «Наб.Челны – Заинск – Альметьевск – Бугульма – Бавлы»; «Мензелинск – Муслимово – Азнакаево – Уруссу – Бавлы»);
- профили «запад-восток» («Чистополь – Заинск – Муслимово»; «Аксубаево – Альметьевск – Азнакаево»; «Нурлат – Шугурово – Бугульма – Уруссу»);
- профиль «северо-запад – юго-восток» («Чистополь – Альметьевск – Бугульма – Бавлы»).

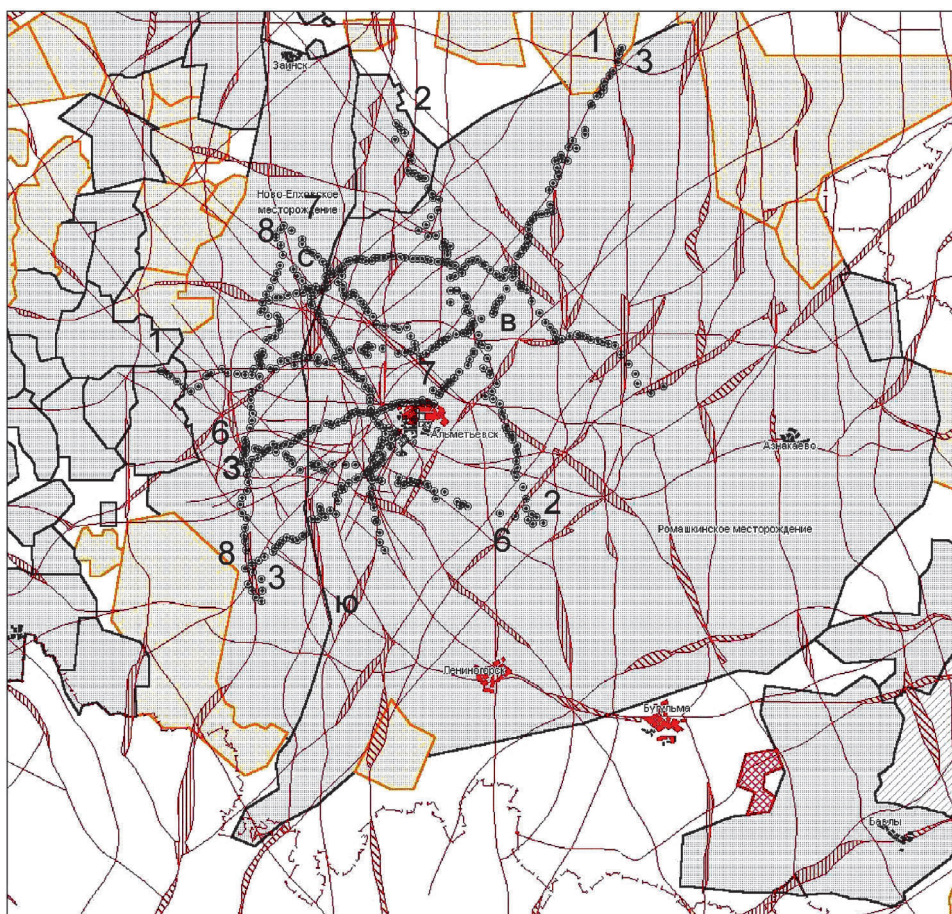
Система региональных профильных линий образует свободную нивелирную сеть, которая является недо-

статочно жестким геодезическим построением. Для придания жесткости сети, а также в целях наблюдения за развитием вертикальных деформационных процессов в плане дополнительно запроектированы концентрические полигоны.

статочным жестким геодезическим построением. Для придания жесткости сети, а также в целях наблюдения за развитием вертикальных деформационных процессов в плане дополнительно запроектированы концентрические полигоны.

Первое концентрическое построение полностью охватывает сводовую часть Ромашкинского нефтяного месторождения.

Второй опоясывающий контур на востоке и юге проходит по периферии сводовой части Ромашкинского месторождения, на западе пересекает месторождения независимых нефтяных компаний и ОАО «Татнефть».



ПЛАН СХЕМА
геодезической сети повторного нивелирования на Ромашкинском месторождении нефти

- граница РТ
- месторождения нефти и их границы
- разломы земной коры
- региональные разломы земной коры
- пункт нивелирной сети

Рис. 3. Структура Ромашкинского геодезического полигона.

Третье, внешнее концентрическое построение, на западе и частично на севере и юге проходит по периферии месторождений независимых нефтяных компаний, а на востоке обрамляет восточные контуры месторождений ОАО «Татнефть». Можно ожидать, что деформационные процессы, протекающие в районах активной добычи нефти, практически не достигнут этого контура.

Таким образом, запроектированная региональная нивелирная сеть образует 23 замкнутых полигона; общая длина ходов составляет 1600 км.

На местности нивелирная сеть закреплена как вновь заложенными нивелирными знаками, так и обследованными геодезическими пунктами и нивелирными реперами. На все заложенные нивелирные знаки составлены абрисы с описанием местоположения реперов. Всего установлено 826 нивелирных и геодезическими знаков, из ко-

торых 13 фундаментальных, 686 грунтовых, 16 стенных репера, 25 стенных марок, 68 пунктов полигонометрии глубокого заложения и 18 пунктов триангуляции.

Проект нивелирной сети позволяет решать многие задачи, поставленные перед деформационной сетью регионального уровня, а также позволяет разнести единую систему высот по всей исследуемой территории и в дальнейшем скоординировать исследования вертикальных смещений локального уровня.

Геодезические наблюдения на юго-востоке Татарстана начались с 1991 года в пределах западной части Ромашкинского месторождения (район сейсмической активности в то время) методом повторного нивелирования.

При создании нивелирного полигона местоположение нивелирных профилей выбиралось исходя из характера распределения эпицентров местных землетрясений и выявления особенностей сейсмического режима.

Нивелирная сеть **Ромашкинского геодинимического полигона** состоит из 7 региональных и 2 локальных профилей (Рис. 3).

Повторные нивелирные наблюдения по всем региональным профилям выполнены в 1991-1993 гг., 1995 г., 2001 г. Наблюдения по локальным профилям были выполнены в 1992-1993 гг., 1995 г., 1996 г., 1998-2001 гг. Однако, начиная с 2002 г нивелирные наблюдения на Ромашкинском полигоне, выполнялись лишь по отдельным региональным профилям.

В 2003-2004 гг. были выполнены геодезические работы по расширению нивелирной сети с охватом всех нефтяных месторождений, расположенных на юго-востоке Татарстана, что позволило с 2006 года заложить на ГДП начальную эпоху региональных наблюдений методом геометрического нивелирования II класса по нивелирным профилям, проложенным по месторождениям ОАО «Татнефть» и НКК.

Анализ полученных данных, проведенный по региональным профилям на территории нефтяных месторождений юго-востока Татарстана, указывает на отсутствие обширных просадок земной поверхности (мульд сдвижения), которые характерны для месторождений угля и руды, но являются чрезвычайно редким явлением на месторождениях нефти и газа.

Локальная сейсмологическая сеть юго-востока Татарстана состоит из 14 периферийных пунктов регистрации (8 на юго-востоке Татарстана, включая пункт наблюдений на Ашальчинском месторождении



Рис. 4. Местоположение сейсмических пунктов наблюдения на юго-востоке Татарстана.

сверхвязких нефтей; 6 на северо-востоке республики на территории деятельности НГДУ «Прикамнефть») и единого центра сбора и обработки информации на базе ТГРУ в пгт. Нижняя Мактама (Рис. 4). Конфигурация сети разрабатывалась исходя из задач непрерывного мониторинга сейсмической активности территории, регистрации местных, включая слабой интенсивности, землетрясений.

Изучение сейсмического режима юго-востока Татарстана началось в первой половине 80-х годов в связи с проявлением местной сейсмичности. В начальный период наблюдения за местными землетрясениями велись с использованием передвижных сейсмических станций магнитной записи с меняющейся конфигурацией сети наблюдений. В 1995-1996 гг. по заданию АО «Татнефть» силами ТГРУ совместно с МО РФ была развернута локальная сеть, состоящая из 9 стационарных короткопериодных высокочувствительных сейсмических станций и центра сбора и обработки данных в г. Альметьевск, работающая в режиме реального времени. В 2002-2004 гг. была проведена модернизация системы наблюдений с установкой в 5 периферийных пунктах наблюдения высокочувствительных скважинных сейсмоприемников на глубине 300м в специальных скважинах. В конце 2005 г. наблюдения были прекращены ввиду отсутствия финансирования.

После ощутимого землетрясения 2008 г., вызвавшего серьезную обеспокоенность у населения, началось восстановление службы сейсмического контроля территории с использованием цифровых сейсмических станций и расширением сейсмической сети на северо-восток. Восстановление данной сети проводилось согласно утвержденной программе «Развитие сети сейсмических наблюдений на территории деятельности ОАО «Татнефть», включая Прикамскую зону и Ашальчинское месторождение битумов». Завершилась программа создания локальной сети сейсмических станций в 2011 году пуском всех периферийных пунктов в режим регистрации в реальном времени происходящих сейсмических событий.

С началом сейсмического мониторинга в этом регионе зарегистрировано 46 слабых землетрясений с эпицентрами расположенными преимущественно в местах активной добычи нефти, с глубиной очагов от 2 до 15 км. По последним данным, часть землетрясений происходит в месте возникновения очага в 2008 году, что говорит о продолжении сейсмической активности на юго-востоке Татарстана. Регистрация землетрясений производится с высокой степенью точности параметров (координаты, глубина, время в очаге), что позволяет судить о причинах их возникновения (тектонический или техногенно-индуцированный факторы).

При отсутствии локальной сети было бы невозможно зафиксировать землетрясения энергетическим классом 7 и более слабые толчки, т.к. они регистрируются на расстоянии от 10-15 до 50 км. За время наблюдения за сейсмичностью с 1982 года, на юго-востоке Татарстана произошли 5-6 балльные землетрясения в районах г. Альметьевск (1986, 1990 гг.), г. Заинск (1988 г.) и в районе г. Елабуга (1988 г.). Всего здесь с 1982 по 2005 гг. произошло более 700 землетрясений (с учетом пропусков по графику повторяемости) с энергетическими классами $K \geq 4$ (магнитуда $M \geq 0$), из которых примерно 60 имели интенсивность от 4 до 7 баллов.

Ромашкинское месторождение нефти, занимая большую часть площади юго-востока Татарстана, входит в десятку супергигантских месторождений углеводородного сырья мира, что с геодинамической точки зрения предопределяет эту территорию к категории регионов земной коры с неустойчивыми деформационными характеристиками. В этой связи на данной территории необходимо осуществлять детальный, метрологически обеспеченный мониторинг геодинамических и др. процессов, проводить многовариантную интерпретацию наблюдений и на их основе вычленять сценарии возможных негативных последствий нефтепромысловой деятельности.

Такая комплексная система диагностики геодинамического состояния земной коры нефтяного района Татарстана позволит определять риски технологического воздействия при эксплуатации нефтяных залежей, прогнозировать их события, последствия, а главное, выработать стратегию превентивных мероприятий.

R.N. Gatiyatullin, P.I. Kashurkin, M.Kh. Rahmatullin, A.R. Baratov. **Complex System of Geodynamic Monitoring of the South-East of the Republic of Tatarstan**

Romashkino oil field, taking up the biggest part of the South-Eastern territory of Tatarstan, is one of the ten supergiant hydrocarbon fields of the world that from the geodynamical point of view predetermines this territory to the category of the Earth's crust regions with unstable deformation characteristics. In this regard, it is necessary to conduct detailed monitoring of geodynamic and other processes on this territory and to distinguish scenarios of possible negative consequences of oil industry on the basis of detailed monitoring.

Keywords: Romashkino oil field, supergiant hydrocarbon fields, geodynamic monitoring, unstable deformation characteristics.

Рамиль Накипович Гатиятуллин

Зам. начальника Татарского геологоразведочного управления по НИ и тематическим работам
Тел.: (843) 292-93-55

Петр Иванович Кашуркин

Заместитель начальника научно-производственного центра «Геодинамика»
Тел.: (843) 292-92-14

Малик Хамидович Рахматуллин

Канд. физ.-мат. наук, заместитель начальника научно-производственного центра «Геодинамика»
Тел.: (8553) 30-14-59

Азиз Рауфович Баратов

Начальник научно-производственного центра «Геодинамика»
Тел.: (843) 292-15-24

Татарское геологоразведочное управление (ТГРУ ОАО «Татнефть»). г. Казань, ул. Чернышевского, 23/25.