Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2024, Том 16, № 2 / 2024, Vol. 16, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2024.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/31NZVN224.pdf

2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Варфоломеев, Ю. А. Геодинамический мониторинг объектов капитального строительства при разработке месторождений нефти и газа / Ю. А. Варфоломеев, Д. Н. Черепанов, Ю. В. Марков, А. В. Прохоров // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/31NZVN224.pdf

For citation:
Varfolomeev Yu.A., Cherepanov D.N., Markov Yu.V., Prokhorov A.V. Geodynamic monitoring of capital construction objects during the development of oil and gas fields. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(2): 31NZVN224. Available at: https://esj.today/PDF/31NZVN224.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 624.953

Варфоломеев Юрий Александрович
Представительство Российской академии архитектуры и строительных наук в Архангельске, Архангельск, Россия
Начальник Представительства
Доктор технических наук, профессор
E-mail: nil-se@mail.ru

Черепанов Денис Николаевич
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, Россия
Аспирант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»
Представительства СЗТО Российской академии архитектуры и строительных наук в Архангельске, Тюмень, Россия
Консультант
E-mail: cherepanovden@mail.ru

Марков Юрий Валерьевич
Представительство Российской академии архитектуры и строительных наук в Архангельске, Архангельск, Россия
Инженер-строитель по специальности «Промышленное и гражданское строительство»
ООО «Станция Проверки Аварийно-Спасательного Имущества», Архангельск, Россия
Главный инженер проектов
E-mail: markov_y_v@mail.ru

Прохоров Алексей Васильевич
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, Россия
Аспирант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»
E-mail: Aleck.prohorov2013@yandex.ru

Геодинамический мониторинг объектов капитального строительства при разработке месторождений нефти и газа

Аннотация. В России эксплуатируется свыше 3 200 месторождений углеводородного сырья. Более 80 % нефтегазовых запасов сосредоточено на удаленных, труднодоступных территориях Западно-Сибирского региона, в том числе в Арктической зоне. Разработка и обустройство месторождений относится к деятельности повышенного экологического риска. При разработке месторождений нефти и газа обязательным условием является проектирование и последующее выполнение комплекса работ: системное наблюдение за техническим состоянием исследуемых объектов, включая геотехнический мониторинг объектов нефтегазовой инфраструктуры и территории добычи; обслуживание нефтепромыслового оборудования, техническая диагностика; своевременное выполнение необходимых ремонтов.

Много месторождений разрабатывают более 20 лет. Особое внимание надо уделять системному мониторингу состояния нефтепромыслового оборудования, срок технической эксплуатации которого превышает нормативные значения либо близок к нему.

Современные технологии космического мониторинга позволяют оперативно фиксировать аварии с нефтегазопромысловым оборудованием, которые случаются во всем мире. Аварии с нефтепродуктами не редко бывают с пожарами и взрывами. Анализ открытой информации показал, что основными причинами аварийности нефтегазового оборудования в России в XXI веке являлись неконтролируемые природные (стихийные) бедствия при неблагоприятном стечении обстоятельств. Промерзание грунтов, неравномерные осадки оснований и фундаментов зданий, сооружений, технологического оборудования создают риски механических повреждений и их накоплений, что может повлечь неконтролируемое прогрессирующее разрушение. Выявлены факты нарушения нормативных сроков технического диагностирования оборудования для обеспечения безопасной эксплуатации месторождений нефти и газа, а также низкое качество работ и не полный их объём, установленный регламентами.

Крупные предприятия нефтегазового комплекса России оснащены современным оборудованием; имеют квалифицированный персонал; высокотехнологичное диагностическое оборудование, а также проекты обеспечения безопасности для максимального снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Описан опыт геотехнического мониторинга на предприятиях Западно-Сибирской нефтегазовой провинции. Для прогнозирования и предотвращения аварий необходимо ускорить работы по внедрению единой национальной государственной геоинформационной системы сбора, хранения и обработки информации о технических характеристиках подконтрольных объектов и количественных показателях мониторинга недр.

Ключевые слова: нефтегазопромысловое оборудование; чрезвычайная ситуация; экологические риски; геодинамический мониторинг; деформации объектов

В настоящее время в Российской Федерации эксплуатируется свыше 3 200 месторождений углеводородного сырья. Более 80 % нефтегазовых запасов сосредоточено на удаленных, труднодоступных территориях Западно-Сибирского региона, в том числе в Арктической зоне. Обеспечение безопасности при строительстве и эксплуатации объектов нефтепромыслов усложняется в зоне вечной мерзлоты. В таких природных условиях нефтепромысловое оборудование подвергается воздействию ветровых и снеговых нагрузок; критически низких температур; атмосферных осадков (дождь, снег, град, обледенение). На прибрежных и островных территориях Северного Ледовитого (Арктического) океана солёные воды активизируют коррозию металлов и иных материалов вследствие воздействия испарений (туманов), разбрызгивания волн.

После извлечения нефти и газа могут происходить геодинамические процессы опускания территории либо её подъема при подключении системы поддержания пластового давления за счёт закачивания в пласт воды. Динамические процессы при разработке и обустройстве нефтегазовых месторождений вызывают масштабные изменения земной поверхности, повышают экологические риски [1]. Неравномерные осадки оснований и фундаментов зданий, сооружений (инженерных коммуникаций, дорог и прочих объектов) создают риски опасных механических повреждений, накопление которых может повлечь неконтролируемое прогрессирующее разрушение [2]. Возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) в системах оборота нефти, газа, топлива из них, всегда наносит ущерб окружающей среде.

Комплекс взаимосвязанных техногенных и природных воздействий влечёт формирование геодинамических полигонов в зонах разработки месторождений [3]. Для контроля изменений следует вести системные геодезические наблюдения за рельефом (а при добыче под водой — за состоянием дна) с учётом множества факторов влияния [4]. Определение динамики закономерностей с использованием современных технологий и высокоточного оборудования позволит модернизировать технологию добычи для исключения либо снижения ущерба экосистемам Севера и Арктики, что особо важно при разработке подводных нефтегазоконденсатных месторождений. Арктическими государствами в настоящее время признаны Российская Федерация (РФ), Норвегия, Исландия, Канада, США, Королевство Дания с Гренландией и Фарерскими островами, Финляндия, Швеция.[1] Крупные техногенные аварии с нефтепродуктами относятся к пожаровзрывоопасным и при стечении неблагоприятных обстоятельств происходят во многих странах.

Цель исследований — определить основные причины и тенденции крупных нефтегазовых аварий и комплексно оценить природоохранное предназначение высокотехнологичного мониторинга геодинамических процессов, применяемого на месторождениях Западно-Сибирской нефтегазовой провинции с учётом актуализируемых законодательных актов РФ.

Задачи: (1) На основании открытых источников, включая научные публикации, местные газеты, широко известные средства массовой информации (СМИ) и прочие, определить основные причины и тенденции крупных техногенных аварий в РФ с нефтью и газом в XXI веке.

(2) Комплексно оценить эффективность высокотехнологичного мониторинга геодинамических процессов, который разработан с учётом специфики условий Ханты-Мансийского месторождения в Западно-Сибирской нефтегазовой провинции и применяется на практике в соответствии с системно актуализируемым национальным законодательством РФ.

По данным отчета в 2022 году, Ростехнадзору подконтрольны 4 089 опасных производственных объектов (ОПО) магистрального трубопроводного транспорта, включая газопроводы, компрессорные и газораспределительные станции, резервуарные парки. Протяженность магистральных линейных трубопроводов составляет порядка 266 тысяч км. В юрисдикции Ростехнадзора числится 8 822 ОПО нефтегазодобывающей промышленности, 4 091 ОПО нефтехимического и нефтегазоперерабатывающего производства. За 2021–2022 год на указанных объектах нефтегазодобычи зарегистрировано 8 открытых фонтанов и выбросов; 10 взрывов и пожаров; 8 разливов нефти вследствие разрушения технических устройств.[2] В связи с тем, что часть месторождений разрабатывается свыше 20 лет, необходимо уделять особое внимание технической диагностике изношенного оборудования для определения его целостности [5]. Для обеспечения безопасности технических устройств необходимо выполнять комплекс работ по контролю за состоянием объектов и оборудования согласно требованиям технического регламента.[3] Аварии с нефтегазопромысловым оборудованием всегда связаны с экологически опасными выбросами нефти, газа, конденсата, продуктов их сгорания при

[1] Арктические государства. Арктический совет // URL: https://arctic-council.org/ru/about/states/.

[2] Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Пр-423 от 24.11.2023.

[3] Федеральный закон РФ от 30.12.2009, № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». С измен. от 02.07.2013, № 185-ФЗ.

пожарах и взрывах. В дальнейшем указанные вещества мигрируют в воздушной, водной среде и грунтах, нанося ущерб фауне и флоре.

Стойкими органическими загрязнителями окружающей среды являются такие хлорфенольные ксенобиотики, как дибензо-n-диоксины и дибензофураны, которые сложно выводятся из организма, обладают кумулятивными, мутагенными, канцерогенными свойствами [6]. В связи с труднодоступностью многих территорий нефтегазодобычи, негативные последствия таких аварий сложно локализовать и ликвидировать. Это увеличивает риск нанесения ущерба экосистемам в холодных условиях Сибири и Дальнего Востока. Полезные ископаемые и попутные пластовые воды газоконденсатных месторождений могут содержать токсичные соединения тяжёлых металлов (цинка, кадмия, меди и других) и радиоактивных соединений (радия, урана, тория и прочих, а также продуктов их распада). Находясь в глубине недр в условиях длительно формировавшегося стабильного состояния, такие соединения не попадают на поверхность Земли, но при извлечении полезных ископаемых стабильность нарушается. Возникают риски распада радионуклидов, повышения концентрации токсичных соединений в подземных водотоках, вынос их на поверхность, что опасно для экосистем. Для сохранения природы надо создавать и применять новые эффективные технологии для службы всему человечеству, не допускать имитаций природоохранных инноваций, восстанавливать и развивать международную кооперацию учёных, стимулировать их созидательную деятельность.

Причины нефтегазовых аварий. По информации из открытых источников установлено, что за 2021 год на магистральных нефтепроводах произошло более 10 000 порывов. Основными причинами аварийности нефтегазового оборудования являлись: несоблюдение технических регламентов; несвоевременность либо отсутствие производственного контроля за состоянием объектов; неконтролируемые природные стихийные бедствия. На месторождениях нефти и газа, объектах их инфраструктуры зарегистрирован ряд крупных техногенных аварий, обусловленных воздействием природных и антропогенных факторов при неблагоприятном стечении обстоятельств.

07.08.2021 года — в районе Новороссийска в 5 км от берега произошел выброс нефти с танкера при погрузке с причального устройства. Анализ снимка с космического спутника показал, в результате аварии образовалось нефтяное пятно протяженностью 19 км в открытом море.

29.05.2020 года — в районе Норильска из-за разрушения фундамента резервуара вертикального стального (РВС) произошёл самый крупный разлив дизельного топлива в Арктической зоне. Авария федерального масштаба негативно повлияла на экосистемы.

20.04.2012 года — при аварии на разведочной скважине в районе месторождения имени Требса на северо-востоке Ненецкого Автономного округа Архангельской области произошел неконтролируемый фонтанирующий выброс нефти в течении трёх суток. Площадь загрязнения — 42 га.

15.11.2004 года — вблизи поселка Кимельтей Иркутской области произошел разрыв магистрального нефтепровода Омск-Иркутск, вытекло более 5 000 тонн нефти; площадь загрязнения — 6 га.

Июль 2003 года — в районе Ловинского месторождения нефти в Ханты-Мансийском Автономном округе произошла авария на нефтепроводе с выбросом 10 000 тонн нефти, загрязнившей местную реку более чем на 100 км.

29.01.2003 года — в четырёх километрах юго-западнее города Кузнецк разрушился магистральный нефтепровод «Дружба». Вылившаяся на поверхность нефть (около 10 000 т) воспламенилась и практически вся сгорела.

Военные конфликты, происходящие на Украине, Ближнем Востоке и в других регионах мира, повлекли рост количества диверсий, террористических актов в зонах оборота нефтегазовой продукции [7]. Службы РФ и государств-соратников усилили антитеррористическую и антидиверсионную деятельность, в том числе на объектах добычи, переработки и транспортирования нефти, газа и углеводородных топлив.

Опыт реализации высокотехнологичного геодезического мониторинга месторождений Западно-Сибирской нефтегазовой провинции. Следуя закону РФ «О недрах»[4] пользователь недр обязан обеспечить безопасность работ, при использовании недр, соблюдать требования по охране окружающей среды. Правилами производства маркшейдерских работ[5] устанавливаются требования к наблюдению за деформациями объектов капитального строительства и организации наблюдений за деформациями земной поверхности. При составлении прогноза на основе математического анализа полученных показателей деформаций исходят из условия вероятности сдвижения горного массива. В рамках анализа разрабатывается проект горно-геологического обоснования необходимости создания геодинамического полигона. Оценивается система разработки месторождения; выделяются площади оседаний и поднятий земной поверхности, исходя из характеристик пласта-коллектора; учитываются геологические процессы, протекающие в данный момент времени, и сейсмичность рассматриваемого района; оценивается степень опасности развития критических деформаций.[6]

Государственный мониторинг за состоянием недр[7] находится в ведении Федерального агентства по недропользованию, является составной частью государственного экологического мониторинга и включает в себя систему получения информации от федеральных органов: (а) Министерство природных ресурсов и экологии в части мониторинга окружающей среды; (б) МЧС — в части использования информации для предупреждения и ликвидации ЧС; (в) Министерство сельского хозяйства — в части мониторинга земель сельскохозяйственного назначения); (г) Министерство строительства — в части использования материалов инженерных изысканий; (д) Федеральная служба по надзору в сфере природопользования — в части учета объектов оказывающих негативное влияние на окружающую среду; (е) Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии — в части государственного мониторинга земель; (ж) Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — в части мониторинга загрязнения окружающей среды; (з) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека — в части качества источников питьевого и хозяйственного водоснабжения; (и) Федеральное агентство водных ресурсов — в части информации об использовании водных ресурсов (забор и закачка); (к) другие федеральные органы власти. Государственный мониторинг выполняется на федеральном, региональном и локальном уровне. Локальный мониторинг состояния недр выполняется недропользователем на основании проектной документации. Наблюдения на геодинамическом полигоне могут проводиться методами: (а) GNSS измерений; (б) геометрическим нивелированием с использованием спутниковой радарной съемки (метод радарной интерферометрии); (в) комбинированием методов [8; 9].

---

[4] Закон РФ "О недрах" от 21.02.1992 N 2395-1.

[5] Приказ Ростехнадзора от 19.05.2023, № 186 "Об утверждении Правил осуществления маркшейдерской деятельности" (зарегистрировано в Минюсте России 31.05.2023 № 73638).

[6] Предварительный национальный стандарт ПНСТ 657-2022 "Нефтяная и газовая промышленность. Маркшейдерское обеспечение поиска, разведки, обустройства и разработки месторождений углеводородного сырья" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 июня 2022 г. N 38-пнст).

[7] Постановление Правительства РФ от 29.11.2023 № 2029 «Об утверждении правил осуществления государственного мониторинга состояния недр и мониторинга состояния участка недр, предоставленном в пользование.

Исследовали геодинамический полигон, расположенный в Западной Сибири в южной части Среднеобской низменности. Полигон оснащён 30-ю пунктами спутниковой геодезический сети и нивелирной сетью II класса протяженностью 42 км.

На первом этапе выполняли нивелирование II класса в соответствии с Инструкцией[8] с целью создания высококачественной высотной опоры для наблюдения за вертикальными деформациями земной поверхности геодинамического полигона. Нивелирование по программе II класса — это часть комплекса геодезических исследований для получения количественных характеристик деформаций земной поверхности. Измерения вели несколькими последовательными циклами. Циклы измерений устанавливались из расчетных скоростей вертикальных деформаций земной поверхности. Использовали электронный цифровой нивелир DINI 0.3 с комплектом кодовых инварных реек Trimble LD13. Нивелир и рейки прошли метрологическую аттестацию, имеется свидетельство о поверке.

Нивелирная сеть II класса состоит из линий, проходящих через центры наиболее выраженных структур продуктивных объектов месторождения. Репера образуют линию, которая называется связующей. Линии нивелирования проходят преимущественно по грунтовым автодорогам месторождения. В линии нивелирования включены пункты геодезической высотной и плановой сети полигона. Комплекс наблюдений произведен современными электронно-цифровыми нивелирами соответствующие следующим требованиям:

- автоматическая запись и контроль получаемых данных при определении высоты и расстояния с помощью встроенного датчика, который считывает данные со штрих-кодовой рейки;
- автоматическая установка в горизонтальное положение в пределах допуска при помощи демпфера-компенсатора с точностью самоустановки линии визирования (±0.2"), что исключает ошибку человеческого фактора.

Нивелирование производили в прямом и обратном направлениях по костылям. На станции измерения производились дважды. При этом изменялась высота горизонта инструмента не менее чем на 1–3 см. Для нивелировки II класса использовали опорные пункты, положение которых (согласно Проекту работ) считается априори стабильным, так как их географическое расположение входит в зону минимального влияния на текущей стадии отработки месторождений. Результаты исследований показали, что опорные реперы практически не изменили свое положение. Это свидетельствует об устойчивости высотного положения группы опорных высотных реперов. Сопоставительный анализ результатов нивелирования II класса за 2010–2023 годы показал, что по всей части месторождений наблюдается незначительный подъем отметок. Выявленная динамика изменения отметок обусловлена сезонным колебанием грунтовых реперов.

Спутниковая сеть геодинамического полигона состоит из двух полигонов: малого и глобального. Малый полигон ориентирован на центральную часть месторождения, а глобальный полигон площадной наблюдательной станции ориентирован на более обширную площадь, благодаря чему можно оценивать стабильность геодинамической обстановки на всей территории хозяйственной деятельности предприятия. Основная задача созданной сети — определение численных значений горизонтальных смещений.

Перед началом полевых работ спутниковое оборудование было исследовано на соответствие требованиям нормативной и технической документации и на основании положительных результатов испытаний признано пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Полевые работы

[8] Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М., «Недра», 1990 г.

проводили с использованием приемников Trimble R7 GNSS с получением данных с геодезических спутниковых навигационных сетей ГЛОНАСС и GPS. Для получения качественных наблюдений использовали 6 одновременно работающих приёмников для получения дополнительных избыточных измерений. Работы по наблюдению выполняли перекрывающимися зонами. Смежные зоны имеют не менее трёх общих пунктов. Высокоточная спутниковая сеть состоит из 30 пунктов. В соответствии с проектом на создание геодинамического полигона (ГДП) и Инструкцией[5] приемники были стационарно последовательно установлены на всех определяемых пунктах сети. Измерения заключаются в приеме и записи в накопитель радиосигналов от спутников в течение временного интервала не менее 120 минут. Для этого были обеспечены бесперебойное питание станции и строгий контроль за ходом наблюдений. При выполнении наблюдений выполнялся контроль за соответствием параметров:

- не менее пяти спутников на небосводе с возвышением 15 градусов;
- GDOP < 8 (геометрический фактор);
- контроль за сигналом со спутников (отсутствие сбоев).

Наблюдения проводили в геоцентрической системе координат WGS-84. Для определения положения опорного пункта системы наблюдений использовали в качестве опорного каркаса пункты международного геодинамического сервиса International GNSS Service. Эти пункты входят в международную опорную геодезическую сеть ITRF[9], и фиксируют в теле Земли международную геоцентрическую систему координат ITRS[10] (более совершенная реализация WGS-84). Координаты пунктов ITRF известны с высокой точностью — несколько миллиметров в плане и по высоте. Пункты, входящие в ITRF, представляют собой постоянно действующие приемные спутниковые системы, данные суточных наблюдений с которых находятся в свободном доступе в сети Интернет в формате Rinex. Поэтому для реализации относительного способа (с использованием пунктов ITRF) были собраны суточные измерения на определяемом пункте. Используя возможности обработки длинных векторов с помощью сервисов IGNSS, данные по опорному пункту обрабатывали совместно с измерениями, полученными на это же время от нескольких ближайших пунктов IGS [10].

Основными результатами рассмотренных выше вычислений являются координаты репера в системе координат ITRF 2014 на начальную эпоху 2010.0 и на эпоху наблюдений 2023.20. Приведение координат на начальную эпоху наблюдений осуществляется путем ввода поправок в координаты опорного репера. Поправки рассчитываются на сервисах IGNSS на основании скоростей перемещения континентальных плит. Сопоставительный анализ результатов измерений на геодинамическом полигоне в 2023 году с ранее выполненными за период 2010–2023 годов (в предыдущих циклах) показал их высокую сходимость; выявленная погрешность в среднем 5 мм в плане — незначительна.

Выводы

1. Аварии с нефтепродуктами часто происходят с пожарами и взрывами при неблагоприятном стечении обстоятельств. Анализ открытой информации показал, что

[9] International Terrestrial Reference Frame (Международная земная система отсчета) — реализация земной системы координат ITRS с помощью декартовых координат ряда опорных пунктов на Земле.

[10] International Terrestrial Reference System (Международная земная система координат) — стандартная земная система координат, принятая МАС в 1991 году.

основными причинами аварийности нефтегазового оборудования в РФ в XXI веке являлись: неконтролируемые природные стихийные бедствия; несоблюдение технических регламентов, в том числе несвоевременность либо отсутствие производственного контроля за состоянием объектов (это особенно опасно при их длительной эксплуатации).

2. Проанализирован опыт высокотехнологичных измерений на территории геодинамического полигона в Западно-Сибирской нефтегазовой провинции и возведённых на нём строительных объектов. Полигон оснащён 30-ю пунктами спутниковой геодезический сети и нивелирной сетью II класса протяженностью 102 км. Использованы методы GNSS измерений и нивелирование II класса. Динамика изменения отметок — незначительная и составляет 5 мм. Отсутствуют критические горизонтальные смещения земной поверхности. Выявленные изменения длин векторов и их координат не превышают погрешности измерений.

3. Неравномерные осадки оснований и фундаментов зданий, сооружений, технологического оборудования создают риски опасных механических повреждений и их накопление, что может повлечь неконтролируемое прогрессирующее разрушение.

4. В настоящее время ответственность за целостность оборудования возлагается на собственника недр. С целью прогнозирования рисков возникновения аварий, масштабов экологического ущерба в РФ необходимо внедрить единую национальную государственную геоинформационную систему сбора, хранения и обработки информации о технических характеристиках подконтрольных объектов и количественных показателях мониторинга недр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев, Ю.А. Экспертная оценка практикуемых систем геодезического мониторинга для обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров с нефтью / Ю.А. Варфоломеев, Д.Н. Черепанов, Ю.В. Марков // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 6. — URL: https://esj.today/PDF/73NZVN623.pdf.
2. Носков, И.В. Комплексный геомониторинг оснований и фундаментов резервуаров вертикальных стальных (РВС) на основе лазерного сканирования при разработке нефтяных месторождений / И.В. Носков, Д.Н. Черепанов // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 4. — URL: https://esj.today/PDF/03NZVN422.pdf.
3. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О., Хитров А.М. Концепция геодинамической безопасности освоения углеводородного потенциала недр России. — М.: ИГиРГИ, 2000. — 56 с.
4. Геодезические методы исследования деформаций сооружений. А.К. Зайцев, С.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев, И.Ю. Васютинский, Е.Б. Клюшин, М.В. Иванов, Х.К. Ямбаев. — М.: Недра, 1991. — 272 с.
5. Варфоломеев, Ю.А. Обеспечение нормативных сроков безопасной эксплуатации объектов капитального строительства / Ю.А. Варфоломеев, Ю.В. Марков, А.Н. Попов, А.И. Рогов // Научная дискуссия: инновации в современном мире. Сб. ст. по материалам LX междунар. науч.-практич. конф. — № 16(59). — М.: Изд. «Интернаука», декабрь 2016. — С. 11–13. ISSN 2309-1959; Н 34. URL: https://www.internauka.org/archive2/inno/16(59).pdf.

6. Варфоломеев, Ю.А. Проектирование и строительство мобильных модульных комплексов для обезвреживания отходов в Арктической зоне: [текст] // Ю.А. Варфоломеев, Н.Н. Новиков, А.В. Катловский, А.В. Елистратов / Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году: Сб. науч. тр. РААСН. Т. 2. — М.: Изд-во АСВ, 2021. С. 28–36. ISBN 978-5-4323-0392-9.

7. Варфоломеев Ю.А., Баврин В.О. Загрязнение окружающей среды хлорфенольными ксенобиотиками в условиях обострения международных отношений // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сб. ст. по материалам XXXII междунар. науч.-практич. конф. — Пенза: МЦНС «Наука и просвещение» — 2023. — С. 276–280. — ISBN 978-00173-977-7. Режим доступа: URL: https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2023/08/MK-1788.pdf

8. Современная геодинамика и нефтегазоносность. В.А. Сидоров, С.В. Атанасян, Ю.О. Кузьмин и др. Отв. ред. Н.А. Крылов, В.А. Сидоров. Ин-т геологии и разраб. горючих ископаемых — М: Наука, 1989. — 199 с.

9. Кузьмин Ю.О. Оценка геодинамического риска объектов нефтегазового комплекса. // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности, — М.: Наука, 2000, с. 334–344.

10. Schwarz Willfried Moderne Messverfahren in der Ingenieurgeodasie und ihr praktischer Einsatz. Flachenmanag. Und Bodenordn. — 2002. 64, — № 2. — P. 87–97. (Шварц Виллфрид. Современные методы измерения в инженерной геодезиии их практическое использование. Flachenmanag. И Bodenordn. — 2002. 64. — № 2. — С. 87–97).

Varfolomeev Yuri Alexandrovich
Representative Office of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences in Arkhangelsk, Arkhangelsk, Russia
E-mail: nil-se@mail.ru

Cherepanov Denis Nikolaevich
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
Representative Office of NWTO Russian Academy of Architecture and Building Sciences in Arkhangelsk, Tumen, Russia
E-mail: cherepanovden@mail.ru

Markov Yuri Valerievich
Representative Office of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences in Arkhangelsk, Arkhangelsk, Russia
Inspektion Station Emergency Rescue Property, Arkhangelsk, Russia
E-mail: markov_y_v@mail.ru

Prokhorov Alexey Vaslievich
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
E-mail: Aleck.prohorov2013@yandex.ru

Geodynamic monitoring of capital construction objects during the development of oil and gas fields

Abstract. In the Russian Federation today, over 3,200 hydrocarbon fields are exploited. More than 80 % of oil and gas reserves are concentrated in remote, hard-to-reach territories of the West Siberian region, including in the Arctic zone and the Arctic. Development and development of deposits is an activity with increased environmental risk. Solving safety issues both during the construction and during the further use of oil field structures becomes more complicated in permafrost zones.

When developing oil and gas fields, a prerequisite is the design and execution of a complex of works on monitoring the technical condition, maintenance, technical diagnostics, geotechnical monitoring and necessary repairs of oilfield equipment. Due to the fact that the fields have been developed for more than 20 years, it is especially important to pay attention to oilfield equipment with expiring or already expired technical operation, as well as to consider the possibility of excess safe operation. Based on the number of accidents during the operation of oil and gas field equipment, it follows that the performance of a complex of technical diagnostics for the safe operation of oil and gas fields occurs in violation of regulatory deadlines, measures are not carried out qualitatively, not in full and not in a timely manner. Large enterprises have qualified personnel, the latest diagnostic equipment and safety projects, the main objectives of which are to minimize the risks of accidents and incidents developing with catastrophic consequences, but even so they have man-made accidents and catastrophes of various scales.

The article analyzes the results and draws conclusions about the sufficiency of the system of geodynamic monitoring of capital construction facilities.

Keywords: oil and gas field equipment; emergency; environmental risks; geodynamic monitoring; deformations of objects