

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КЕНКИЯК (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Ш. К. Айтказинова, Ж. Д. Байгурун, Ж. Г. Адилев, А. Б. Бергенгалиев,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Работа направлена на создание комплексной системы геодинамического мониторинга с целью контроля современных деформаций земной поверхности, которые могут возникнуть как под воздействием природных явлений, так и в результате технологических процессов на Кенкиякском нефтегазовом месторождении. Данный мониторинг также помогает предсказать потенциальные негативные последствия и обеспечить промышленную и экологическую безопасность при добыче полезных ископаемых.

Ключевые слова: месторождение, деформационные процессы, мониторинг, нивелирование, GNSS-измерения, прогноз, InSAR, дистанционное зондирование.

Для цитирования: Айтказинова Ш. К., Байгурун Ж. Д., Адилев Ж. Г., Бергенгалиев А. Б. Геодинамический мониторинг на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан) // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 62-68. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_62_68.

GEODYNAMIC MONITORING ON KENKIYAK FIELD (REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)

Sh. K. Aitkazanova, Zh. D. Baigurin, J. G. Adilov, A. B. Bergengaliyev,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The work is aimed at creating an integrated geodynamic monitoring system in order to control modern deformations of the earth's surface, which can occur both under the influence of natural phenomena and as a result of technological processes at the Kenkiyak oil and gas field. This monitoring also helps to predict potential negative consequences and ensure the industrial and environmental safety of mining.

Keywords: deposit, deformation processes, monitoring, leveling, GNSS measurements, forecast, InSAR, remote sensing.

For citation: Aitkazanova Sh. K., Baigurin Zh. D., Adilov J. G., Bergengaliyev A. B. Geodynamic monitoring on Kenkiyak field (Republic of Kazakhstan). Surveying and subsoil use. 2024;(2):62-68. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_62_68.

Целью данного исследования является обеспечение комплексной безопасности систем и объектов на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан). Безопасность охватывает не только аспекты промышленности, но также относится к экологическим и геодинамическим аспектам. Для достижения этой цели предлагается использовать многофункциональный мониторинг природных и природно-технологических сейсмических и деформационных процессов [1].

В рамках комплексного контроля геодинамического состояния недр на месторождении Кенкияк выделяются такие задачи, как:

- ♦ организация и периодический мониторинг текущих деформационных процессов в геологической среде, что включает в себя наблюдение за изменениями в структуре и состоянии недр;
- ♦ своевременное обнаружение аномальных геодинамических процессов, которые могут иметь природное

(тектогенное) происхождение, а также техногенное происхождение. Это важно для предупреждения потенциальных рисков и минимизации их негативных последствий [2];

- ♦ разработка и внедрение мероприятий, направленных на устранение факторов, воздействующих на геодинамическое состояние, с целью снижения риска и минимизации возможных негативных последствий. Эти мероприятия могут включать в себя изменения в технологических процессах и методах добычи [3];
- ♦ систематический сбор, обработка и долгосрочное хранение данных о геодинамическом состоянии компонентов геологической среды. Это важно для анализа и прогнозирования изменений в будущем;
- ♦ оценка недр и условий недропользования, что включает в себя оценку резервов, геологических условий и параметров месторождения [4].

Важно отметить, что перспективные и текущие задачи решаются в определенной последовательности и с учетом изменений в месторождении и геологических условиях. Это может включать в себя корректировки параметров, такие как бурение новых скважин, изменение пластового давления, объемов добычи и реагирование на деформированное состояние массива недр. Такой подход обеспечивает эффективное управление месторождением с учетом изменяющихся условий [5].

Материал и методы

Результаты комплексного геодинимического мониторинга служат фундаментом для разработки и применения различных методов, которые обеспечивают точное выявление и отслеживание ключевых геодинимических процессов.

Этот комплекс методов включает в себя:

- ✦ высокоточное нивелирование второго класса, способное обнаруживать интенсивные деформации в зонах разломов и изменения в высоте земной поверхности вдоль линий смещения;
- ✦ результаты высокоточных GPS-измерений, которые позволяют отслеживать вертикальное и горизонтальное перемещение горных массивов и следить за развитием процессов опускания и поднятия земной поверхности.

С 2010 года на территории месторождения Кенкияк проводятся исследования, направленные на оценку уровня и масштабов деформационных процессов природного и техногенного происхождения. Для этой цели применяются многократные высокоточные геодезические и геофизические измерения, проводимые на специально оборудованных точках геодинимического полигона, созданного на территории месторождения Кенкияк. С 2010 по 2022 год было проведено 14 циклов комплексного геодинимического мониторинга, а также использованы методы InSAR для дополнительной оценки динамики изменений на данной территории.

Результаты и обсуждение

Основные приоритетные результаты реализации программ комплексного геодинимического мониторинга недр на территории месторождения Кенкияк осуществлялись совместно с ТОО «Жаназол Мунай Сервис» с 2010 по 2022 год. Анализ организации геодинимического мониторинга недр на территории месторождения Кенкияк в целях обеспечения промышленной безопасности при использовании месторождения и предотвращения возможных геодинимических процессов с использованием полученной информации о текущем состоянии месторождения и возможной разработке геодинимических процессов в горных породах в виде вертикальных и горизонтальных смещений и деформаций позволяет осуществлять прогнозирование.

Для решения поставленной задачи была применена методика нивелирования II класса повышенной точности. Данная методика надежно выявляет существенные локальные аномалии современных вертикальных движений земной поверхности с амплитудами от 3–5 мм и выше. Также в относительной степени ускоряется процесс проведения нивелирования по профилям и полигонам. Такая методика обеспечивает высокую точность наблюдений. Средние квадратические случайные ошибки нивелирования – порядка плюс или минус 1,2–1,5 мм/км [6, 7].

Нивелирные наблюдения на месторождении Кенкияк организованы в форме шести профилей. Профили 1-1, 2-2, 3-3 и 4-4 пересекают все основные особенности карбонатного массива месторождения Кенкияк, в том числе они проходят по простиранию, а также вкрест простиранию месторождения. Характерно то, что профили проложены через области максимальной добычи. Это позволяет оценивать аномальные деформации земной поверхности, обусловленные процессами разработки. На рисунке 1 (см. цветную вклейку на стр. 48) показано местоположение всех разломных зон по залежам месторождения и расположение наблюдательных пунктов.

Нивелирный профиль 1-1 проходит непосредственно по простиранию структуры Кенкияк-подсолевой (рис. 2). С северо-запада на юго-восток профиль 1-1 проходит через скважины № 105, 7001, 7031, 8057А, 8061, 8022, 8067А, 234, 8002, 8045. Общая протяженность профиля 1-1 составляет 10 км.

Как следует из анализа кривой нивелирования в период между осенью 2010 года и осенью 2011 года, временной интервал между измерениями составляет практически 1 год. Этот факт позволяет провести естественную селекцию возможных сезонных (зима – лето) деформаций земной поверхности и полагать, что данный фактор-помеха исключен из дальнейшего анализа. Морфологический анализ кривых показывает, что имеет место три аномалии типа γ в форме локального пикообразного оседания земной поверхности.

Первая аномалия (GN-27) типа γ имеет амплитуду порядка 14 мм и ширину 0,5 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину порядка $5,6 \times 10^{-5}$.

Вторая аномалия – с центром в районе репера GN-31. Эта аномалия типа γ с амплитудой порядка 17 мм и шириной 0,5 км. Величина среднегодовой относительной деформаций равна $6,8 \times 10^{-5}$.

Третья по порядку γ аномалия (GN-33) имеет амплитуду 40 мм и ширину около 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация для данной аномалии чрезвычайно высока – $1,3 \times 10^{-4}$.

В период между осенью 2013 года и осенью 2014 года появляется еще одна аномалия типа γ (№ 4) – с центром в районе репера GN-17. Ее амплитуда составляет 18 мм, а ширина – порядка 0,6 км. Среднегодовая величина относительной деформации составляет 6×10^{-5} .

Кроме того, в период между осенью 2015 года и летом 2016 года появляются еще три аномалии типа γ : № 5, 6 и 7.

Пятая аномалия – с центром в районе репера GN-5 – имеет амплитуду порядка 60 мм и ширину около 0,9 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину порядка $1,3 \times 10^{-4}$.

Шестая по счету аномалия (GN-9) имеет амплитуду порядка 30 мм и ширину примерно 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину $1,0 \times 10^{-4}$.

Седьмая аномалия (GN-25) типа γ имеет амплитуду порядка 28 мм и ширину 0,6 км. Величина относительной деформации равна $\sim 1,0 \times 10^{-4}$.

И, наконец, восьмая по счету аномалия (GN-2) проявлялась между циклами осень 2019 года – лето 2020 года. Данная аномалия имеет амплитуду порядка 68 мм и ширину примерно 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация этой

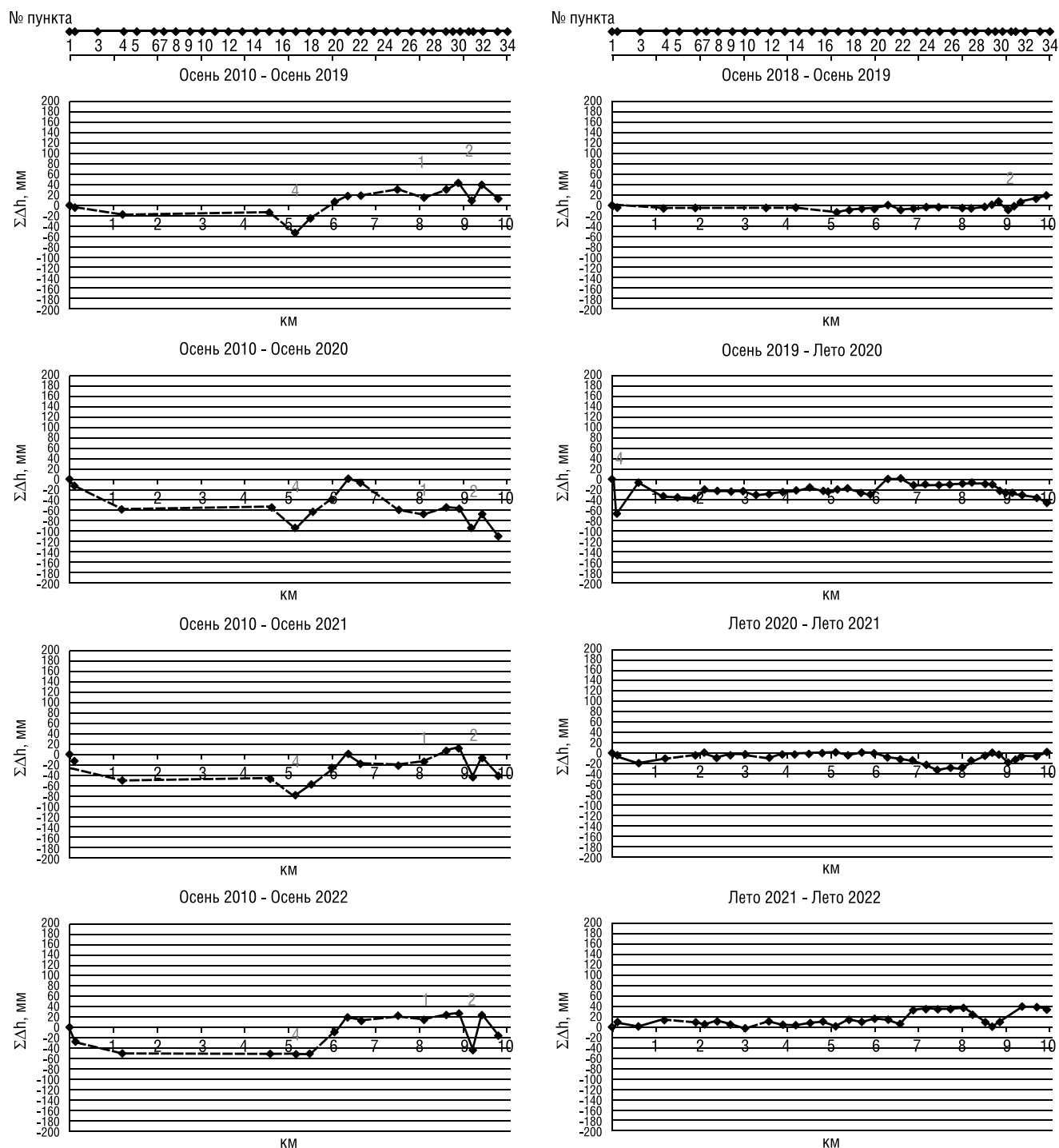


Рис. 2. Результаты повторных нивелирных наблюдений на профиле 1-1, представленные в «эволюционной» (слева) и «пульсационной» (справа) форме
 Fig. 2. The results of repeated leveling observations on profile 1-1, presented in the «evolutionary» (left) and «pulsation» (right) forms

аномалии чрезвычайно высока и составляет величину порядка $2,2 \times 10^{-4}$.

Существенно важную информацию для оценки развития аномалий во времени имеют «пульсационные» кривые. Совместный анализ кривых в циклах 2011-2012 годов, 2012-2013 годов, 2013-2014 годов, 2014-2015 годов, 2015-2016 годов, 2016-2017 годов, 2017-2018 годов и 2018-2019 годов указывает на то, что активно развивается во времени только аномалия № 1 (GN-27), № 2 (GN-31) и № 4 (GN-17). При этом видно, что в цикле 2016-2017 годов вновь продолжает развитие аномалия № 1. К 2017 году наблюдений амплитуда

аномалии № 1 (GN-27) составила 126 мм. Величина накопленной относительной деформации для данной аномалии высока — $5,0 \times 10^{-4}$. К 2019 году наблюдений амплитуды аномалий № 2 (GN-31) и № 4 (GN-17) составили 31 мм и 61 мм соответственно.

Результаты GPS-наблюдений

GPS-мониторинг проводится для оценки современного деформационного состояния недр месторождения Кенкияк. Для достижения высокой точности GPS-измерения осуществляются только относительным методом. Этот метод базируется на измерении направленного отрезка (вектора)

между фазовыми центрами антенн двух приемников, на основе набора сигналов, принятых от одного и того же набора спутников в течение интервала наблюдений. Применение относительного метода позволяет измерять линии с миллиметровой точностью. При этом используются только двухчастотные типы приемников, обеспечивающие возможность приема сигналов спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (L1/L2/L5) и высокоточные антенны с горизонтальным отражателем для подавления многолучевости [8, 9].

GPS-наблюдения были выполнены на 35 пунктах, из них 3 – опорных пункта (GPS-5, GPS-18 и GPS-24), 32 – рядовых пункта. На *рисунке 3* (см. цветную вклейку на стр. 48) представлена схема фактического размещения GPS-пунктов на территории месторождения Кенкияк. Основная часть GPS-пунктов сосредоточена в пределах сводовой части месторождения с повышенными величинами эффективных нефтенасыщенных толщин. Часть GPS-пунктов размещена рядом с нивелирными пунктами, совмещенными с гравиметрическими.

По аналогии с анализом результатов повторного точного нивелирования были проанализированы графики изменения высот GPS-пунктов, полученные за период между циклом 1 (2010 г.) и циклом 14 (2022 г.). При построении графиков высот были использованы высоты GPS-пунктов, в наблюдениях участвовали 29 GPS-пунктов. Выполненный анализ изменения высот по 29 GPS-пунктам показал, что графики нескольких GPS-пунктов могут быть разделены на отдельные деформационные участки [10]. Особый интерес представляют GPS-пункты, расположенные на трех участках с интенсивными проседаниями и поднятиями земной поверхности, развивающимися во времени (*рис. 4*, см. цветную вклейку на стр. 48).

Повторные высокоточные GPS-измерения позволяют вычислять и горизонтальную компоненту движений GPS-пунктов (*рис. 5*, см. цветную вклейку на стр. 48). Векторы горизонтального смещения большинства пунктов ориентированы в сторону намечившегося проседания земной поверхности, в сторону центральной части месторождения: территория Кенкияк-надсолевое и северо-западная часть первого блока по толще КТ-II.

Из анализа *рисунка 5* следует вполне закономерное площадное распределение векторов горизонтальной компоненты по площади месторождения. Все стрелки векторов горизонтального смещения за период 2010–2022 годов направлены в центральную часть месторождения, в зону максимального оседания земной поверхности. При этом длина векторов закономерно уменьшается ближе к зоне максимального оседания. И это понятно, так как движение векторов при приближении к зоне проседания сдерживается встречным движением массивов горных пород с противоположной стороны.

Ниже приведены результаты космического мониторинга вертикальных смещений земной поверхности месторождения Кенкияк по данным космических радарных съемок. Модель вертикальных смещений земной поверхности на территории месторождения за период наблюдений с мая 2017 года по октябрь 2022 года была получена путем автоматизированной обработки радарных снимков по методу интерферометрии Persistent Scatterers [11, 12]. Этот вариант радарной интерферометрии характеризуется точностью оценки сме-

щений 2–4 мм в год. Поскольку площадь месторождения Кенкияк значительно меньше размеров кадра съемки Sentinel-1, была сделана вырезка из всех снимков, оконтуривающая с незначительным буфером территорию месторождения (*рис. 6*). После этого дальнейшая обработка выполнялась только на территории этой вырезки.



Рис. 6. Территория месторождения Кенкияк для анализа данных радиолокационных съемок на оптическом космоснимке

Fig. 6. The territory of the Kenkiyak deposit for the analysis of radar survey data on an optical satellite image

Ограниченность применения КРИ из-за потери точности, связанной с влиянием атмосферных помех в интерферометрическую фазу [13–15], купируется разработанным методом прямого исключения атмосферного сдвига и фазы каждого радиолокационного сигнала интерферометрической пары. При этом точность повышается на 20 % и более.

Заключение

Комплексный анализ и интерпретация результатов геодинимического мониторинга на территории месторождения Кенкияк, полученных в 2010–2022 годах, позволил сформулировать следующие выводы:

1. По результатам анализа нивелирных наблюдений на месторождении Кенкияк выявлены локальные деформации современных движений земной поверхности типа γ , которые приурочены к зонам разломов и областям повышенной трещиноватости.
2. Установлено, что основные аномальные изменения вертикальных смещений земной поверхности типа γ в зонах разломов коррелируют со значимыми аномальными вариациями силы тяжести и происходят синхронно.
3. За весь период проведения повторных GPS-измерений на территории месторождения Кенкияк наблюдался процесс проседания земной поверхности во времени преимущественно в зонах максимальных отборов жидкостей по продуктивным горизонтам.
4. Горизонтальное смещение большинства GPS-пунктов ориентированы в сторону намечившегося проседания земной поверхности в сторону центральной части месторождения: территория Кенкияк-надсолевое и северо-западная часть первого блока по толще КТ-II.
5. Все стрелки векторов горизонтального смещения за период 2010–2022 годов направлены в центральную часть

месторождения, в зону максимального оседания земной поверхности. При этом длина векторов закономерно уменьшается ближе к зоне максимального оседания. И это понятно, так как движение векторов при приближении к зоне проседания сдерживается встречным движением массивов горных пород с противоположной стороны. Смещение массивов горных пород по всей территории месторождения продолжается активное развитие и в настоящее время.

6. По данным повторных высокоточных гравиметрических измерений за 12 лет мониторинга выявлен закономерный характер пространственно-временного изменения вариаций силы тяжести. Изменения силы тяжести дифференцированы по площади, и зоны относительного увеличения силы тяжести соответствуют областям максимальных просадок земной поверхности, которые, в свою очередь, сосредоточены в зонах

большого скопления добывающих скважин, что позволяет сделать вывод о связи изменений силы тяжести с процессами разработки месторождения.

В то же время количество годовых циклов контроля от 6 до 8 по этим линиям профиля недостаточно для повышения достоверности прогнозирования рисков условий. Кроме того, традиционные методы высокоточного нивелирования по линиям профиля имеют некоторые недостатки, связанные с тем, что системы глобального позиционирования (GPS) не могут полностью контролировать зоны наблюдения. В отличие от них методы радиолокационной интерферометрии (РИИ) космического базирования позволяют одновременно охватить всю территорию спутниковым изображением, поэтому их следует широко использовать при мониторинге. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по проведению комплексного геомониторинга состояния недр месторождения Кенкияк. - Актобе, 2022.
2. Копылов, И. С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / И. С. Копылов. - Пермь, 2014. - 48 с.
3. Панжин, А. А. Мониторинг геодинамических процессов на горных предприятиях и урбанизированных территориях / А. А. Панжин, Н. А. Панжина // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 3. - С. 171-183.
4. Melnikov, N. N. Geodynamic aspects of the development of offshore oil and gas deposits: Case study of Barents region / N. N. Melnikov, A. I. Kalashnik // Water Resources. - 2011. - № 38. - С. 896-905.
5. Геодезическое обеспечение геодинамического мониторинга объектов недропользования / А. А. Панжин [и др.] // Вестник СГУГиТ. - 2016. - Т. 4, № 36. - С. 26-39.
6. The methodology of monitoring the earth surface displacements during the development of the subsoil / M. G. Nurpeisova, M. Kyrgyzbaeva, O. A. Sarybaev, Sh. K. Aitkazinova // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. - 2015. - Т. 4, № 412. - С. 95-100.
7. Новый подход к повышению точности измерения деформаций земной поверхности методами космической радиолокационной интерферометрии / Б. Б. Имансакипова, Э. О. Орынбасарова, О. О. Сдвижкова, Д. А. Шоганбекова // Сатпаевские чтения - 2022. Тренды современных научных исследований: труды Межд. науч.-практ. конф. - Алматы, 2022. - С. 88-94.
8. Кузьмин, Ю. О. Современная геодинамика опасных разломов / Ю. О. Кузьмин // Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследования на количественной основе. - Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. - Т. 1. - С. 42-46.
9. Кузьмин, Ю. О. Актуальные проблемы оценки геодинамической опасности объектов нефтегазового комплекса / Ю. О. Кузьмин // Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса: мат-лы Всерос. конф. - М.: ТиРу, 2013. - С. 100-113.
10. Сидоров, В. А. Прогноз и контроль геодинамической обстановки в регионах Каспийского моря в связи с развитием нефтегазового потенциала / В. А. Сидоров. - М.: Научный мир, 2010. - 148 с.
11. Сидоров, В. А. Аналитический обзор случаев возникновения и развития сейсмодеоформационных и других событий, связанных с разработкой месторождения нефти и газа / В. А. Сидоров; НИЦ геодинамики и экологии. - М., 2014. - 103 с.
12. Кенесбаева, А. К. Комплексный мониторинг на нефтегазовых месторождениях Казахстана: монография / А. К. Кенесбаева, М. Б. Нурпеисова, Э. О. Орынбасарова. - Дюссельдорф: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. - 125 с.
13. Land Subsidence Related to Coal Mining in China Revealed by L-band InSAR Analysis / L. Zheng, L. Zhu, W. Wang, [et al.] // International journal of environmental research and public health. - 2020. - Vol. 17, № 4. - P. 1170.
14. Zuev, P. Zoning of town on undermined territory using GIS software / P. Zuev, A. Vedernikov // E3S Web of Conferences. - 2020. - Vol. 177. - 7 p.
15. The Detection of Active Sinkholes by Airborne Differential LiDAR DEMs and InSAR Cloud Computing Tools / J. Guerrero, J. Sevil, G. Desir, [et al.] // Remote Sens. - 2021 - Vol. 13, № 16. - P. 3261.

REFERENCES

1. Report on the implementation of complex geomonitoring of the state of the subsoil of the Kenkiyak deposit. Aktobe, 2022 (In Russ.).
2. Kopylov IS. Scientific and methodological foundations of geoecological studies of oil and gas-bearing regions and assessment of geological safety of cities and objects using remote methods. Perm, 2014 (In Russ.).
3. Panzhin AA, Panzhina NA. Monitoring of geodynamic processes at mining enterprises and urbanized territories. *Mining information and Analytical bulletin*. 2007;3:171-183 (In Russ.).
4. Melnikov NN, Kalashnik AI. Geodynamic aspects of the development of offshore oil and gas fields: on the example of the Barents region. *Water resources*. 2011;38:896-905.
5. Panzhin AA et al. Geodetic support of geodynamic monitoring of subsurface use objects. *Bulletin of SGUGiT* (Siberian State University of Geosystems and Technologies). 2016;4(36):26-39 (In Russ.).

6. Nurpeisova MG, Kyrgyzbaeva M, Sarybaev OA, et al. Methodology of monitoring of displacements of the Earth's surface during the development of subsurface resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2015;4(412):95-100.
7. Imansakipova BB, Orynbasarova EO, Sdvizhkova OO, et al. A new approach to improving the accuracy of measuring deformations of the Earth's surface by methods of space radar interferometry. *Proceedings of the international scientific and practical conference «Satpayev readings - 2022. Trends in modern scientific research»*. Almaty, 2022 (In Russ.).
8. Kuzmin YuO. Modern geodynamics of dangerous faults. *Modern geodynamics of Central Asia and dangerous natural processes: results of a quantitative study*. Vol. 1. Irkutsk;2012 (In Russ.).
9. Kuzmin YuO. Actual problems of geodynamic hazard assessment of oil and gas facilities. Materials of the All-Russian conference. *Modern geodynamics of subsurface resources and ecological and industrial safety of oil and gas complex facilities*. Moscow; 2013. (In Russ.).
10. Sidorov VA. Forecast and control of the geodynamic situation in the regions of the Caspian Sea in connection with the development of oil and gas potential. Moscow;2010 (In Russ.).
11. Sidorov VA. Analytical review of the occurrence and development of seismodeforms and other events related to the development of oil and gas fields. Moscow;2014 (In Russ.).
12. Kenesbaeva AK, Nurpeisova MB, Orynbasarova EO. Integrated monitoring in the oil and gas fields of Kazakhstan (Monograph). Dusseldorf;2020 (In Russ.).
13. Zheng L, Zhu L, Wang W, et al. Land Subsidence Related to Coal Mining in China Revealed by L-band InSAR Analysis. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(4):1170.
14. Zuev P, Vedernikov A. Zoning of town on undermined territory using GIS software. *E3S Web of Conferences*. 2020;177:7.
15. Guerrero J, Sevil J, Desir G, et al. The Detection of Active Sinkholes by Airborne Differential LiDAR DEMs and InSAR Cloud Computing Tools. *Remote Sens*. 2021;13(16):3261.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Айтказинова Шинар Касымкановна:
доктор Ph.D,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-0964-3008>,
e-mail: sh.aitkazanova@satbayev.university

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aitkazanova Shynar Kasymkanovna:
Doctor Ph.D,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-0964-3008>,
e-mail: sh.aitkazanova@satbayev.university



Байгури́н Жа́ксыбек Джа́купбекович:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: baygurin@mail.ru

Baygurin Zhaksybek Dzhabupbekovich:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: baygurin@mail.ru



Адилов Жаслан Галымжанович:
бакалавр технических наук,
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0009-8361-8044>, e-mail: zhas-
0101@mail.ru

Adilov Zhaslan Galymzhanovich:
Bachelor of Technical Sciences,
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0009-8361-8044>, e-mail: zhas-
0101@mail.ru



Бергенгалиев Акежан Бериктасович:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: akezhan.beresov@gmail.com

Bergengaliyev Akezhan Beriktasovich:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: akezhan.beresov@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Информируем Вас

Факультет Инженерная академия специальность **Геология**

Целью обучения является подготовка квалифицированных специалистов в области геологии, способных разрабатывать инновационные методы решения производственных задач в области поиска и разведки месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых.

Во время обучения студенты получают знания, формируют навыки и умения в области анализа современного состояния и актуальных проблем геологической науки, поиска и изучения геологической, геофизической, геохимической информации и космических снимков, применения методов комплексных геолого-геофизических исследований, создания трехмерных геологических моделей, приобретают опыт самостоятельной научно-исследовательской, прикладной и педагогической работы. Задачи обучения направлены на привитие навыков ориентирования в аналоговых и цифровых геологических данных, формирование представлений о назначении инновационных методов геолого-геофизических исследований и обработки информации, развитие навыков применения инновационных методов прогноза месторождений полезных ископаемых и ориентирования в специализированных программах при эффективном использовании их возможностей.

Контакты: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. Приемная комиссия (Граждане РФ) +7 (495) 433-95-88, +7 (495) 787-38-27 доп.: 1214. priem@rudn.ru. КОНТАКТ-ЦЕНТР: +7 (499) 936-87-87. information@rudn.ru



WWW.N-GN.RU



МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова – один из крупнейших многопрофильных вузов страны, в котором обучается более девяти тысяч студентов и работает около двух тысяч преподавателей и сотрудников.

Институты, факультеты, кафедры

Институт металлургии, машиностроения и материалов обработки

Институт горного дела и транспорта

Институт энергетики и автоматизированных систем

Институт дополнительного профессионального образования и кадрового инжиниринга МГТУ «Горизонт»

Проектная школа

Контакты: единый контакт-центр: +7 800 100 1934, e-mail: mgtu@magtu.ru; приемная комиссия: +7 3519 33 09 39, e-mail: priem@magtu.ru



WWW.N-GN.RU