УДК 004.942

DOI: 10.15827/0236-235X.132.689-696

Дата подачи статьи: 26.06.20

2020. Т. 33. № 4. С. 689–696

Разработка проблемно-ориентированной системы управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин

Д.Н. Молдаши ¹, соискатель, moldashi@gmail.com

¹ Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г. Москва, 119049, Россия

Проблемно-ориентированная система управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин предназначена для удаленного мониторинга и диспетчерского управления буровыми работами. В создаваемой системе автоматизируются выполняемые технологическим персоналом и руководством экспедиции контрольные и управленческие виды деятельности, такие как контроль буровых процессов и бурового оборудования по данным измерительных приборов, ведение рабочих журналов, диспетчерское управление, анализ и мониторинг аварийных ситуаций. Основная идея создания проблемно-ориентированной системы управления заключается в автоматизации сбора и обработки информации о текущем состоянии объектов автоматизации, в контроле и управлении буровыми работами, а также мониторинге аварийных ситуаций. Предметная область проблемно-ориентированной системы управления может быть отнесена к объектам автоматизации с распределенной организационной структурой, тесными информационными взаимосвязями и дискретным характером обработки значительных объемов информации.

Цель исследования – повышение эффективности работы буровых бригад геологоразведочных экспедиций на основе создания проблемно-ориентированной системы управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин, позволяющей реализовать процедуры мониторинга параметров буровых работ на месторождении, ведения автоматизированного учета режимов работы бурового оборудования и визуализации различных показателей бурения.

Новизна заключается в обеспечении возможности углубленного анализа производственных показателей деятельности буровых бригад в реальном режиме времени управлением параметрами бурения и визуализацией решаемых задач в условиях непрерывного характера технологических процессов и территориальной распределенности буровых установок.

В проблемно-ориентированной системе управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин реализована функция измерения и контроля параметров различных режимов бурения и состояния бурового оборудования в режиме реального времени, осуществлена возможность измерений широкого набора косвенных параметров бурения с последующим расчетом структурных взаимосвязей, анализом и выводом соответствующей информации. ПО проблемно-ориентированной системы управления позволяет в реальном времени принимать, обрабатывать и визуализировать данные с датчиков, производить расчет параметров процесса бурения с использованием математических моделей и оповещать бурильщика об отклонениях технологических показателей.

Ключевые слова: проблемно-ориентированная система управления, иерархическая распределенная система, мониторинг буровых работ, автоматизация рабочих мест, анализ производственных показателей.

Проблемно-ориентированная система управления осуществляет сбор, контроль и учет технологической и технической информации о состоянии буровых работ, представление сводной информации специалистам и руководству экспедиции, обеспечивает информационную поддержку принятия решений по различным аспектам производственной деятельности.

Объектами автоматизации в геологоразведочной экспедиции являются буровая установка, включающая в себя буровой станок, талевую систему, буровой насос и систему

электропитания, а также диспетчерский пункт, включающий сервер системы, АРМ диспетчера, АРМ начальника геологоразведочной экспедиции, АРМ специалистов.

Буровые установки и организационные структуры экспедиции как объекты автоматизации относятся к производственно-технологическим системам с наличием контрольно-учетных функций, связанных с обработкой информации, сводных данных и документов.

Виды автоматизируемой деятельности в разрабатываемой системе: измерение и кон-

троль параметров бурения и состояния бурового оборудования, возможность косвенных измерений параметров бурения; расчет и вывод информации в различных «разрезах», в динамике по минутам, часам, суткам, месяцам и годам, оформление данных в виде графиков, диаграмм и прочее; учет показателей, ведение рабочих журналов, проведение расчетов, обеспечение возможности углубленного анализа производственных показателей деятельности буровых бригад [1].

Особенностями объектов проблемно-ориентированной системы управления являются следующие: непрерывный характер технологических процессов; территориальная распределенность буровых установок; большие убытки от простоя оборудования; значительный объем перерабатываемой информации, охватывающей технологические показатели работы буровых установок, как текущие, так и архивные; необходимость ручного ввода данных параметров бурения и другой информации; разнообразие решаемых задач и получаемых запросов, а также отчетных форм; взаимосвязь решаемых задач – выходные данные одних задач могут являться входными для других [2, 3].

Цель создания системы – мониторинг буровых работ, автоматизированный учет показателей работы бурового оборудования, повышение эффективности работы буровых бригад геологоразведочных экспедиций.

Новым результатом при создании системы является возможность проведения углубленного анализа широкого набора производственных показателей деятельности буровых бригад в реальном режиме времени, что позволяет осуществлять оперативное управление параметрами различных режимов бурения в условиях непрерывного характера технологических процессов.

В составе разработанной проблемно-ориентированной системы управления выделены подсистемы сбора и передачи данных, хранения данных, обработки данных, представления данных.

Подсистема сбора и передачи данных выполняет функции сбора данных с различных источников информации реального времени, преобразует их к единому стандарту и доставляет информацию в сервер системы.

Подсистема хранения данных осуществляет в режиме реального времени хранение производственной информации и ее обработку. Реализация подсистемы основана на использовании специализированного ПО, позволяющего

хранить историческую производственную информацию без изменения качества информации.

Подсистема обработки данных обеспечивает моделирование технологических процессов, обработку данных по сложным алгоритмам в реальном времени.

Подсистема представления информации использует стандартные клиентские приложения, которые на программном уровне обеспечивают следующее: графический интерфейс, конфигурируемый в режиме онлайн, с использованием мнемосхем, одиночных и групповых трендов; создание отчетов по оперативным и архивным данным; обработку данных параметров бурения; использование Internet-технологий для представления данных; использование языков программирования для создания подпрограмм, обрабатывающих данные стандартных клиентских приложений; пользовательский интерфейс.

На АРМ проблемно-ориентированной системы управления руководителей и специалистов с помощью стандартных клиентских приложений обеспечивается представление следующей информации по каждой буровой: текущие и исторические данные, отклонения технологических параметров от заданных (за смену, сутки), наработка технологического оборудования, простой оборудования и причины его останова.

Разработанная проблемно-ориентированная система управления организована как двухуровневая, обеспечивающая сбор информации о параметрах бурения и состоянии бурового оборудования с ее представлением на двух иерархических уровнях: буровая (табло бурильщика, АРМ бурового мастера) – нижний уровень, экспедиция (диспетчер, специалисты, начальник геологоразведочной экспедиции) – верхний уровень.

К техническим средствам нижнего уровня относятся датчики и преобразователи расхода, уровня и др., состояния оборудования, устройства ввода-вывода сигналов, конвертеры, контроллеры. Контроллеры осуществляют сбор, обработку и отображение информации от датчиков и преобразователей.

К верхнему уровню системы относятся сервер и рабочие места диспетчера, специалистов и начальника экспедиции [4, 5].

Режим функционирования разработанной проблемно-ориентированной системы управления – автоматический, непрерывный, круглосуточный, в реальном времени, с необходимыми регламентными остановками. Для кли-

ентских приложений специалистов режим функционирования – периодический и по мере необходимости в виде одно- или многократного решения задач в пределах рабочего времени специалистов.

Выполняемые разработанной проблемно-ориентированной системой управления функции подразделяются на информационные и вспомогательные.

В состав информационных функций входят сбор/ввод данных, обработка и представление данных, передача данных (сообщений, документов), выборка данных и расчеты для анализа, подготовка отчетов, выработка соответствующих рекомендаций и советов. Данные функции обеспечивают актуализацию БД проблемно-ориентированной системы управления и выполнение запросов пользователей информационной системы на этой основе, качественное выполнение служебных заданий персонала, оперативное и своевременное принятие управленческих решений.

Вспомогательные функции используются для достижения необходимого качества функционирования системы (надежности, точности и т.п.) и выполняют контроль и управление ее работой, реализуют заданную последовательность решения задач и манипулирование данными, обеспечивая своевременность их выполнения, и, кроме того, выдают сообщения о нарушениях и сбоях в системе. Управление вычислительным процессом и манипулирование данными в системе осуществляются операционной системой, другими общесистемными программными средствами и СУБД. Одной из важных обеспечивающих функций является обеспечение сохранности и совместимости данных, «откат» транзакций при сбоях и прочее.

Разработанное математическое обеспечение проблемно-ориентированной системы управления позволяет эффективно создавать программные решения конкретных задач, управлять работой ПК в процессе решения этих задач и контролировать правильность ее работы [6–8]. Математическое обеспечение включает: типовые методики и алгоритмы сбора и обработки информации, выполнения необходимых расчетов для получения сводных отчетов и т.п.; алгоритмы поиска и сортировки данных, формирования и выдачи выходных документов на экран и печать; математические модели и алгоритмы задач прогнозирования. Разработан комплекс общих требований к математическому обеспечению: использовать

апробированные ранее математические методы и алгоритмы; максимально использовать типовые методы, алгоритмы, модели и возможности, предоставляемые пакетами прикладных программ; используемые математические методы должны учитывать возможности технических и программных средств, иметь минимальные значения по времени решения и объему занимаемой памяти; документация на математическое обеспечение должна обеспечивать однозначное толкование и возможность программирования без дополнительных разъяснений; допускается любая форма представления алгоритмов – формульная, табличная, блок-схема, словесное описание и др.

Разработанные алгоритмы математического обеспечения отвечают следующим требованиям: допускают декомпозицию на относительно простые блоки, не имеют конкретных значений ключей поиска информации, максимально используют стандартные поисковые и вычислительные процедуры, имеют встроенные в применяемые пакеты прикладных программные средства, максимально используют возможности языка программирования в своем описании, обеспечивают контроль хода выполнения программ и функциональную взаимосвязь задач.

Разработано *информационное обеспечение* (ИО) проблемно-ориентированной системы управления, представляющее собой совокупность информационных элементов в виде некоторых упорядоченных структур и методов с единым информационным языком, единой технологией сбора, обработки и хранения информации, унифицированной системой документации.

Данные, которыми оперирует проблемно-ориентированная система управления, включают следующие основные группы: реквизиты субъектов производственной деятельности, показатели деятельности субъектов, служебная информация (состав пользователей, права доступа, пароли и др.).

Структуризация информации в системе осуществляется путем создания связанных реляционных таблиц данных рабочих массивов. В таблицах выделяются ключевые поля и определяется порядок индексации для ускорения поиска информации. Основными структурными компонентами проблемно-ориентированной системы управления, между которыми осуществляется обмен информацией, являются информационные массивы различных уровней – буровой и экспедиции.

Компонентами системы, между которыми происходит информационный обмен, являются массивы рабочей, оперативной информации, комплексы задач и отдельные задачи. Обмен между рабочими массивами в БД происходит в процессе перекодировки и при заполнении рабочих массивов переменной информацией. Обмен между задачами выполняется при существовании информационных связей, а именно: выходная информация одной задачи является входной для другой.

Передача информации внутри проблемно-ориентированной системы управления осуществляется интегрированно информационными массивами и определяется потребностями системы.

Технологический процесс сбора, обработки, передачи и представления данных включает ведение рабочей информационной базы, решение задачи, получение выходных форм.

Ведение рабочей информационной базы проходит следующие технологические этапы: сбор (опрос датчиков, ввод, загрузка) входной информации, контроль входной информации на достоверность и полноту, перенос информации в СУБД и корректировка БД.

При разработке ПО проблемно-ориентированной системы управления необходимо учитывать особенности процесса обработки информации в системе – большой объем обрабатываемой информации, разнообразие выполняемых функций, диалоговый режим общения пользователей с ПК.

Для повышения гибкости и надежности функционирования системы предполагается использование многоуровневой структуры (подсистемы, задачи и т.д.). Данный подход упрощает синтез ПО и допускает возможность ввода системы в действие по частям (отдельными подсистемами).

Разработанная структура ПО предусматривает возможность наращивания функций подсистем за счет включения новых задач, а также модификации старых, манипулирования ресурсами системы, работы системы в информационно-советующем режиме, независимость основной части программы от количества и структуры параметров (введение новых и исключение старых параметров не требует переработки ядра ПО), сохранение работоспособности системы при выходе из строя части оборудования, возможность поэтапного внедрения комплексов программ без дополнительного перепрограммирования.

Данные требования достигаются за счет организации ПО в виде комплексов программ,

каждый из которых реализует какую-либо часть алгоритма.

В состав ПО входят *системное* (СПО) и *прикладное* ПО (ППО).

СПО – стандартное ПО, предназначенное для проектирования, отладки и сопровождения ППО. СПО включает в себя операционную систему и пакеты прикладных программ.

Разработаны общесистемные средства, обеспечивающие поддержку функционирования прикладной части системы, накопление, хранение и управление структурированными данными, контроль и защиту данных от несанкционированного доступа, разработку и реализацию прикладных программ различного уровня взаимодействия с данными и системными средствами, передачу данных по сетям телекоммуникаций, многопрограммную и многопользовательскую обработку данных, совместимость с другими информационными и операционными системами.

Кроме этого, общесистемные средства обеспечивают многопользовательскую работу в режиме реального времени, защиту информации, целостность информации, развитие системы.

ППО обеспечивает решение требуемых проблемных задач, обладает возможностью восстановления информации в случае ошибки или сбоя и ориентировано на работу конечного пользователя – непрограммиста.

ПО АРМ должно осуществлять логический контроль допустимости вводимых вручную значений.

АРМ специалистов разных уровней должны обеспечивать реализацию следующих функций: представление архивной и текущей технологической информации в систематизированном виде и удобной для восприятия форме; представление информации из журнала событий в систематизированном виде с сортировкой по времени и технологическим объектам, к которым они относятся; формирование суточных, месячных и годовых сводок по объемам готового продукта, расхода сырья и потребления электроэнергии; отображение и печать сформированных сводок.

Отображаемые на видеомониторе кадры воспроизводят текущее состояние оборудования и дополнительных систем, а также технологические параметры в реальном масштабе времени. Мнемосхемы работы оборудования реализованы с помощью ПО визуализации в виде окон, которые выводятся на дисплей рабочей станции. Мнемосхемы имеют интуитивный интерфейс, позволяющий легко ориенти-

роваться в элементах системы. Интерфейс состоит из главного окна со всеми функциями программы, панели визуализации, строки состояния и набора окон для различных функций. На главном экране буровика представляется состояние процессов в удобном расположении и с понятным индикатором для удобного мониторинга. Главный экран разделен на пять секций: технологические параметры, раствор, долото, установка, глубина (рис. 1).

На главном экране изображены следующие состояния параметров: вес на крюке, момент вращения, частота вращения, гидравлическая мощность, механическая скорость бурения, скорость восходящего потока, расход бурового раствора на входе, расход бурового раствора на выходе, температура бурового раствора на входе, температура бурового раствора на выходе, давление бурового раствора, осевая нагрузка на долото, глубина скважины. Периодичность отображения информации – 1 сек.

Шкалы разделены на три цвета: синий (значения ниже нормы), белый (оптимальные значения), красный (аварийные значения) [9].

При нажатии на кнопку «Управление параметрами» появится окно параметров с контролем ограничений (рис. 2).

Программа принимает значения параметров технического процесса бурения, сравнивает их с помощью математической модели контроля ограничений и при превышении заданных (вводимых оператором) значений выдает соответствующие предупреждающие сообщения и звуковые сигналы [10, 11]. В результате выполнения программы все необходимые параметры проходят через систему ограничений, при этом создается динамический отчет об отклонениях от заданных величин.

Техническое обеспечение системы состоит из комплекса технических средств, который базируется на серийно выпускаемых вычислительных средствах, обеспечивающих сбор, обработку, вывод и отображение информации о ходе процесса бурения в реальном времени, накопление данных для отчетных документов.

Организационное обеспечение разработанной проблемно-ориентированной системы управления включает в себя правила и предписания, регламентирующие работу эксплуатирующего (пользователи) и обслуживающего систему персонала. Организационная структура проблемно-ориентированной системы управления обеспечивает соблюдение принципа единоначалия и персональной ответ-

Рис. 1. Интерфейс главного экрана бурового мастера

Fig. 1. Drill runner main screen interface

Управление параметрами			
Контроль ограничения			
Крутящий момент на роторе (М)	<input type="text" value="33,95"/>	Мт	<input type="text" value="35"/>
		Мд	<input type="text" value="38"/>
Вес на крюке (Gk)	<input type="text" value="17"/>	Gкмк	<input type="text" value="18"/>
		Gкмл	<input type="text" value="20"/>
		Gкi	<input type="text" value="13"/>
		ti	<input type="text" value="9 с"/>
Ресурс талевого каната (Ar)	<input type="text" value="345"/>	Глубина скважины (Lc)	<input type="text" value="1000"/>
Время без вращения (Tvr)	<input type="text" value="31"/>	Допустимое время (Tvrd)	<input type="text" value="365"/>
Время без промывки (Trp)	<input type="text" value="15"/>	Допустимое время (Trpd)	<input type="text" value="365"/>
Время без бурения (Tb)	<input type="text" value="19"/>	Допустимое время (Tbd)	<input type="text" value="365"/>
Коэф. пропорциональности k1	<input type="text" value="1.74"/>	Длина бурильных труб (L)	<input type="text" value="500"/>
Наружный диаметр б.т. (dn)	<input type="text" value="7"/>	Объем доливаемого раствора (Vdl)	<input type="text" value="27"/>
Внутренний диаметр б.т. (dt)	<input type="text" value="5"/>	Объем колонны (Vk)	<input type="text" value="145"/>
Давление в стояке (Pc)	<input type="text" value="358"/>	Допустимое давление (Pobd)	<input type="text" value="345"/>
		k2	<input type="text" value="1.74"/>
Расход раствора в к.п. (Qk)	<input type="text" value="11.58"/>	Удельный вес раствора (gamma)	<input type="text" value="23"/>
		Диаметр скважины (D)	<input type="text" value="8"/>
Время пуска насоса (tp)	<input type="text" value="11:30"/>	Давление на пласт (Pspo)	<input type="text" value="345"/>
		Давление гидроразрыва	<input type="text" value="203"/>
Длина текущего сообщ. (l)	<input type="text" value="32"/>	Сумм. длина всех сообщ. (lo)	<input type="text" value="32"/>
Сообщение			
Крутящий момент больше допустимого на 1,08 Н*м			

Рис. 2. Управление параметрами бурения геотехнологической скважины

Fig. 2. Controlling the parameters of drilling a geotechnical well

ственности, надежное функционирование системы, рациональные информационные связи. Надежащее организационное обеспечение должно обеспечить своевременное решение задач сбора информации, принятия управленческих решений, выбора правильных или лучших решений. При этом должны быть обеспечены надежность, возможность развития и совершенствования системы [12, 13].

После создания программно-информационных средств проблемно-ориентированной системы управления проводятся тестирование и отладка автоматизированной системы сооружения и эксплуатации скважин. К контрольному щиту автоматизированной системы подключены датчики веса, количества оборотов и момента вращения бурильной колонны, расхода и давления бурового раствора, измерения потребленной электрической энергии буровым станком и буровым насосом.

На основании изложенного сделаем следующие выводы.

В разработанной проблемно-ориентированной системе реализована базовая функция измерения и контроля параметров различных режимов технологического бурения и оценки параметров состояния бурового оборудования в режиме реального времени. В системе осуществлена возможность измерений широкого набора косвенных параметров бурения с последующим расчетом структурных взаимосвязей, анализом и выводом соответствующей инфор-

мации, что позволяет в режиме реального времени принимать, обрабатывать и визуализировать данные с датчиков, производить расчет параметров процесса бурения с использованием математических моделей и оповещать бурильщика об отклонении технологических показателей.

Разработано ПО проблемно-ориентированной системы управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин двух уровней – верхнего для экспедиции и нижнего для буровой: разработаны и формализованы требования к ПО уровней экспедиции и буровой, АРМ диспетчера и буровика, сервер маршрутизации сообщений.

Созданное ПО проблемно-ориентированной системы управления повышает эффективность бурения геотехнологических скважин посредством комплексного информационного обеспечения процесса бурения и позволяет диспетчеру экспедиции проводить мониторинг буровых работ на производственных участках, буровому мастеру контролировать производство буровых работ, бурильщику контролировать и своевременно корректировать параметры процесса бурения.

Дальнейшее развитие проблемно-ориентированной системы управления предполагается в направлении расширения функций системы с постановкой и решением дополнительных, в том числе аналитических задач: развитие архитектуры системы, расширение состава поль-

зователей (заинтересованных в получении информации от системы) и функциональных возможностей системы по сбору данных (под-

ключение дополнительных датчиков), развитие средств аппаратно-технического и телекоммуникационного обеспечения.

Литература

1. Кочегаров Ю.В., Рыков В.Е., Шишкин Б.Б. Автоматизация задач проектирования, учета, анализа и планирования на объектах подземного выщелачивания урана // Горный журнал. 2003. № 8. С. 84–85.
2. Ракишев Б.Р., Федоров Б.В. Техника и технология сооружения геотехнологических скважин. Алматы, 2013. 260 с.
3. Брылин В.И. Технология бурения и оборудование эксплуатационных скважин при отработке месторождений урана методом подземного выщелачивания. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2010. 218 с.
4. Попов А.Н., Спивак А.И., Акбулатов Т.О., Мавлютов М.Р., Санников Р.Х., Алексеев Л.А. и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 2003. 509 с.
5. Кейн С.А. Современные технические средства управления траекторией наклонно направленных скважин. Ухта: Изд-во УГТУ, 2014. 119 с.
6. Дементьев А.А. Компьютерная модель расчета технико-экономических показателей (на примере месторождений урана для разработки подземным выщелачиванием) // ГИАБ. 1999. № 2. С. 169–175.
7. Овчаров Л.А., Битюков В.С., Волков В.М., Юдовский О.В., Молотков Г.П., Кучин Б.Т., Куроптева И.С. Математические модели информационных процессов и управления. М.: Недра, 2001. 247 с.
8. Леонов Е.Г. Новая модель оптимизации режимов роторного бурения. Выбор лучшего типа долота // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2005. № 5. С. 2–5.
9. Рогов Е.И., Языков В.Г., Рогов А.Е. Оптимизация схем и параметров проектирования сети геотехнологических скважин при ПСВ металлов // ГИАБ. 2001. № 9. С. 35–37.
10. Языков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Алматы: Эверон, 2001. 244 с.
11. Коротченко А.Н., Земляной А.А. Система регистрации параметров, закачиваемых в скважину жидкостей // Бурение и нефть. 2013. № 1. С. 49–50.
12. Шеметов П.А., Глотов Г.Н. Теоретические основы автоматизированных систем геотехнологии подземного выщелачивания урана // Горный журнал. 2011. № 11. С. 35–40.
13. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 2000. 680 с.

Development of a problem-oriented management system for the construction of geotechnological wells

D.N. Moldashi¹, Applicant, moldashi@gmail.com

¹ National University of Science Research Technological "MISIS", Moscow, 119049, Russian Federation

Abstract. Characteristic a research object. Geotechnological well support control problem-oriented system is intended for remote monitoring and drilling operations dispatching control. In the system being created, control and management activities, such as drilling processes control and drilling equipment according to measuring instruments, working logs maintenance, dispatching control, analysis, and emergency situations monitoring, are automated, performed by technological personnel and expedition management. The main idea a problem-oriented control system creating is to automate the collection and automation of objects information on the current state processing, control, and drilling work control, as well as emergency situations monitoring. The subject area of the problem-oriented control system can be assigned to automation objects with distributed organizational structure, close information relations, and information, considerable volumes processing discrete character.

The aim of the paper is to increase the geological exploration expeditions drilling team's efficiency on the basis of the problem-oriented system creation for managing the geotechnological wells support, which allows implementing procedures for monitoring the drilling operations parameters at the field, maintaining automated accounting of the drilling equipment operation modes and visualizing various drilling indicators.

The novelty of the research is to provide the possibility of drilling team's production performance in-depth analysis in real-time, drilling parameters control, and solved problems visualization in technological processes continuous nature conditions and drilling rigs territorial distribution.

Results of the work. Geotechnological well support control problem-oriented system will allow implementing the measurement functions and different drilling modes parameters control and drilling equipment state in real-time. In the system, there is a possibility of drilling parameters indirect measurements with subsequent structural relationships calculation, analysis, and corresponding information output. Problem-oriented control system software allows in real-time to receive, process, and visualize data from sensors, to calculate drilling process parameters using mathematical models, and to notify the driller about technological parameters deviation.

Keywords: problem-oriented management system, the hierarchical distributed system, drilling operations monitoring, jobs automation, operational performance analysis.

References

1. Kochegarov Yu.V., Rykov V.E., Shishkin B.B. Automation of design, accounting, analysis and planning tasks at underground uranium leaching facilities. *Gornyi Zhurnal*, 2003, no. 8, pp. 84–85 (in Russ.).
2. Rakishev B.R., Fedorov B.V. *Technique and Technology for the Construction of Geotechnological Wells*. Almaty, 2013, 260 p. (in Russ.).
3. Brylin V.I. *A Drilling Technology and Equipment for Producing Wells when of Uranium Mine Development by In-Situ Leaching*. Tomsk, 2010, 211 p. (in Russ.).
4. Popov A.N., Spivak A.I., Akbulatov T.O., Mavlyutov M.R., Sannikov R.Kh., Alekseev L.A. et al. *Oil and Gas Well Drilling Technology*. Moscow, 2003, 509 p. (in Russ.).
5. Keyn S.A. *Modern Engineering Control Means for a Directional Well Trajectory*. Ukhta, 2014, 119 p. (in Russ.).
6. Dementev A.A. Computer model for calculating technical and economic indicators (using the uranium deposits example for development by underground leaching). *MIAB*, 1999, no. 2, pp. 169–175 (in Russ.).
7. Ovcharov L.A., Bityukov V.S., Volkov V.M., Yudovskiy O.V., Molotkov G.P., Kuchin B.T., Kurop-teva I.S. *Mathematical Models of Information Processes and Control*. Moscow, 2001, 247 p. (in Russ.).
8. Leonov E.G. A new model for optimizing rotary drilling modes. Choosing the best bit type. *Onshore and Offshore Oil and Gas Well Construction*, 2005, no. 5, pp. 2–5 (in Russ.).
9. Rogov E.I., Yazikov V.G., Rogov A.E. Optimization of schemes and design parameters of a technological wells network at metal drillhole ISL. *MIAB*, 2001, no. 9, pp. 35–37 (in Russ.).
10. Yazikov V.G., Zabaznov V.L., Petrov N.N., Rogov E.I., Rogov A.E. *Geotechnology of Uranium at Deposits in Kazakhstan*. Almaty, 2001, 244 p. (in Russ.).
11. Korotchenko A.N., Zemlyanoy A.A. Registering system of parameters of liquids being pumped into well. *Drilling and Oil*, 2013, no. 1, pp. 49–50 (in Russ.).
12. Shemetov P.A., Glotov G.N. Theoretical fundamentals of automated systems of uranium in-situ leaching geotechnology. *Gornyj Zhurnal*, 2011, no. 11, pp. 35–40 (in Russ.).
13. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. *Complications and Accidents while Drilling Oil and Gas Wells*. Moscow, 2000, 680 p. (in Russ.).

Для цитирования

Молдаши Д.Н. Разработка проблемно-ориентированной системы управления сопровождением сооружения геотехнологических скважин // Программные продукты и системы. 2020. Т. 33. № 4. С. 689–696. DOI: 10.15827/0236-235X.132.689-696.

For citation

Moldashi D.N. Development of a problem-oriented management system for the construction of geotechnological wells. *Software & Systems*, 2020, vol. 33, no. 4, pp. 689–696 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.132.689-696.