

- простота в управлении структурно-реологическими и фильтрационными показателями раствора;
- стабильность структурно-реологических и фильтрационных показателей раствора в течение всего цикла строительства скважины;
- переход с пресной поликатионной системы на высокоминерализованный раствор происходит без каких-либо признаков коагуляции и ухудшения технологических показателей и не требует дополнительных затрат стабилизаторов;
- низкое значение показателя фильтрации в забойных условиях при воздействии высоких температур и полисолевой агрессии;
- совместимость с цементными растворами.

Следует отметить, что в сравнении с другими буровыми растворами (сапропелево-глинистый, ингибирующий буровой раствор), предназначенными для бурения надсолевых отложений, механическая скорость бурения с использованием раствора «Катбурр» составила 12,73 м/ч, что определяет его явное преимущество.

В результате проведения анализа экономических показателей буровых растворов видно, что поликатионная система «Катбурр» наиболее выгодна в использовании. Сравнительные характеристики растворов приведены в таблице.

**Экономическая оценка применения бурового раствора на территории Припятского прогиба, исходя из количества повторов**

Тип бурового раствора	Количество повторов	Стоимость реагентов для приготовления 1 м <sup>3</sup> , бел. руб.	Фактический объем бурового раствора 1 скважины	Стоимость фактического объема бурового раствора, бел. руб.	Стоимость фактического объема бурового раствора с учетом повторов, бел. руб.
ИБР	1,0	127,79	971	109902,11	109902,11
Катбурр	5,0	675,08	730	492805,13	<b>98561,03</b>
Сапропелево-глинистый	1,0	255,19	655	167149,40	167149,40

Исходя из всех вышеперечисленных достоинств поликатионной системы «Катбурр», можно сделать вывод, что он подходит для применения на территории Припятского прогиба, так как свойства этого раствора обеспечивают снижение концентрации коллоидной фракции в процессе углубления и предотвращение наработки раствора.

УДК 628.336.411

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА СОСТОЯНИЕ  
КОТЛОВАНОВ-ОТСТОЙНИКОВ БУРОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

**А. Б. Невзорова**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

*Систематизированы факторы рисков климатических изменений и проведена оценка воздействия котлованов-отстойников на окружающую среду в условиях изменения климата. Разработана комплексная оценка уровня эколого-социального риска загрязнения окру-*

*жающей среды от котловано-отстойников в результате неблагоприятного сочетания климатических сигналов и возникновения опасных гидрометеорологических явлений.*

**Ключевые слова:** климатические риски, буровые сточные воды, котлованы-отстойники.

**THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE CONDITION  
OF WASTEWATER SETTLING TANKS CONTAINING DRILLING  
FLUIDS DURING OIL PRODUCTION**

**A. B. Nevzorova**

*Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

*The risk factors of climate change are systematized and the impact of the settling pits on the environment under climate change conditions is assessed. A comprehensive assessment of the level of ecological and social risk of environmental pollution from settling pits as a result of an unfavorable combination of climatic signals and the occurrence of dangerous hydrometeorological phenomena has been developed.*

**Keywords:** climatic risks, drilling wastewater, settling pits.

Изменение климата – это комплексное природное явление, которое включает сотни разнообразных факторов и показателей, связанных не только с антропогенным воздействием на окружающую среду, но и с такими участвовавшими природными аномалиями, как засухи, сильные штормы и наводнения [1, 2].

Скорость современного роста глобальной температуры, вызванного в основном увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере, составила за последние 40 лет около 0,17 градусов по Цельсию за каждые 10 лет. Проявление климатических изменений на территории Беларуси связано с участвовавшими опасными явлениями погоды, а также инициированными ими техногенными чрезвычайными ситуациями [3]. По данным МЧС Республики Беларусь, наиболее разрушительными были наводнения, лесные пожары и аномальная жара. За период 1981–2021 гг. на сети станций гидрометеорологических наблюдений Беларуси было зарегистрировано 1035 опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ): очень сильный ветер, очень сильный дождь и ливень, крупный град, очень сильная жара, заморозки, атмосферные и почвенные засухи. Из них ущерб отраслям экономики и населению нанесли 530 явлений (58 %). На фоне этого возникает вопрос: как же влияют климатические изменения на хранение буровых сточных вод в котлованах–отстойниках, расположенных на территории Республики Беларусь?

Цель работы – провести оценку воздействия амбаров и котлованов-отстойников, накапливающих буровые сточные воды, на прилегающую территорию в условиях изменения климата. При этом ставятся задачи по определению характера, степени и масштаба воздействия объекта хозяйственной деятельности на окружающую среду и последствий этого воздействия, а также по разработке предложений соответствующих мер по снижению воздействия, управлению и мониторингу.

На нефтяных месторождениях при бурении скважин применяют растворы на водной и углеводородной основах с добавками нефти (нефтеэмульсионные). Известно, что нефть является устойчивым загрязнителем окружающей среды, и ее применение в качестве основного компонента бурового раствора в последнее время происходит нечасто.

Невосполнимый ущерб водным объектам наносят буровые растворы, которые выносятся на поверхность земли при бурении и при ремонтных работах на скважи-

нах. Засыпка земляных амбаров с раствором и шламом после окончания бурения скважин неоправданна в качестве природоохранного мероприятия в связи с тиксотропностью буровых растворов. Земляные амбары после их засыпки в течение нескольких лет не затвердевают, и этот участок земли длительное время является источником загрязнения почвы и водных ресурсов. Экологический мониторинг прилегающей территории месторождения показывает, что влияние производственных процессов геологоразведочных работ на малые реки и ручьи наблюдается в зоне от 3 до 10 км. Так как буровые сточные воды представляют собой устойчивые многокомпонентные суспензии, содержащие минеральные и органические примеси, нефть и нефтепродукты, они имеют свойство долго задерживаться на поверхности земли с постепенным проникновением вглубь почвенного покрова [4].

Уровень эколого-социального риска (ЭСР) загрязнения окружающей природной среды и влияние его на социум, в том числе и при возникновении определенного неблагоприятного сочетания климатических сигналов, рассчитаем как:

$$LR = RD,$$

где  $LR$  – уровень ЭСР – степень опасности нанесения ущерба ( $D$ ) окружающей среде и человеку в результате изменения состояния котлованов-отстойников;  $R$  – величина риска (вероятность) возникновения загрязнения при появлении климатического сигнала распространением неблагоприятных газовых выделений в воздушную среду и загрязнения тяжелыми металлами подземных вод и земли;  $D$  – величина ущерба окружающей среде в результате разгерметизации котлованов-отстойников от климатического сигнала.

На основе проведенных аналитических исследований разработана комплексная оценка уровня ЭСР загрязнения при возникновении климатического сигнала от котлованов-отстойников в результате неблагоприятного сочетания климатических сигналов и возникновении опасных явлений [5].

Разработана шкала оценки вероятности наступления ЭСР от климатических воздействий как иллюстрация результата взаимодействия связанных с климатом опасностей (включая опасные явления и тренды) с уязвимостью и подверженностью антропогенных систем в виде котлованов-отстойников (земляных амбаров) возникновению опасных явлений и медленных изменений при хранении буровых сточных вод.

Установлено, что необходимо провести и экономическую оценку экологического ущерба при вероятности возникновения риска загрязнения окружающей среды в случае возникновения определенного неблагоприятного сочетания климатических сигналов.

Таким образом, адекватная оценка риска загрязнений территории от земляных амбаров и котлованов с утилизируемой буровой сточной водой, содержащей нефтепродукты, ПАВ и буровой шлам, может внести свой вклад в решение задачи предупреждения аварийных ситуаций и минимизации ущерба и повысить эффективность управления экологическими рисками с целью их минимизации.

#### Литература

1. Бертош, Е. Национальный доклад: уязвимость и адаптация к изменению климата в Беларуси / Е. Бертош, Белорус. об-во Красного Креста. – Минск : ПДУП «Типография Федерации профсоюзов Беларуси», 2014. – 45 с. – (Форум восточных стран по климатическим изменениям).
2. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – СПб. : Климат. центр Росгидромета ; Саратов : Амирит, 2020. – 120 с.

3. Акимов, В. А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. – М. : Деловой экспресс, 2002. – 352 с.
4. Малышкин, М. М. Снижение экологической опасности при ведении буровых работ / М. М. Малышкин // Зап. Горн. ин-та. – 2014. – Т. 207. – С. 186–189.
5. Невзорова, А. Б. Оценка значимости риска влияния климата на состояние иловых площадок / А. Б. Невзорова, О. К. Новикова // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. – № 4. – 2022. – С. 34–38.

УДК 550.8.013

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ  
НА ТРЕНАЖЕРЕ-ИММИТАТОРЕ С ТЕХНОЛОГИЙ  
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

**Ю. В. Линевич, Д. С. Матвеенко, Н. Н. Грибова**

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»,  
г. Гомель*

**А. Б. Невзорова**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

*Описана форма повышения эффективности проведения занятий с использованием тренажера-имитатора бурения скважин с целью формирования прочных научных знаний и обеспечения профессиональных компетенций по специальным дисциплинам.*

**Ключевые слова:** студенты, тренажер-имитатор, бурение скважин.

**MODELING OF DRILLING PROCESSES ON A TRAINING  
MACHINE-SIMULATOR WITH VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES**

**Yu. V. Linevich, D. S. Matveenko, N. N. Gribova**

*BelNIPIneft RUE “Production Association “Belorusneft”, Gomel*

**A. B. Nevzorova**

*Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

*The form of improving the effectiveness of conducting classes using a simulator simulator of drilling wells in order to form solid scientific knowledge and provide professional competencies in special disciplines is described.*

**Keywords:** students, simulator, well drilling.

После сбора необходимой геолого-разведочной информации, свидетельствующей о наличии запасов нефти, проводится поисково-разведочное бурение для подтверждения наличия в горной породе залежей углеводородов с последующей оценкой перспективности участка. В зависимости от выполняемых работ скважины разделяются на опорные, параметрические, поисковые, глубокие разведочные, которые помогают составить карту предстоящей разработки месторождения. Фактически процесс добычи нефти запускается с началом бурения эксплуатационных скважин: добывающих, нагнетательных и контрольных.

Показать в реальности или обучить основным навыкам бурения скважин студентов или слушателей курсов повышения квалификации затруднительно, поэтому в