



Научно-  
производственная  
фирма «Нитро»

ISSN 2077-5423

**№12/2020**

# Нефть. Газ. ИНОВАЦИИ

научно-технический журнал • входит в перечень ВАК

ЧЕРНОМОРСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ  
OIL & GAS BLACK SEA CONFERENCES

iOilGas  
conference



ГЛАВНАЯ ТЕМА НОМЕРА:

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

По материалам  
«Черноморских нефтегазовых  
конференций» 2020

Стратегический партнер журнала –  
ООО «Научно-производственная фирма «Нитро»,  
организатор проекта «Черноморские нефтегазовые конференции»

По решению Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» (редакция от 12.07.2017)

## СОДЕРЖАНИЕ №12 (241) 2020

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

Высокие технологии в нефтегазовой сфере: оптимизация производственных процессов

6

### ЦИФРОВАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А., Басниева И.К., Еремина И.А.

О проекте Стратегии цифровой модернизации нефтегазового комплекса РФ

9

### ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОЦЕНКА ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

Бояркин Р.Ю., Тиссен Ю.А., Керусов И.Н., Шарипова Н.А.

Технология построения глубинно-скоростных моделей для миграции в условиях надвиговой тектоники Шарью-Заостренского вала гряды Чернышева

14

Елишева О.В., Сосновских К.А.

Инновационный подход применения метода фрактального анализа для снижения геологических рисков на поисковой стадии ГРП (на примере Уватского района юга Тюменской области)

23

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бороздин С.О., Еремин Н.А., Черников А.Д., Фицнер Л.К.,  
Чашина-Семенова О.К., Зинатуллина Л.И.

Автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин с использованием методов искусственного интеллекта

30

Каташов А.Ю., Овчинников К.Н., Татаринов Д.С.,  
Малявко Е.А., Огиенко В.Н.

Цифровая платформа для эффективного управления выработкой коллектора

35

Тихомиров Л.И., Еремин Н.А., Земцов С.А.,  
Мезенцев А.С.

Эффективная добыча углеводородов с использованием интегрированных моделей и интеграционной платформы AVIST Oil&Gas

42

Галузин А.А.

Современные отечественные системы автоматизации и телемеханики технологических процессов и объектов

49





56

**Синяков Н.А.**

ConTrase – интеллектуальная система управления электрообогревом в процессах добычи, транспортировки и хранения нефти и газа

61

**Катаева Д.Е., Мухамедова К.Р., Черепкова Н.П.**

Аналитическая система диспетчерского центра как инструмент повышения эффективности управления производственными процессами на предприятиях нефтегазовой отрасли

#### ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

67

**Шакиров Р.Р., Пермьяков А.В., Рауданен Е.В., Пономарева Д.В.**

Оптимизация газового промысла многопластового месторождения с учетом взаимовлияния объектов разработки

#### ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ ЗА ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

72

**Крюков М.А., Данилов И.И., Сергеев А.А., Пермьякова Г.Н., Зипир В.Г.**

Модель площадных объектов как инструмент принятия решений на примере активов ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь»

79

**Шевцов А.П., Гоптарев В.И., Деревенец О.В., Сушков В.Н., Чурсин Г.А.**

Применение бесконтактных измерителей крутящего момента (БИКМ) для контроля технического состояния ГПА в условиях промышленной эксплуатации

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Аграфенин С.И.**, к.т.н., заместитель главного инженера – главный технолог АО «Гипровостокнефть»  
**Алтунина Л.К.**, д.т.н., профессор, заведующая лабораторией коллоидной химии нефти Института химии нефти СО РАН  
**Антонади Д.Г.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело» имени профессора Г.Т. Вартумяна Кубанского технологического университета  
**Балаба В.И.**, д.т.н., профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
**Боровский М.Я.**, к.г.-м.н., генеральный директор ООО «Геофизсервис»  
**Борхович С.Ю.**, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Удмуртского государственного университета  
**Бриллиант Л.С.**, к.т.н., генеральный директор Тюменского института нефти и газа  
**Булыгин Д.В.**, д.г.-м.н., заместитель генерального директора по геологии ООО «Нефтегазовый НИЦ МГУ имени М.В. Ломоносова»  
**Быков Д.Е.**, д.т.н., профессор, ректор СамГТУ, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология» Самарского государственного технического университета  
**Восмериков А.В.**, д.х.н., профессор, директор ИХН СО РАН  
**Ерёмин Н.А.**, д.т.н., профессор, заместитель директора Института проблем нефти и газа РАН  
**Елецкий Б.Д.**, д.б.н., к.г.н., профессор, помощник генерального директора по взаимодействию с государственными, региональными, муниципальными и общественными организациями ООО «Нефтяная компания «Приазовнефть»  
**Исмагилов А.Ф.**, к.з.н., заместитель генерального директора по развитию бизнеса АО «Зарубежнефть»  
**Кожин В.Н.**, к.т.н., генеральный директор ООО «СамараНИПИнефть» (научно-исследовательский и проектный институт ПАО «НК «Роснефть»)  
**Котенёв Ю.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» Уфимского государственного нефтяного технического университета  
**Кульчицкий В.В.**, д.т.н., профессор, директор НИИБТ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
**Курочкин А.В.**, к.х.н., главный технолог ООО ПФ «Уралтрубопроводстройпроект», исполнительный директор Ассоциации инженеров-технологов нефти и газа «Интегрированные технологии»  
**Лавренко А.В.**, д.х.н., доцент, директор ИК СО РАН, ЦНХТ ИК СО РАН  
**Муслимов Р.Х.**, д.г.-м.н., профессор, консультант президента Республики Татарстан по вопросам разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений  
**Опарин В.Б.**, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств» Самарского государственного технического университета  
**Рогачев М.К.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Санкт-Петербургского горного университета  
**Самигуллин Г.Х.**, д.т.н., заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа Санкт-Петербургского горного университета  
**Силин М.А.**, д.х.н., проректор по инновационной деятельности и коммерциализации разработок РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
**Телин А.Г.**, к.х.н., доцент, заместитель директора по научной работе ООО «Уфимский научно-технический центр»  
**Теляшев Э.Г.**, д.т.н., профессор, член-корр. АНРБ, научный руководитель института, заместитель директора АО «ИНХП»  
**Третьяк А.Я.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые техника и технологии» Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова  
**Тян К.В.**, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Трубопроводный транспорт» Самарского государственного технического университета  
**Хисаметдинов М.Р.**, к.т.н., заведующий лабораторией отдела увеличения нефтеотдачи пластов института «ТатНИПИнефть»

#### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор  
**Г.Н. БЕЛЯНИН**,  
к.г.-м.н., академик МТА РФ  
Литературный редактор  
**Е.С. ЗАХАРОВА**  
Дизайн  
**Е.А. ОБРАЗЦОВА**  
Верстка  
**И.М. ПРОНЯЕВА**

Отдел распространения  
и подписки:  
тел. +7 (846) 979-91-10

Отдел рекламы и маркетинга:  
тел. +7 (846) 979-91-44  
тел. +7 (846) 979-91-88

Адрес редакции и издателя:  
443008, Самарская область,  
г. Самара, Томашевский  
тупик, 3а  
Тел. (846) 979-91-77  
(846) 979-91-47  
(846) 302-91-99  
journal@neft-gaz-novacii.ru  
info@neft-gaz-novacii.ru  
red@neft-gaz-novacii.ru  
redaktor@neft-gaz-novacii.ru  
marketing@neft-gaz-novacii.ru  
www.neft-gaz-novacii.ru

Учредитель  
ООО «Портал Инноваций»

Журнал зарегистрирован  
Министерством  
Российской Федерации  
по делам печати,  
телерадиовещания  
и средств массовых  
коммуникаций  
Рег. номер № С01964  
от 25 февраля 1999 г.  
Перерегистрирован  
28 сентября 2018 г.  
Рег. номер ПИ № ФС 77-73741

Периодичность – 12 номеров в год  
При перепечатке материалов  
ссылка на журнал  
«Нефть. Газ. Новации»  
обязательна

Тираж 10 000 экз.  
Подписано в печать 30.12.2020  
Цена:  
870 руб. – печатная версия  
1200 руб. – электронная версия

Отпечатано в типографии  
ООО «ПРИНТ-РУ»  
443070, г. Самара  
ул. Верхне-Карьерная, 3а



УДК 622.016.25:622.24:66-933:629.7.067.8:681.5: 004.048

## Автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин с использованием методов искусственного интеллекта

Automated System for Preventing Accidents During Well Construction Using Artificial Intelligence Methods



Н.А. Еремин

**С.О. Бороздин**

borozdin.s@gubkin.ru

**Н.А. Еремин**, д.т.н., проф.

ermn@mail.ru

/РГУ нефти и газа (НИУ)

имени И.М. Губкина/

**А.Д. Черников**, к.т.н.

cha60@mail.ru

**Л.К. Фицнер**, к.ф.-м.н.

folnons@yahoo.com

**О.К. Чашчина-Семенова**, к.ф.-м.н.

sineton@yahoo.com

**Л.И. Зинатуллина**

liya\_zinatullina@mail.ru

/ИПНГ РАН, г. Москва/

S.O. Borozdin, N.A. Eremin, DSc, Prof.  
/Gubkin Russian State University of Oil and  
Gas, Moscow/

A.D. Chernikov, PhD, L.K. Fitzner, PhD

O.K. Chashchina-Semenova, PhD

L.I. Zinatullina

/OGRI RAS, Moscow/

Статья посвящена описанию созданной автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин с использованием методов искусственного интеллекта, основанной на распределенной по уровням структуре контроля и управления процессом бурения. По результатам работы в течение 2019–2020 гг. были получены шесть свидетельств регистрации программ для ЭВМ, поданы две заявки на получение патентов на полезную модель.

**Ключевые слова:** строительство нефтегазовых скважин, осложнения в процессе строительства скважин, автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин, управление процессом бурения, инструменты искусственного интеллекта для предотвращения аварийных ситуаций при бурении, обработка стриминговых (поточковых) данных бурения, сокращение непроизводительного времени бурения, методы машинного обучения, хранение данных о процессе бурения, нейросетевое моделирование для выявления осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин, прогноз осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин в режиме реального времени, «матрица действий» для инженера-бурильщика.

The paper contains the description of the constructed automated system to prevent emergency situations during the construction of wells using the methods of artificial intelligence, based on the structure of distributed by levels control and management over the drilling process. Basing upon the results of the work completed in 2019–2020, six certificates on registration of computer software were obtained, two applications for utility model patents were also filed.

**Key words:** construction of oil and gas wells, challenges in the process of well construction, automated system to prevent accidents during the process of well construction, drilling process management, artificial intelligence tools to prevent drilling accidents, processing of streaming data on drilling, reducing unproductive time while drilling, machine training methods, data storing on drilling process, neural network modeling to identify challenges during the construction of oil and gas wells, on-line forecast of challenges and emergencies at the stages of well drilling and construction, "matrix of actions" for drilling engineer.

**Н**еотъемлемой частью бурения и строительства нефтегазовых скважин является проведение геолого-технологических исследований (ГТИ). Передача больших массивов геоданных со станций ГТИ при бурении организуется с использованием современных каналов связи, промышленного интернета и протоколов обмена информацией типа WITSML (Wellsite Information Transfer Standard Markup Language – стандарт для передачи данных со скважины в формате XML). Данный подход позволяет организовать в центре бурения скважин непрерывный автоматический контроль процессов и качества бурения. Для предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин используются методы искусственного интеллекта.

Решающее значение в повышении эффективности строительства скважин приобретает возможность быстрой и качественной обработки больших массивов геолого-технологической информации на основе применения современных высокопроизводительных вычислительных информационных технологий. В созданной автоматизированной системе предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин с использованием методов искусственного интеллекта предложена распределенная по уровням структура контроля и управления процессом бурения [1]. Оперативное управление и краткосрочное прогнозирование режимов выполняются как непосредственно на буровой, так и удаленно в центре бурения скважин. Одним из способов повышения эффективности бурения и строительства является быстрое принятие решений по предотвращению аварийных ситуаций с помощью инструментов искусственного интеллекта по обработке стриминговых (поточковых) данных бурения. Методы искусственного интеллекта используются для сокращения непроизводительных потерь времени при выполнении операций бурения и заканчивания скважин.

В процессе строительства скважин возникают различного рода осложнения и аварийные ситуации, связанные с поглощением бурового раствора, прихватами (затяжками) бурового инструмента, газонефтеводопроявлениями (ГНВП). Обнаружение ранних признаков прихватов/скольжений буровых труб с использованием методов искусственного интеллекта способствует значительному сокращению непроизводительного времени бурения. Методы машинного обучения могут быть использованы для выявления ГПВН на ранней стадии с целью предотвращения аварий и экологических катастроф и в конечном итоге – снижения общих затрат на строительство скважин.

Набор данных для обучения должен удовлетворять таким критериям, как репрезентативность и не-

противоречивость. Подготовка исходных данных для проведения нейросетевых расчетов состоит из формирования и разметки наборов реальных временных параметров, содержащих данные об аномальных ситуациях. Модуль WITSML DataUnit предназначен для организации упорядоченного хранения данных о процессе бурения (реальновременная и поглубинная информация о технологических параметрах), преобразования (сериализации) данных в формат, предназначенный для использования в нейросетевых расчетах, а также анализа данных о процессе бурения для выбора временных последовательностей и последовательностей по глубине, содержащих информацию об осложнениях и аварийных ситуациях при бурении.

Разработанная автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин включает ряд ключевых блоков и программных компонентов.

Для работы с данными в формате WITSML и формирования исходных наборов для построения моделей обнаружения и прогнозирования аномалий разработан отдельный программный модуль, состоящий из набора сервисных процедур и клиентской части, написанных на языке C# (.Net Framework 4.7). Блок выбора реальновременной и поглубинной информации, относящейся к осложнениям и аварийным ситуациям, предназначен для выбора и записи фрагментов файлов из набора Realtime Drilling Data, содержащих информацию об осложнениях и аварийных ситуациях (прихват, поглощение и ГНВП). Выбранные фрагменты файлов используются как входные данные для построения моделей обнаружения и прогнозирования аномалий. Основная процедура блока DailyReportAnalysis – это процедура, позволяющая в интерактивном режиме просмотреть записи буровых журналов, содержащих информацию об осложнениях или аномальных ситуациях, для каждой скважины и выбрать реальновременные и поглубинные данные для заданных в буровом журнале диапазонов времени и глубины.

Программный компонент «Нефтегазовый блокчейн» предназначен для использования в автоматизированной системе предупреждения осложнений и аварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин в целях обеспечения целостности и безопасности передачи, распределения и хранения технических и геолого-технологических данных с применением технологий индустриального блокчейна [2].

Программный компонент «Нейросетевые расчеты» (ПKNP) используется для решения задач обнаружения и прогнозирования осложнений при бурении скважин в составе автоматизированной системы предотвращения осложнений в процессе



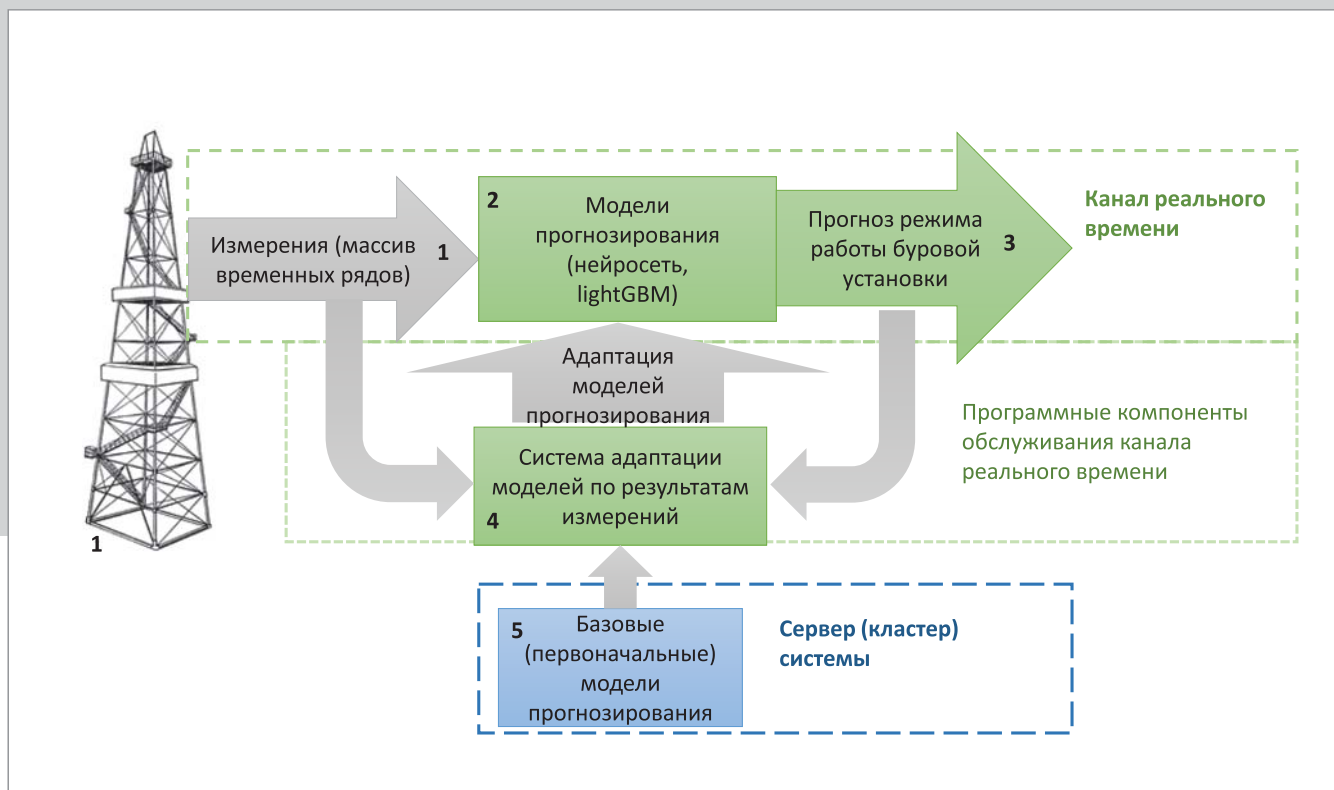


Рис. 1. Принципиальная структурная схема ПКНР

строительства нефтяных и газовых скважин [3]. ПКНР использует данные ГТИ (реальновременные и поглубинные) и реализует процесс обнаружения и прогнозирования осложнений, наиболее распространенных и затратных по времени и средствам на ликвидацию: поглощения, прихваты и ГНВП. Принятие необходимых мер, предотвращающих осложнения в работе, возможно при использовании автоматизированных систем, способных прогнозировать ситуацию на основе измерений параметров бурения. Принципиальная структурная схема ПКНР, реализующего алгоритмы нейросетевого моделирования для выявления осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин, представлена на **рис. 1**.

Программный компонент (ПК) «Оркестровка» предназначен для организации взаимодействия программных компонентов и модулей, входящих в автоматизированную систему предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин [6]. ПК «Оркестровка» реализует топологию основных производственных процессов при работе автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин, включающую в себя модули различных взаимосвязанных операций. Функциональная схема организации производственных процессов, реализуемая с помощью ПК «Оркестров-

ка», представлена на **рис. 2**, где синим цветом обозначены блоки, входящие в состав ПК «Оркестровка», зеленым цветом – блоки, входящие в состав ПКНР, серым цветом – блоки, входящие в состав ПК «Адаптация обобщенных нейросетевых моделей прогнозирования осложнений и аварийных ситуаций к геофизическим параметрам при бурении конкретной скважины» [4], и оранжевым цветом – блоки, входящие в состав ПК «Обратная связь» [7].

Входными данными, используемыми для формирования обобщенных моделей, являются наборы реальновременных данных о процессе бурения, содержащие записи о произошедших осложнениях «Прихват», «Поглощение» и ГНВП с указанием момента времени начала осложнения. Процесс формирования обобщенных моделей реализует следующий алгоритм. Выбранные наборы параметров, содержащие записи об осложнениях, поступают в модуль подготовки исходных данных для построения моделей, где производится предварительная обработка и формируется единый массив данных (Dataset), который дополняется разметкой (например, при решении задачи бинарной классификации: 0 – до начала осложнения и 1 – во время осложнения). Сформированный Dataset используется для формирования обобщенной модели с помощью выбранного модуля из ПКНР. Модули, входящие в состав ПКНР, реализуют решение задач бинарной классификации

с использованием ИНС (Keras) и LightGBM («бустинг», Microsoft), а также регрессионный метод и метод одноклассовой классификации. Сформированные обобщенные модели прогнозирования аномалий сохраняются в хранилище данных. Блок управления реализует выполнение цепочки модулей для формирования обобщенной модели прогнозирования аномалий. Модуль «Выбор данных и топологии для формирования моделей» (Configure) позволяет выбрать и загрузить наборы данных из хранилища (используется процедура Load) и сформировать конфигурацию процесса, т. е. выбрать необходимые модули из ПКНР и определить последовательность их запуска. Блок управления отслеживает выполнение этой последовательности и запускает требуемые модули. Модели, сформированные в процессе работы модулей ПКНР, записываются в файловую часть хранилища данных. Предусмотрена возможность развертывания модулей процесса формирования обобщенных моделей на вычислительном кластере из пяти узлов.

Хранилище данных сформировано с использованием файлового хранилища и SQL Server 2019 (Microsoft). Внутри каждой папки находятся файлы с сохраненными данными обобщенных моделей. Дополнительно каждая из таких папок может содержать сохраненные адаптированные модели для конкретных скважин. Структура WITSML Real Time Drilling Data после предварительной обработки сохраняется в базе Microsoft SQL Server 2019 в виде набора связанных таблиц, содержащих информацию о скважинах и стволах (таблица WellBore), данных о реальных параметрах (таблица RT Files), данных о глубинных параметрах (таблица MD Files), список параметров, регистрируемых в реальных записях (таблица LogCurveInfo). Также в виде набора связанных таблиц сохраняются в Microsoft SQL Server 2019 структура и основные данные буровых журналов (WITSML Daily Reports). Эти таблицы используются при анализе WITSML Real Time Data и формировании наборов данных, содержащих информацию об осложнениях/аномалиях.

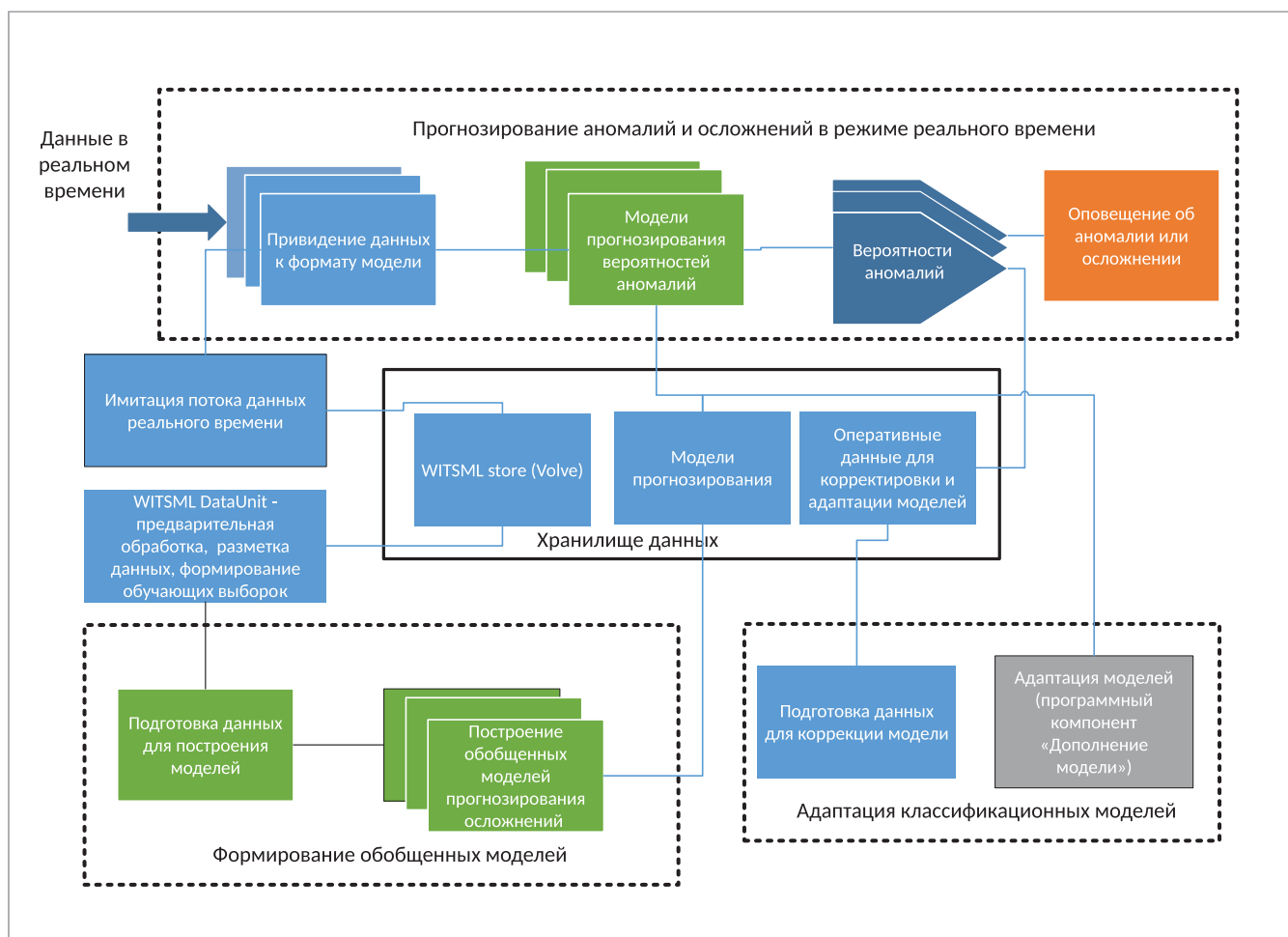


Рис. 2. Функциональная схема организации производственных процессов, реализуемая программным компонентом «Оркестровка»



Программный компонент «Обратная связь» является завершающей частью процесса прогнозирования осложнений и аномалий в режиме реального времени и предназначен для формирования предупреждающих сигналов о возможных осложнениях и выдачи рекомендаций для бурильщика по предотвращению последствий прогнозируемых осложнений. В его состав входят пять модулей. Основной модуль ПК «Обратная связь» осуществляет отображение прогноза по осложнениям в режиме реального времени.

Модуль реализован на C# (.Net Framework 4.7). Взаимодействие с процедурой «Сборщик результатов прогноза», входящей в состав ПК «Оркестровка», осуществляется путем обмена сообщениями с использованием библиотеки ZeroMQ (ver. 4.3.2).

Модуль формирования рекомендаций для инженера-бурильщика («матрицы действий») предусмотрен для работы в фоновом режиме. При появлении значения вероятности прогноза осложнения более 0.5 во всплывающем окне формируется рекомендация, соответствующая данной аномалии и основным параметрам, характеризующим работу скважины. Формирование рекомендаций происходит с помощью алгоритма выбора рекомендаций из базы знаний, содержащейся в основном хранилище данных.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинством созданной автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин с использованием методов искусственного интеллекта является способность к «запоминанию» закономерностей на

долгие промежутки времени и возможность непрерывного дообучения в процессе функционирования.

Разработанная автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций предназначена для оказания помощи персоналу буровых бригад в выявлении возможных осложнений на краткосрочную перспективу (по времени – до нескольких десятков минут и по проходке по стволу – до 100 метров). Масштабное внедрение автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций при строительстве скважин позволит сократить сроки бурения более чем на 10–25 % и стоимость скважин – на 5–25 %. По результатам работы в течение 2019–2020 гг. были получены шесть свидетельств регистрации программ для ЭВМ и поданы две заявки на получение патентов на полезную модель [8].

### Литература

1. Цифровые технологии строительства скважин. Создание высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин / Н.А. Еремин, А.Д. Черников, О.Н. Сарданашвили, В.Е. Стояров, А.И. Архипов // Деловой журнал Neftegaz.Ru. – 2020. – № 4 (100). – С. 38–50.
2. Еремин Н.А., Водопьян А.О., Дуплякин В.О., Черников А.Д., Космос С.А. Программный компонент «Нефтегазовый блокчейн» // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020614626, 17.04.2020. Заявка № 2020613699 от 27.03.2020.
3. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Нейросетевые расчеты – построение моделей прогноза осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин» (ПКНР) // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660892, 15.09.2020. Заявка № 2020660182 от 08.09.2020.
4. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Адаптация обобщенных нейросетевых моделей прогнозирования осложнений и аварийных ситуаций к геофизическим параметрам при бурении конкретной скважины» // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660890, 15.09.2020. Заявка № 2020660179 от 08.09.2020.
5. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Индикация прогноза осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин» (ПК «Индикация») // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020661356, 22.09.2020. Заявка № 2020660450 от 14.09.2020.
6. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Оркестровка – интеграция модулей системы прогнозирования осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин» // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660891, 15.09.2020. Заявка № 2020660181 от 08.09.2020.
7. Еремин Н.А., Винокуров В.А., Гушин П.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д., Насекин К.К., Сафарова Е.А., Бороздин С.О., Архипов А.И. Программный компонент «Обратная связь» // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020665410, 26.11.2020. Заявка № 2020661058 от 25.09.2020. Дата публикации: 26.11.2020.
8. Патент на полезную модель RU XXXX ХХ, ХХ.ХХ.2020 Автоматизированная система выявления и прогнозирования осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин /Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. – Заявка № 2020129673/03 (053361) от 08.09.2020.