



ФИЛИАЛ РОССИЙСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА  
(СНИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

ISSN 2181-1482

DOI JOURNAL 10.26739/2181-1482

# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ТОМ 3, НОМЕР 4

## INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

VOLUME 3, ISSUE 4



ТАШКЕНТ-2022

# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

№4 (2022) DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2181-1482-2021-4>

## Главный редактор | Chief Editor:

**МАГРУПОВ АБДУЛЛА МАХМУДОВИЧ**  
заместитель директора – исполнительный директор  
Филиала Российского государственного университета  
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

## Технический редактор | Technical Editor:

**МАХМУДОВА ШАХНОЗА АБДУВАЛИЕВНА**  
Заведующий кафедрой «Общепрофессиональные  
дисциплины» Филиала Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в  
г. Ташкенте

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

### МИРСАЙТОВ МИРЗИЁД МИРОЗОДОВИЧ

кандидат технических наук,  
заместитель директора по научным работам  
и инновациям Филиала Российского  
государственного университета нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

### ХАЙРОВА ДИНАРА РИМОВНА

кандидат экономических наук,  
профессор кафедры  
"Экономика нефти и газа" Филиала  
Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ) имени  
И.М. Губкина в г. Ташкенте

### КАДЫРБЕКОВА ДУРДОНА ХИКМАТУЛЛАЕВНА

доктор философии (PhD) по филологическим  
наукам, доцент кафедры  
"Иностранные языки Филиала  
Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

### ХАШАЕВ МУСЛИМ МУСАГИТОВИЧ

доктор философии (PhD), доцент  
отделения «Физика, электротехника и  
теплотехника» Филиала Российского  
государственного университета нефти и газа  
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

### АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ

кандидат технических наук, профессор  
отделения разработки нефтяных, газовых  
и газоконденсатных месторождений Филиала  
Российского государственного университета нефти  
и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

### ГАФУРОВ КАМОЛ НУРИЛХАКОВИЧ

кандидат экономических наук, Заместитель  
директора по учебной работе Филиала Российского  
Государственного Университета нефти и газа (НИУ) им.  
И.М.Губкина в г. Ташкенте

### МИРСОЛИЕВА МУХАББАТХОН ТУХТАСИНОВНА

первый заместитель директора по вопросам молодёжи и  
духовно-просветительской работе Филиала Российского  
государственного университета нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

### НУРАЛИЕВ АЛМУХАН КАЛПАКБАЕВИЧ

кандидат технических наук, доцент  
Ташкентского Государственного  
технического университета  
имени И.А.Каримова

### ГЛЕБОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА

доктор технических наук,  
профессор, заведующая кафедрой  
Промышленной безопасности  
и охраны окружающей среды  
Российского государственного  
университета нефти и газа  
(НИУ) имени И. М. Губкина (г. Москва)

### АЗИМОВ ДИЛМУРОД

доктор технических наук (DSc), профессор  
Гавайского университета в Манао (США)

### ЭШМАТОВ АЛИМЖОН ХАСАНОВИЧ

PhD, профессор факультета  
«Математика и статистика»  
Университета Толедо (США)

DESIGN-PAГEMAKER | ДИЗАЙН - ВЕРСТКА: ХУРШИД МИРЗАХМЕДОВ

КОНТАКТ РЕДАКЦИЙ ЖУРНАЛОВ. WWW.TADQIQOT.UZ

ООО Tadqiqot город Ташкент,  
улица Амира Темура пр.1, дом-2.  
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Тел: (+998-94) 404-0000

EDITORIAL STAFF OF THE JOURNALS OF WWW.TADQIQOT.UZ

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,  
Amir Temur Street pr.1, House 2.  
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Phone: (+998-94) 404-0000

- 1. Магруппов А.М., Подгорнов В.М., Шуть К.Ф., Храбров В.А.**  
ОБОСНОВАНИЕ ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАНЧИВАНИЯ НА ДЕПРЕССИИ / SUBSTANTIATION OF THE AREA OF EFFECTIVE APPLICATION OF THE DEPRESSION COMPLETION TECHNOLOGY / DEPRESSIYANI TUGLASH TEXNOLOGIYASINI SAMARALI QO'LLANISH SOHASINI ASOSLASH.....5
- 2. Акрамов Б.Ш., Авулов Ш.Э., Агишев А.С.**  
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ / METHODS FOR CALCULATING RECOVERABLE RESERVES AND OIL RECOVERY COEFFICIENTS / ҚАЙТА ТИКЛАНАДИГАН ЗАХИРАЛАР ВА НЕФТ ҚАЗИБ ОЛИШ КОЕФФИЦИЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ.....9
- 3. Алимов М.А., Вохидов О.Ф.**  
ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРИМЕСИ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В ФЛЮИДАХ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В ПЛАСТЕ / APPLICATIONS OF THE HALL SENSOR TO DETERMINE THE AMOUNT OF IMPURITIES IN THE OIL IN THE RESERVOIR / ҚАТЛАМДАГИ СУЮҚЛИКЛАР ТАРКИБИДАГИ АРАЛАШМАЛАР МИҚДОРНИ АНИҚЛАШ УЧУН ҲАЛЛ СЕНСОРИДАН ФОЙДАЛАНИШ.....13
- 4. Алтынбеков М.Б., Надирова Ж.К., Джусенов А.У.**  
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕАГЕНТА ДЛЯ ПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ / TECHNOLOGY OF REAGENT PRODUCTION FOR PARAFFIN OIL / REAGENT ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ КЕРОСИН МОЙИ.....18
- 5. Каримова С.Б., Камандиёров Б.И.**  
ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВТОРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОТРАБОТАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ НА ШУРТАНСКОМ ГАЗОХИМИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ / ON THE EFFICIENCY OF THE REUSE OF SPENT ACTIVATED COAL AT THE SHURTAN GAS CHEMICAL COMPLEX / ШУРТАН ГАЗ-КИМЁ МАЖМУАСИДА САРФЛАНГАН ФАОЛ УГЛЕРОДНИ ҚАЙТА ИШЛАТИШ САМАРАДОРЛИГИ ТЎҒРИСИДА.....21
- 6. Лубяный Д.А., Рашидов Д.К.**  
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН / APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR IDENTIFICATION AND PREDICTION OF COMPLICATIONS DURING THE CONSTRUCTION OF OIL AND GAS WELLS / НЕФТ ВА ГАЗ ҚУДУҚЛАРИНИ ҚУРИШДА АСОРАТЛАРНИ АНИҚЛАШ ВА БАШОРАТ ҚИЛИШ УЧУН СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ УСУЛЛАРИНИ ҚЎЛЛАШ.....30
- 7. Равилов Н.Ш., Городнов А.В., Равилов Ш.М.**  
МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ВЫСОКО ПРОДУКТИВНЫХ ЗОН В СЛОЖНО ПОСТРОЕННЫХ ЗАЛЕЖАХ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ / METHOD FOR DETECTING HIGHLY PRODUCTIVE ZONES IN COMPLEX DEPOSITS ON THE BASIS OF GEOMECHANICAL MODELING / ГЕОМЕХАНИК МОДЕЛЛАШТИРИШ АСОСИДА МУРАККАБ КОНЛАРДА ЮҚОРИ МАҲСУЛДОР ЗОНАЛАРНИ АНИҚЛАШ МЕТОДОЛОГИЯСИ.....38

- 8. Сулитанофу К., Акрамов Б.Ш.**  
 ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КАК МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА / TECHNOLOGY OF WATER-GAS TREATMENT AS A METHOD OF UTILIZATION OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS / БОҒЛАНГАН НЕФТ ГАЗИДАН ФОЙДАЛАНИШ УСУЛИ СИФАТИДА СУВ-ГАЗГА ТАЪСИР ҚИЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ.....43
- 9. Тураев Б.Т., Исроилов Б.Г., Исмаилова Н.А.**  
 РОЛЬ ДИФФУЗИИ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ В ПРОЦЕ / THE ROLE OF DIFFUSION THROUGH PAINT COATING MEMBRANE IN THE PROCESS / ЖАРАЁНДА БЎЁҚ ҚОПЛАМАСИ МЕМБРАНАСИ ОРҚАЛИ ДИФФУЗИЯНИНГ РОЛИ...46
- 10. Кулиев М.Ю.**  
 ПРИМЕНЕНИЕ ТАМПОНАЖНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОГЛОЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ / THE USE OF CEMENT MIXTURES TO ELIMINATE ABSORPTION DURING DRILLING / БУРҒУЛАШ ПАЙТИДА ЙЎҚОТИШЛАРНИ БАРТАРАФ ҚИЛИШДА ТАМПОНАЖ АРАЛАШМАЛАРИНИ ҚЎЛЛАШ.....50
- 11. Парсиев С.С., Равилов Ш.М., Кудратов С.Г., Каримов Ш.С.**  
 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ШТРАФНОЙ ФУНКЦИИ / DESIGN OF INFOCOMMUNICATION NETWORKS USING THE PENALTY FUNCTION METHOD / JARIMA FUNKTSIYASI USULI YORDAMIDA INFOKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARINI LOYIHALASH.....54




**Лубяный Д.А.**

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ)  
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте,  
 кандидат технических наук, доцент

**Рашидов Д.К.**

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени  
 И.М. Губкина в г. Ташкенте, Магистр

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ  
 И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
 НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

 <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7473344>

**АННОТАЦИЯ**

Искусственный интеллект и машинное обучение являются наукой и техникой, направленной на создание интеллектуальных инструментов, устройств, комплексов и систем. Его применение для решения сложных проблем в нефтегазовой отрасли становится все более востребованным и приемлемым с экономической точки зрения. Методы искусственного интеллекта разрабатываются и внедряются во всем мире во все более возрастающем количестве приложений, благодаря возможностям выявления физически скрытых процессов и явлений, прогностическому потенциалу и гибкости. Цифровая модернизация жизненного цикла скважин с использованием искусственного интеллекта, способствует повышению эффективности бурения нефтегазовых скважин.

**Ключевые слова:** искусственная нейронная сеть, моделирование, осложнения, хранения и распределения данных, поглощения бурового раствора, предупреждение аварийных ситуаций.

**Lubyany D.A.**

Branch of Russian state university of oil and gas (NRU)  
 named after I.M. Gubkin in Tashkent, professor

**Rashidov D.K.**

Branch of Russian state university of oil and gas (NRU)  
 named after I.M. Gubkin in Tashkent. Magistr

**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR IDENTIFICATION  
 AND PREDICTION OF COMPLICATIONS DURING THE CONSTRUCTION OF OIL  
 AND GAS WELLS**

**ABSTRACT**

Artificial intelligence and machine learning are science and technology aimed at creating intelligent tools, devices, complexes and systems. its application for solving complex problems in the

oil and gas industry is becoming more and more popular and acceptable from an economic point of view. Artificial intelligence methods are being developed and implemented all over the world in an increasing number of applications due to the ability to detect physically hidden processes and phenomena, predictive potential and flexibility. Digital modernization of the life cycle of wells using artificial intelligence, increasing the efficiency of drilling oil and gas wells.

**Keywords:** Artificial neural network, modeling, complications, data storage and distribution, lost circulation, prevention of emergency actions.

**Lubyaniy D.A.**

I.M. Gubkin nomidagi (MTU) Rossiya davlat neft va gaz universiteti  
Toshkent shahridagi filiali, dosent

**Rashidov D.K.**

I.M. Gubkin nomidagi (MTU) Rossiya davlat neft va gaz universiteti  
Toshkent shahridagi filiali, Magistr

## НЕФТ ВА ГАЗ QUDUQLARINI QURISHDA ASORATLARNI ANIQLASH VA BASHORAT QILISH UCHUN SUN'IY INTELLEKT USULLARINI QO'LLASH

### ANNOTATSIYA

Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish-bu fan va aqlli vositalar, qurilmalar, komplekslar va tizimlarni yaratishga qaratilgan texnologiya. Uning neft va gaz sanoatidagi murakkab muammolarni hal qilishda qo'llanilishi tobora ko'proq talabga aylanib bormoqdava iqtisodiy nuqtai nazardan maqbuldir. Jismoniy yashirin jarayonlar va hodisalarni aniqlash imkoniyatlari, bashoratli potentsial va moslashuvchanlik tufayli sun'iy intellekt usullari butun dunyoda tobora ko'payib borayotgan ilovalarda ishlab chiqilmoqda va amalga oshirilmoqda. Sun'iy intellekt yordamida quduqlarning hayotiy tsiklini raqamli modernizasiya qilish neft va gaz quduqlarini burg'ulash samaradorligini oshirishga yordam beradi.

**Kalit so'zlar:** sun'iy neyron tarmoq, modellashtirish, asoratlar, ma'lumotlarni saqlash va tarqatish, burg'ulash loyini singdirish, favqulodda vaziyatlarning oldini olish.

### Введение (Introduction)

На настоящее время при строительстве скважин в среднем 20–25 % от времени строительства уходит на борьбу с осложнениями и аварийными ситуациями. Стоимость бурения скважин имеет тенденцию к повышению, а осложнения при бурении становятся все более нежелательными обстоятельствами. Сокращение потерь рабочего времени для устранения осложнений и их последствий является одной из основных возможностей для увеличения коэффициента производительности работ при строительстве скважин. Доля в данных осложнений составляет до 85 % от их общего количества, фиксируемого при разработке нефтегазовых месторождений.

С учетом сложности операций, выполняемых при разработке нефтегазовых месторождений, наличием неопределенностей, связанных с геолого-геофизическими и внешними условиями, искусственные нейронные сети и методы машинного обучения можно отнести к категории эффективных инструментов при построении автоматизированной системы предупреждения осложнений и аварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин– рисунок 1. Принятие необходимых мер по предотвращению аварийных ситуаций возможно при достоверном прогнозировании их наступления на основе анализа результатов измерений параметров технологических процессов строительства скважин.

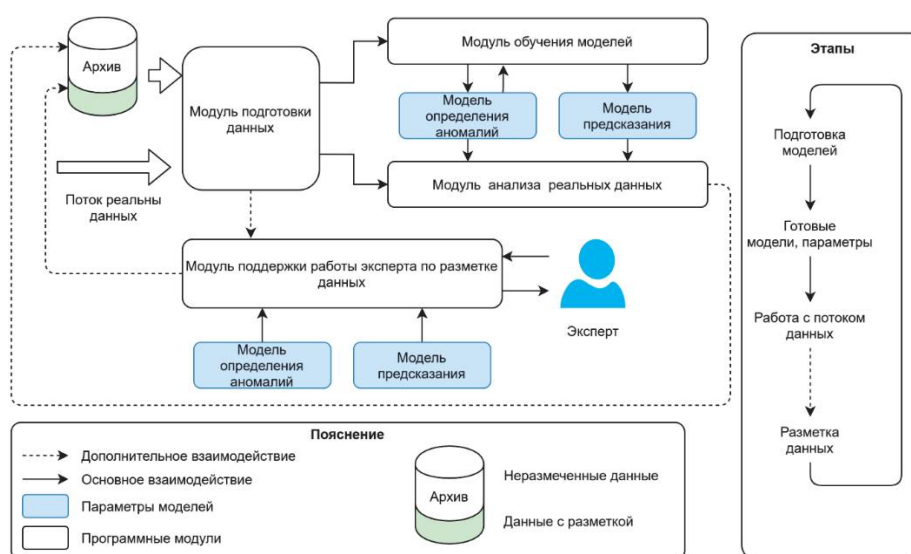
### Методы (Methods)

Задачей автоматизированной системы должна выполнять программную обработку результатов измерений в реальном масштабе времени, прогнозирование возникновения возможных осложнений и выдачу предупреждающих сообщений. При этом в большинстве случаев возникновение осложнений при строительстве скважин определяется сложной



совокупностью геолого-геофизических и технологических параметров и не может быть выявлено в результате визуальных наблюдений оператором. Для эффективного функционирования АС ПОАС, с учетом специфики сценариев возникновения различных типов осложнений, она должна включать в свой состав интегрированный комплекс технологий ИИ, объединяющий, как правило, вспомогательные методы машинного обучения и классификационные нейросетевые модели. При этом архитектура системы должна быть открытой на всех уровнях организации: структурном, функциональном, организации данных и интерфейсом. Определяющим фактором для построения АС ПОАС на базе современных технологий искусственного интеллекта является сбор и организация информации, формирование интегрированной базы технических, технологических и геолого-геофизических данных.

Для обмена данными между различными службами и организациями, работающими в нефтегазовой отрасли, широко применяется международный открытый стандарт WITSML (Wellsite Information Transfer Standard Markup Language), основанный на открытых интернет-стандартах и имеющий свой открытый интерфейс прикладных программ.



**Рисунок 1. Функциональная схема автоматизированной системы предупреждения осложнений и аварийных ситуаций**

Для расширения области исходных данных и ее кластеризации использовались специально подготовленные симуляционные данные, сформированные по результатам моделирования типовых ситуаций возникновения осложнений заданных типов на буровом тренажере.

Подготовка исходных данных для построения моделей проведения нейросетевых расчетов состоит из формирования и разметки наборов временных или поглубинных данных (WITSML Realtime drilling data) и данных буровых журналов (WITSML Daily drilling reports) в формате WITSML (WITSML Data Standards), содержащих информацию об осложнениях. Такие наборы могут быть сформированы, как с использованием имеющейся информации по конкретной скважине, так и на основе архивных данных, содержащих информацию о ранее пробуренных скважинах со схожими геологическими характеристиками.

Для работы с данными в формате WITSML и формирования исходных наборов для построения моделей выявления и прогнозирования осложнений разработан программный модуль подготовки данных, состоящий из набора сервисных процедур и клиентской части – рисунок 2.

Модуль подготовки данных обеспечивает выполнение следующих процедур:

- просмотра и предварительного анализа WITSML Realtime drilling data по каждой из скважин и выбора скважин для использования в дальнейших расчетах;

- интерактивного разбора структуры данных буровых журналов Daily Drilling Reports WITSML Data;
- просмотра записей по литологиям для каждой скважины;
- выбора по заданным критериям записей по аномальным и аварийным ситуациям.

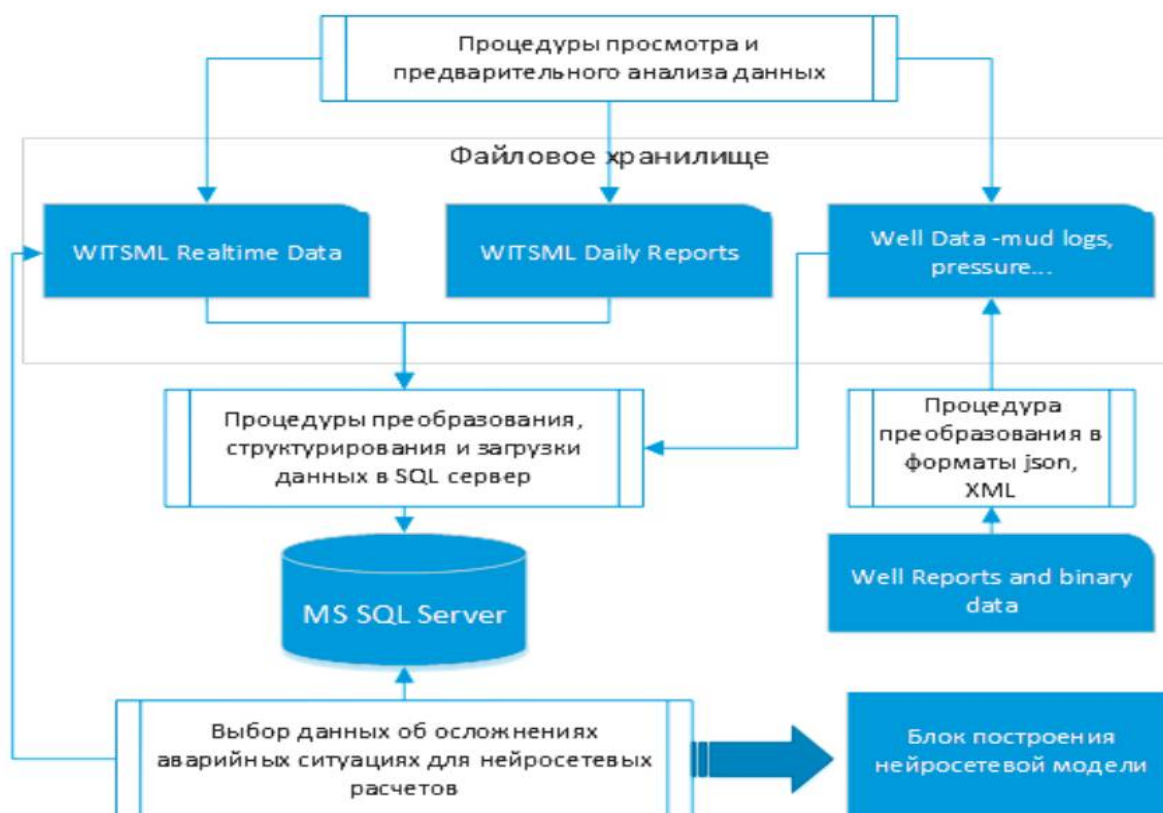


Рисунок 2. Блок-схема модуля подготовки данных

### Результаты и обсуждения (Results and discussion)

В результате автоматизированного сбора и подготовки данных создаются хранилища неразмеченных и размеченных по результатам экспертизы данных геолого-технологических исследований, формируются конфигурационные массивы для формирования и обучения моделей, а также тестовые массивы для их валидации, структурируются и хранятся различные виды геолого-геофизической, технологической и контекстной информации, образующие в своей совокупности интегрированную базу данных АС ПОАС. Модуль формирования и обучения моделей реализован на языке Python (Keras: The Python Deep Learning library, LightGBM. Python API) и обеспечивает подготовку моделей, применяемых для прогнозирования и предупреждения аварийных ситуаций в системах поддержки процесса бурения. В модуле реализованы функции сборки классификационных нейросетевых моделей. Сформированная топология нейронной сети АС ПОАС состоит из трех основных слоёв:

- первый слой представляет собой многослойный перцептрон (Multilayered perceptron, MLP);
- затем идёт рекуррентный слой, состоящий из 4-х нейронов управляемого рекуррентного блока (Gated Recurrent Units, GRU);
- выходной слой для решения классификационной задачи состоит из двух нейронов с активационной функцией софтмакс (softmax).

Модели формируются и обучаются в соответствии с заданными конфигурационными файлами, что позволяет менять гиперпараметры моделей без внесения изменений в код модуля. В качестве выходных данных выступают обученные модели, которые сохраняются в



виде отдельных файлов со своим именем в формате hdf5 и включают в себя следующую структуру:

- топология модели, позволяющая воспроизвести обученную модель;
- настроенные весовые коэффициенты модели;
- состояние оптимизатора.

Модуль обработки реально-временных данных обеспечивает интеграцию моделей в АС ПОАС и выполняет следующие функции:

- загрузка обученных моделей предсказания аварийных ситуаций и параметров предобработки в соответствии с конфигурационными файлами;
- передача полученных векторов параметров в модуль обработки реальных данных и получение прогнозных значений моделей по накопленному окну параметров;
- логирование (запись системной информации) работы моделей.

Интерфейс оператора АС ПОАС для детального параметрического анализа причин возникновения осложнений типа «Поглощение» при проведении операции бурения представлен – на рисунке 3.

Для расчёта точности использовались метрики Accuracy и f1 score. Оценка Accuracy считалась как отношение количества моментов, в которых совпали эталонные и предсказанные метки, к общему количеству моментов. Для расчёта оценок f1 score сначала для каждого класса рассчитывалось количество верно отнесённых (TP) к нему точек, неверно отнесённых (FP) и неверно неотнесённых (FN). После этого рассчитывалось общее значение точности, равное  $TP / (TP + FP)$ , и полноты –  $TP / (TP + FN)$ . При этом каждый пример брался с весом, зависящем от представительности класса. Выбор метрик качества основывался на составе используемых данных и применяемых методов их обработки.

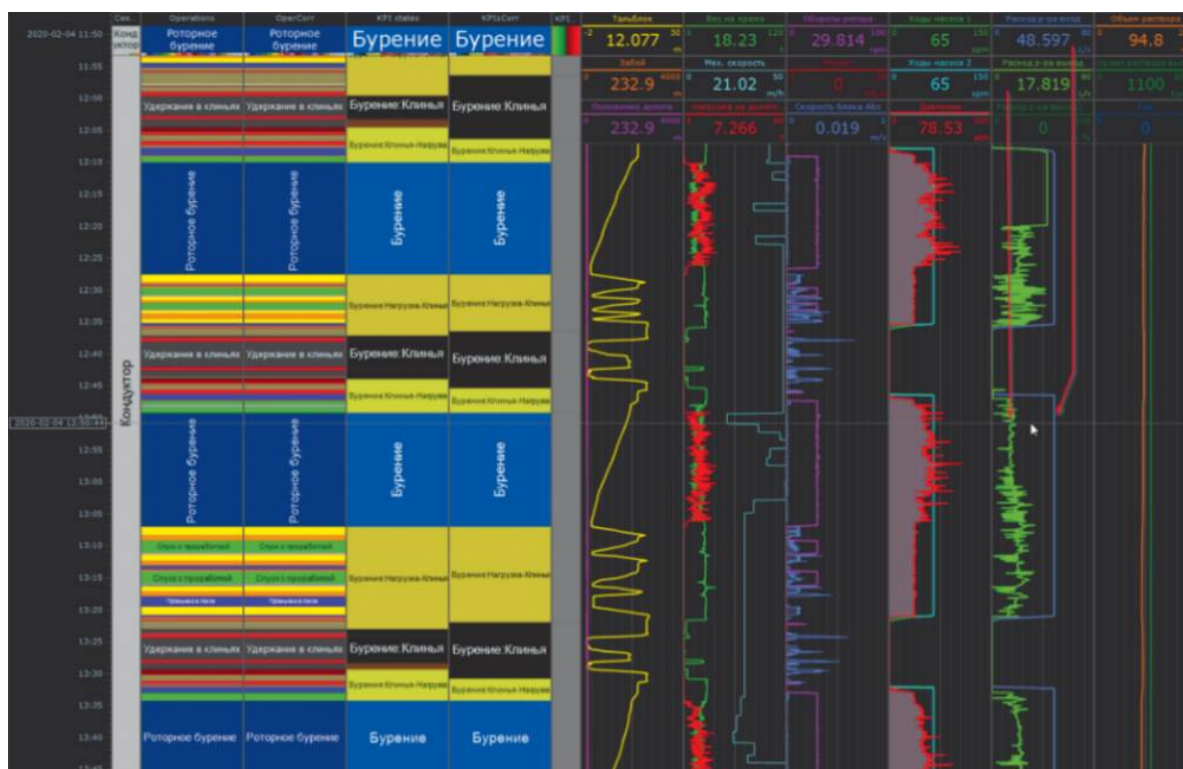


Рисунок 3. Влияние осложнения типа «Поглощение» при бурении скважины

В левой части экрана отображается временная шкала и выполняемые технологические операции и режимы, а в правой – графическое представление изменения во времени параметров для выявления заданных типов осложнений.

Для оператора-буровика разработан упрощенный интерфейс с автоматическим определением прогнозных вероятностей возникновения осложнений и выводом на экран предупреждающих сообщений и сигнализации в случае превышения их значений заданного

порога – на рисунке 4. В левой части экрана в реальном масштабе времени отображаются значения технологических параметров, а в правой – значения вероятностей возникновения осложнений, рассчитанные по прогнозным и фактическим параметрам геолого-технологическим исследованиям (ГТИ).

Предупреждения о проявлениях осложнений выводятся на экран оператора в виде стрелочных индикаторов, а также шкал временных разверток значений вероятностей возникновения осложнений заданных типов с цветовой сигнализацией: зеленый при отсутствии угрозы и красный при значениях вероятности больше 0,5.

Нефтяная и газовая промышленность достигли значительных успехов в улучшении производительности бурения, добавив высокотехнологичные скважинные инструменты и датчики, изменив классические процедуры бурения и используя самые современные системы наземных буровых установок. Прогресс в оптимизации процессов строительства нефтяных и газовых скважин на основе использования постоянно доступных исторических и оперативно получаемых геолого-геофизических и технологических данных оказался незначительным. Оснащение бурильщика и инженеров конкретными и быстрыми решениями, основанными на внедрении технологий искусственного интеллекта при моделировании и обработке полевых данных в реальном времени, теперь является ключом к повышению операционной эффективности и снижению затрат при строительстве нефтяных и газовых скважин, обеспечении производственной и экологической безопасности.

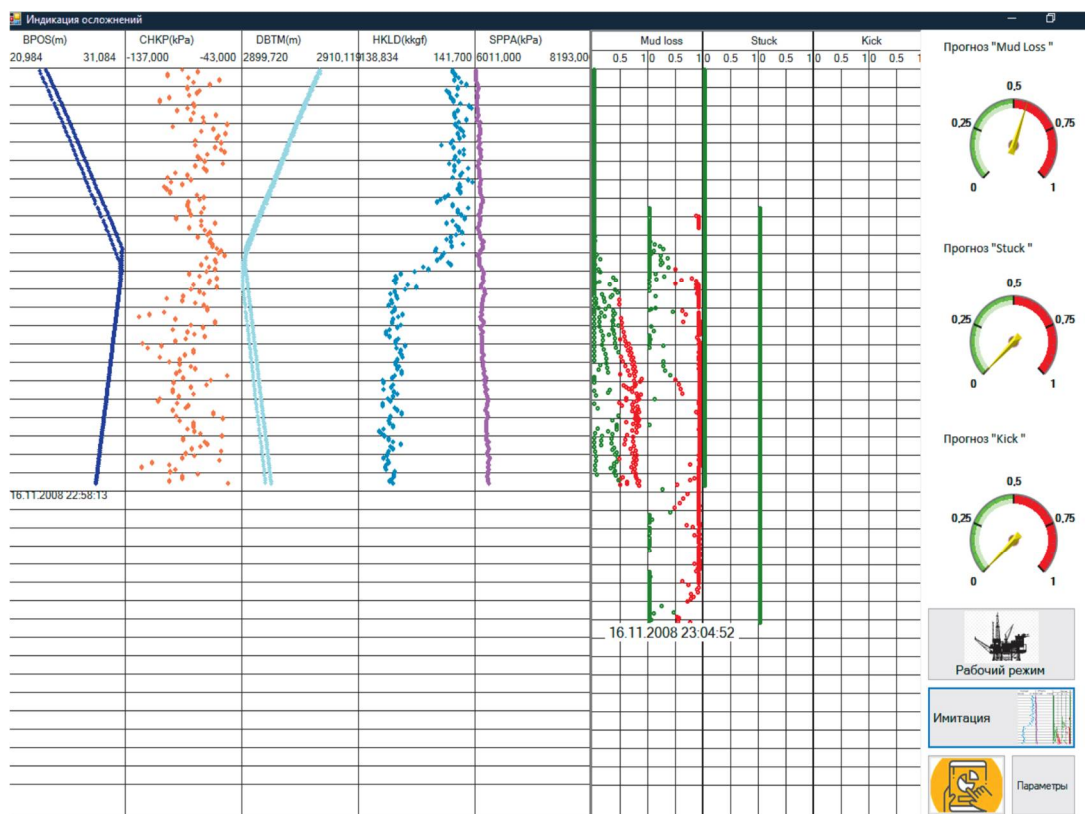


Рисунок 4. Интерфейс оператора-буровика

Основными векторами развития в этом направлении является следующее:

- создание современных интерактивных сред для обеспечения сбора, систематизации и анализа всей оперативной информации в режиме реального времени и обеспечение на этой основе проактивного управления процессом строительства скважин;
- автоматизация производственных процессов на основе внедрения систем искусственного интеллекта;
- создание и внедрение новых ИИ-инструментов для дистанционного мониторинга и управления операционной деятельностью;

- использование интегрированных кросс-функциональных показателей эффективности систем ИИ и деятельности компании в целом, позволяющих оптимизировать все этапы их операционной деятельности.

### **Заключение (Conclusion)**

Несмотря на это, в настоящее время в области применения информационных технологий в нефтегазовой отрасли, сложился облик универсальных информационных систем – единая цифровая платформа с возможностью создания программного интерфейса API для взаимосвязи с объединенными ресурсами компании разработчика и потребителей разных уровней. В отличие от этого в области ИИ отсутствуют единые подходы по объединению специализированных систем, методов и решений (ИНС, методы машинного обучения, системы поддержки принятия решений, экспертные системы), на базе единой цифровой платформы ИИ, позволяющей работать с большими объемами неструктурированных данных. При этом основным проблемным вопросом является интеграция специализированных моделей искусственных нейронных сетей и методов машинного обучения в единую систему, обеспечивающую эффективное решение заданного комплекса задач в условиях априорной неопределенности, связанной с конкретными геолого-геофизическими, техническими и технологическими условиями и факторами. Агрегирование разнородных программно-алгоритмических комплексов (ПАК) ИИ в единую систему. Под агрегированием разнородных ПАК ИИ понимается их объединение в самообучающуюся систему на основе унифицированных алгоритмов самоорганизации ИИ, образующих единую Smart среду (платформу) в информационно-управляющем пространстве технологическими процессами нефтегазовой отрасли. Данная парадигма самоорганизующейся ИИ-Системы, как новейшая концепция динамической адаптации к условиям конкретного нефтегазового производства, позволит обеспечивать интеграцию перспективных нефтегазовых технологий на основе внедрения Smart платформы агрегирования разнородных ПАК ИИ.

### **Список использованной литературы**

1. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. – Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России. Нефтяное хозяйство, 2007,
2. с. 54–58.
3. Дмитриевский А.Н., Дуплякин В.О., Еремин Н.А., Капранов В.В. – Алгоритм создания нейросетевой модели для классификации в системах предупреждения осложнений и аварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин. 2019.
4. Казначеев П.Ф., Самойлова Р.В., Курчиски Н.В. – Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности
5. в нефтегазовой и других сырьевых отраслях. 2016.
6. Линд Ю.Б., Мулюков Р.А., Кабирова А.Р., Мурзагалин А.Р. – Оперативное прогнозирование осложнений при бурении. 2013.
7. Дьяков А.Г., Головина А.М. –Выявление аномалий в работе механизмов методами машинного обучения. Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных: труды XIX Межд.конф. DAMDID/RCDL, с. 469-476. 2017.
8. Еремин Н.А. – Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. М: Наука, 462 с. 1994
9. Еремин Н.А., Черников А.Д., Сарданашвили О.Н., Столяров В.Е., Архипов А.И. – Цифровые технологии строительства скважин. Создание высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных
10. и газовых скважин, с. 38-50, 2020.
11. Ивлев А.П., Еремин Н.А., - Петророботика: роботизированные буровые комплексы. Бурение и нефть, 2, с. 8-13, 2018.

12. Кабанихин С.И., Шишление М.А. – Цифровое месторождение. Георесурсы, с. 139-141, 2018.
13. Казначеев П.Ф., Самойлова Р.В., Курчиски Н.В. – Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности
14. в нефтегазовой и других сырьевых отраслях, с. 188-197, 2016.
15. Лоерманс Т. – Расширенные геолого-технические исследования скважин: первые среди равных. Георесурсы, с. 216-221,
16. Юрченко И.Г., Крюков А.О. – Преимущества и недостатки внедрения самообучающих нейронных сетей на предприятиях нефтегазового комплекса. Проблемы геологии и освоения недр, с. 835-836, 2018.



ФИЛИАЛ РОССИЙСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА  
(НИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

## ТОМ 3, НОМЕР 4

# INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

## VOLUME 3, ISSUE 4

**Editorial staff of the journals of [www.tadqiqot.uz](http://www.tadqiqot.uz)**

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,  
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Phone: (+998-94) 404-0000

**Контакт редакций журналов. [www.tadqiqot.uz](http://www.tadqiqot.uz)**

ООО Тадқиқот город Ташкент,  
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Тел: (+998-94) 404-0000