



наиболее рациональных схем ДС, предназначенных для утилизации тепловой энергии, позволяющих упростить конструкцию ДС, пусть даже за счет снижения эффективного к.п.д.

Литература:

1. Смирнов Г.В. Двигатели внешнего сгорания, М.: Знание, 1967-31с, ил.
2. Мышинский Э.А., Рыжков-Дудонов М.А. Судовые поршневые двигатели внешнего сгорания (двигатели Стирлинга) Л.: Судостроение, 1976 - 76 с., ил.
3. Ридер Г., Хупер Ч., Двигатели Стирлинга: пер. с англ.-М.: Мир, 1986-464 с., ил.
4. Уокер Г. Машины, работающие по циклу Стирлинга: пер. с англ.: -М.: Энергия, 1978-152 с.. ил.
5. Судовые энергетические установки/Г.А.Артемов, В.П.Волошин, А.Я.Шквар - Л.: Судостроение, 1987, 480 с., ил.
6. Кухлинг Х. Справочник по физике: пер. с нем.: -М.: Мир, 1982.-520с, ил.
7. Тепло без границ [Электронный ресурс] /Режим доступа [www/URI.:http://www.dtm.ee](http://www.dtm.ee)14.04.2017 г.
8. Котлы отопления: Каталог 2015 [Электронный ресурс] /Режим доступа [www/URI.:http://galmet.com/](http://galmet.com/) 14.04.2017 г.

Статья отправлена: 05.06.2017 г.

© Окулов В.И., Пуляев И.А.

ЦИТ: ua217-013

DOI: 10.21893/2415-7538.2017-06-1-013

УДК 681.5.015:622.24

Кропивницька В.Б.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019*

Kropyvnytska V.

METHODOICAL APPROACHES TO OPTIMIZATION OF PROCESS CONTROL OF DRILLING WELLS

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Ivano-Frankivsk, Carpathian 15, 76019*

Анотація. Проведено аналіз методичних підходів до оптимізації управління процесом буріння свердловин. Визначено джерела і види невизначеності, у широкому діапазоні яких має функціонувати система управління. Запропоновано для визначення проблеми оптимізації управління бурінням свердловин використовувати інтелектуальні технології управління, що поєднують два ефективні методи сучасної теорії управління – адаптивний і робастний.

Ключові слова: управління, оптимізація, методичні підходи, процес буріння



свердловин, джерела невизначеності.

Abstract. The analysis of methodical approaches to optimization of the process of drilling. Defined types and sources of uncertainty in a wide range which has the function control system. A definition of the problem for optimization of drilling wells using intelligent control technology that combines two effective methods of modern management theory - adaptive and robust.

Keywords: management, optimization, methodological approaches, the process of drilling, sources of uncertainty.

Постановка проблеми. Для України в період визначення основних напрямів розвитку нафтогазового комплексу та реалізації енергетичної стратегії [1] проблема оптимізації управління бурінням нафтових і газових свердловин стає особливо актуальною. Відсутність прогресивних методологічних засад оптимізації управління бурінням свердловин не дає змоги повною мірою використовувати можливості обладнання. У зазначеному контексті формування методологічних основ оптимізації управління процесом буріння на засадах комп'ютерно-інтегрованих технологій є надзвичайно важливою проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розроблення методів оптимізації управління процесом буріння свердловин становлять наукові роботи зарубіжних вчених [2÷7]. У зазначених роботах всебічно розкриваються питання формування методичних підходів до моделювання й оптимізації управління процесом буріння нафтових і газових свердловин. Підкреслюється, що складність управління бурінням свердловин аналогічна складності управління підводними човнами і літаками-винищувачами. Важливість цієї проблеми знаходиться у центрі уваги таких міжнародних організацій як SPE international (Society Petroleum Engineers) та IADC (International Association of Drilling Contractors).

Помітний внесок у дослідження сутності оптимізації управління процесом буріння, розробку практичних рекомендацій зробили вітчизняні дослідники [8÷13]. Основна увага у працях зазначених науковців приділяється питанням побудови ефективних систем управління процесом буріння з використанням методів нечіткої логіки і генетичних алгоритмів та створенню систем підтримки процесів прийняття рішень. Водночас дотепер залишаються недостатньо розробленими методи оптимізації управління процесом буріння свердловин долотами нового покоління з урахуванням апріорної та поточної невизначеності щодо параметрів і структури об'єкта керування. Тому актуальним є аналіз найбільш прогресивних методів оптимізації управління бурінням свердловин із метою подальшого розвитку і поширення їх в Україні.

Метою статті є аналізування методичних підходів до оптимізації управління процесом буріння нафтових і газових свердловин задля визначення їх реальних можливостей у сучасних умовах, коли буріння свердловин здійснюється долотами нового покоління, які забезпечують проходку на долото декілька тисяч метрів.

Основні результати дослідження. Різноманітність процесів буріння свердловин обумовила різноманіття методів оперативної оптимізації [8, 9, 10] (рис. 1) управління ним.



Рис. 1. Класифікація методів оперативної оптимізації процесу буріння свердловин

Детерміновані методи є найбільш простими, але їм притаманні такі недоліки як: великі витрати часу на вивчення фізико-механічних властивостей гірських порід; необхідність враховувати реальні умови залягання порід у при вибійному просторі і фактичних параметрів породоруйнівного інструменту; відсутність прямого зв'язку рішень, що приймаються, з метою управління. При використанні статистичних методів проблема оптимізації буріння вирішується комплексно, одночасно здійснюється вибір обладнання і режимів буріння. Проте, на перших стадіях розбурювання й освоєння родовища вуглеводнів статистичні методи є малоефективними. Окрім цього, при виборі параметрів режиму відпрацювання доліт не враховуються можливі відхилення фізико-механічних властивостей гірських порід, передбачених геолого-технічним нарядом, від дійсних середніх значень.

Експрес-пошукові методи оптимізації буріння реалізуються за допомогою фізичної моделі, яка дозволяє експериментальним шляхом визначити параметри управління.

Розрахункові методи оптимізації режимів буріння ґрунтуються на використанні апріорної математичної моделі процесу буріння шарошковими долотами, параметри якої визначаються по результатам раніше відпрацьованих доліт і частково експериментальним методом. Експеримент проводять у вигляді пробного буріння при зміні осьового навантаження на долото $F_1 < F_2 < \dots < F_n$ і при різних швидкостях обертання n_1, n_2, \dots, n_k , на основі якого визначають параметри одного рівняння математичної моделі у декількох режимах буріння

$$V_{m0} = kF^\alpha n^\beta, \quad (1)$$

де V_{m0} – початкове значення механічної швидкості буріння;

F – осьове навантаження на долото;



n – швидкість обертання долота;

k, α, β – параметри, що характеризують буримість породи.

На основі отриманих результатів обчислюють оптимальні параметри режиму буріння $F_{\text{opt}}, n_{\text{opt}}$, які забезпечують максимальну механічну швидкість буріння V_{max} . Інші варіанти цього методу передбачали здійснення пробного буріння при п'яти станах F і n , побудову графіка $V_{\text{m0}}(F, n)$, пробне буріння в 16 режимах з розміщенням пробних режимів по рівномірній сітці, визначення осьового навантаження на долото після зупинки подачі за формулою [10]:

$$V_{\text{m0}} = -K_{\text{п}} \frac{\Delta F}{\Delta t_{\text{б}}}, \quad (2)$$

де $K_{\text{п}}$ – емпіричний коефіцієнт;

$t_{\text{б}}$ – час буріння після зупинки подачі.

Недоліком таких методів є те, що вони не можуть бути застосовані для оптимізації управління бурінням в неоднорідних породах внаслідок відсутності засобів оперативного оцінювання зовнішніх збурень – властивостей порід.

Експериментально-пошукові методи і методи автоматичного пошуку оптимальних режимів буріння ґрунтуються на інформації у вигляді графіка залежності механічної швидкості буріння від осьового навантаження на долото; або графіка зміни осьового навантаження на долото у часі; або графіка пошуку оптимального режиму буріння методом стохастичної апроксимації, методом релаксації, симплекс-методом [10].

Перевагою таких методів є об'єктивність приймаючих рішень, основою яких є реальні зв'язки, встановлені експериментальним шляхом під час поглиблення свердловини. Як показник, за рівнем якого здійснюється оцінювання ефективності режимів буріння у розглянутих методах, як правило, використовується механічна швидкість буріння або відношення її приросту до відповідного приросту змінної, що налаштовується.

Розглянуті методи є дуже складними, що обмежило можливості їх використання на виробництві. Головною причиною такої ситуації є те, що ці методи ґрунтуються на припущенні про лінійність об'єкта керування. Проте, процес буріння свердловин є суттєво нелінійним стохастично-хаотичним об'єктом, що функціонує за умов апріорної та поточної невизначеності щодо структури і параметрів об'єкта і перебуває під впливом недосяжних для вимірювань зовнішніх збурень.

Тому найбільш доцільним є застосування методів оптимізації й управління, що побудовані на засадах інтелектуальних технологій [11,13] і створені адекватних математичних моделей процесу поглиблення свердловин в масштабі реального часу.

Проте, аналізування показало, що питання створення математичних моделей процесу буріння свердловин досліджено недостатньо. Математичні моделі процесу буріння не перевіряються на адекватність. Внаслідок цього деякі моделі, отримані на основі непідтверджених гіпотез не дозволяють оптимізувати процес буріння ні по жодному показнику ефективності, оскільки



системи рівнянь, отриманих з метою визначення оптимальних параметрів режиму буріння, не мають розв'язків. Такі математичні моделі органічно не придатні для використання. Інші моделі мають розв'язок систем рівнянь, що визначають оптимальні значення режимних параметрів у загальному вигляді, але при підстановці числових значень коефіцієнтів апроксимуючих функцій дають нереальні значення реальних параметрів, які часто виходять за межі допустимих значень. Такі математичні моделі можуть бути використані для оптимізації процесу буріння лише після більш точно проведеної параметричної ідентифікації й удосконалення апроксимуючих функцій.

Відзначимо, що практична реалізація розглянутих методів оптимізації управління процесом буріння ускладнена тим, що у реальному масштабі часу неможливо отримати об'єктивну інформацію про фактичний знос опор і озброєння долота. Це значно ускладнює процедуру ідентифікації параметрів математичної моделі. Тому використовують різні критерії відпрацювання доліт, за допомогою яких отримують оцінки технічного стану опор і озброєння доліт. Отже, система оперативної оптимізації управління процесом буріння свердловин повинна вирішувати не тільки задачу вибору оптимальних керувальних дій, але й задачу раціонального відпрацювання долота на вибої свердловини.

Основним недоліком розглянутих методів оптимізації управління процесом буріння свердловин є використання детермінованого підходу і математичних моделей, параметри яких визначені до початку рейсу долота. Проте, під дією збурювальних впливів змінюються не тільки параметри математичних моделей, але й виникає необхідність у зміні структури критеріїв оптимальності процесу.

Недоліки детермінованого підходу запропоновано усунути шляхом застосування адаптивного управління [8,10]. Створені системи можна поділити на системи прямого і непрямого пошуку. Адаптацію у даному випадку слід розглядати як властивість системи управління бурінням автоматично знаходити спосіб управління процесом поглиблення свердловин та автоматично змінювати цей спосіб при зміні властивостей даного об'єкта керування.

Отже, процес буріння свердловин слід віднести до складних систем, в яких протікають процеси різної природи, різної тривалості, з різною кількістю координат стану та можливих керувальних дій. Тому системна задача управління бурінням свердловин складається із кількох підзадач, які утворюють загальносистемну задачу [14]. Відзначимо, що процес буріння свердловин має ознаки як технічних, так і організаційних систем: багатовимірність, складність та змінюваність структури, наявність та зміна багатьох цілей, недетермінованість тощо. Наявність особи, яка приймає рішення (бурильника, бурового майстра), має такі позитивні сторони як адаптивність, толерантність щодо зміни структури та властивостей системи, суб'єктивна оптимізація. Проте, це має і негативні аспекти – обмежений обсяг інформації, яка може перероблятися у режимі реального часу, зменшення надійності при втомі, запізнення в прийнятті рішень тощо. Досвід показує, що застосування в системах управління процесом буріння лише формалізованих



регулярних методів не призводить до бажаних результатів, а евристичні способи часто є неефективними. Тому у системах управління бурінням свердловин доцільно застосовувати комбіновані підходи, які об'єднують формалізовані регулярні методи, інтелектуальні підходи та евристики.

Отже, процес буріння свердловин можна визначати як підсистему організаційно-технічної системи будівництва свердловини, що відрізняється стохастично-хаотичним характером технологічних процесів поглиблення, промивання свердловин та ін., а послідовність та режими кожної технологічної операції залежать від виконання операцій на попередніх рейсах долота та не можуть бути точно визначені в кожен момент часу. При цьому технологічні вимоги щодо параметрів і показників режиму буріння задаються у вигляді діапазонних обмежень геолого-технологічним нарядом. Що стосується оперативного управління бурінням свердловин, то воно реалізується у багатовимірній ієрархічній структурі. За призначенням функції та задачі у цій структурі можна об'єднати в такі групи:

- неперервного контролю, спостереження та оцінювання стану;
- сигнальної ідентифікації ситуацій у реальному масштабі часу;
- автоматичного регулювання;
- оперативного оптимального управління в умовах невизначеності;
- координації взаємодії підсистем в автоматизованій системі управління бурінням свердловин;
- прогнозування розвитку подій (ускладнень, передаварійних ситуацій), собівартості буріння, витрат енергії;
- формування підтримки процесів прийняття рішень.

Ефективне управління бурінням свердловин та окремими підсистемами повинно здійснюватися на основі використання розподілених автоматизованих системах управління з урахуванням нестаціонарності, нелінійності, апріорної та поточної невизначеності об'єкта і зовнішнього середовища. Сучасна теорія управління [15,16] передбачає використання для управління складними системами новітніх підходів і методів таких як:

- методи адаптації та самоорганізації, які передбачають зміни алгоритмів функціонування, структури і параметрів системи за рахунок додаткових пристроїв та зв'язків, що дозволяє своєчасно пристосовуватися до змінюваних умов роботи;
- робастне управління, для якого характерним є низька чутливість, стійкість, належна якість в широкому діапазоні зміни параметрів системи;
- інтелектуальні технології управління, що поєднують два ефективних метода сучасної теорії управління – адаптивний і робастний;
- метод гарантованого результату (в обмеженнях);
- системно-синергетичний підхід;
- когнітивні методи оцінювання та розвитку ситуацій;
- сценарно-ситуаційний підхід;
- управління у класі багатокритеріальних багатооб'єктних структур з урахуванням конфліктних ситуацій.

Отже, системна задача оптимізації управління процесом буріння



свердловин в умовах невизначеності передбачає ідентифікацію математичної моделі і ситуацій в реальному масштабі часу, оцінювання технічного стану породоруйнівного інструменту та іншого обладнання, а також прогнозування розвитку подій та оптимізацію управління на засадах глобального енергоінформаційного підходу.

Проблема оптимізації управління за умов невизначеності таким складним об'єктом як процес буріння свердловин є одночасно і класичною. Це обумовлено тим, що підходи до її розв'язання є наріжними каменями теорії управління. Сьогодні на основних напрямках розвитку теорії управління складними об'єктами в умовах невизначеності розглядаються такі джерела невизначеності [14]:

- випадкові недосяжні для вимірювань впливи (стохастична невизначеність). У бурінні це такі недосяжні для вимірювань збудувальні впливи як фізико-механічні й абразивні властивості гірських порід, знос долота та ін.;

- можливість різних дій бурильників в однакових умовах (нечітка невизначеність);

- різні види невизначеності об'єкта керування: структурна (колона бурильних труб формується у процесі поглиблення свердловини); параметрична (наприклад, не визначені функціональні залежності швидкості обертання долота від осевого навантаження на долото для буріння свердловин роторним способом, турбобурами, електробурами); алгоритмічна (невизначені алгоритми); інформаційна (невизначені дані); форма подання невизначеності (функціональна, інтервальна, множинна).

Отже, створена інтелектуальна система оптимізації управління бурінням має надійно функціонувати у широкому діапазоні таких невизначеностей як низька точність поточної інформації, що отримується від системи контролю технологічних параметрів процесу буріння; недостатня надійність засобів вимірювання, наявність шумів, відмови каналів зв'язку, наявність великого запізнення при передачі інформації з вибою свердловини, наявність недосяжних для вимірювань збудувальних впливів. Окрім цього, така система має ефективно функціонувати за умов неточності математичних моделей процесу буріння, які виникають не тільки внаслідок зайвої ідеалізації технологічного процесу, але й у зв'язку з тим, що була невірно проведена декомпозиція загальної задачі управління, а також внаслідок лінеаризації, дискретизації, заміни фактичних характеристик обладнання паспортними даними та ін.

Головним моментом у постановці проблеми оптимізації управління бурінням свердловин стає недостатність інформації про керовану систему і відповідна невизначеність її моделі. Переважна більшість робіт з управління бурінням в умовах невизначеності [11÷13] присвячена прийняттю оптимальних рішень. Проте, теоретичні основи розв'язання цієї проблеми знаходяться ще у стадії формування.

Останнім часом все більше уваги приділяється задачам управління розвитком складних систем в умовах невизначеності вищих порядків [15]. Такі



задачі пов'язані з перетворенням невизначених вхідних даних, в яких параметри перетворення також є невизначеними. Прикладом у бурінні є перетворення проходку у механічну швидкість буріння, яка потім перетворюється в оцінку відносного зношення озброєння долота й інтенсивність зношення долота. Такі перетворення породжують невизначеність другого порядку, яка полягає у тому, що параметри результуючої функції розподілу, функції належності або межі інтервалу в свою чергу описуються певними функціями невизначеності. Може бути і така послідовність перетворень, яка породжуватиме невизначеність третього і більше порядків [15].

Відзначимо що при оптимізації управління процесом буріння свердловин виникають додаткові проблеми у зв'язку з одночасною присутністю декількох видів та джерел невизначеності, зокрема, нечіткої та стохастичної невизначеності експериментальних даних. Проте, на сьогодні відсутні методи для моделювання перетворень стохастичних даних перетворювачами з нечіткими параметрами [15]. Для розв'язання задач з комбінованою невизначеністю вищих порядків Л.Заде ввів поняття нечіткої ймовірності, але глибоких досліджень у цьому напрямку ще не відбулося.

Важливим елементом задачі оптимальної експлуатації бурової техніки є також вибір і обґрунтування функції мети [8,9,10]. Введемо позначення:

$$\begin{aligned} \overline{Y(t)} &= \overline{Y_1(t)}, \overline{Y_2(t)}, \dots, \overline{Y_l(t)} , \\ \overline{X(t)} &= \overline{X_1(t)}, \overline{X_2(t)}, \dots, \overline{X_l(t)} , \\ \{\overline{Y(t)}\} &= \{\overline{Y_1(t)}\}, \{\overline{Y_2(t)}\}, \dots, \{\overline{Y_l(t)}\} , \end{aligned} \quad (3)$$

\overline{M} – множина набору бурової техніки,

де $\overline{Y(t)}$ – режим експлуатації бурової техніки;

$\overline{X(t)}$ – показник експлуатації бурової техніки;

$\{\overline{Y(t)}\}$ – область зміни режиму експлуатації бурової техніки в певному інтервалі глибин свердловини;

l – загальна кількість рейсів доліт в інтервалі свердловини зі сталими фізико-механічними властивостями порід.

Тоді функцію мети, тобто функцію ефективності експлуатації бурової техніки C можна визначити через $\overline{Y(t)}$, $\overline{X(t)}$, \overline{M} так

$$C\{\overline{M}, \overline{Y(t)}, \overline{X(t)}\} \xrightarrow{\{\overline{Y(t)}\} \in \overline{Y(t)}} \min . \quad (4)$$

Звичайно, метою вибору оптимального сполучення елементів бурової техніки і оптимальної експлуатації техніки при бурінні свердловини є пошук таких наборів множин \overline{M} , $\overline{Y(t)}$, які забезпечують мінімум функції мети при умові врахування таких збурювальних впливів як фізико-механічні й абразивні властивості гірських порід.

Отже, задачу мінімізації функції мети можна розв'язати, якщо використовувати три моделі, схема взаємодії яких у системі управління витратами на буріння свердловин, зображена на рис. 2.:

– модель вибору оптимальної бурової техніки;



- модель оптимальної експлуатації бурової техніки;
- модель буримості порід геологічного розрізу, що формується на основі інформації про пробурені свердловини.



Рис. 2. Схема взаємодії моделей у системі проектування управління бурінням свердловин

Загально визнаною функцією мети в нафтогазовидобувній галузі є мінімум собівартості буріння свердловини [8,9,10]:

$$B_c(x) \xrightarrow{x \in S} \min; x = (t_0, H); S = \left\{ \sum_{i=1}^H h_i = H; h_i > 0 \right\}, \quad (5)$$

при фіксованому часі буріння $t_0 = \text{const}$ і проектній глибині $H = \text{const}$

$$\text{де } B_c = \sum_{i=1}^N B \cdot h_i,$$

N – кількість рівнів глибини свердловини;

$$B_c = \frac{B_r(t_0 + t_{\text{спо}}) + B_d}{h_i}, \text{ грн/м} \quad \text{– собівартість метра проходки;}$$

B_c – собівартість роботи бурової установки впродовж 1 год., грн...;

t_0 – час буріння одним долотом, год.;

$t_{\text{спо}}$ – час, що витрачається на спуско-підймальні операції на заданій глибині, год.;

B_d – ціна долота, грн.;

h_i – проходка на долото в i -му рейсі.



Проте, часто використовуються критерій мінімізації часу T буріння свердловини:

$$T(x) \xrightarrow{x \in S} \min, B_c \leq B_{\text{сдоп}}, \quad (6)$$

$$T = \Delta T + \sum_{j=1}^j \Delta T_{j1} + \sum_{j=1}^j \left[\sum_{i=1}^I (t_i + T_{\text{споі}} + T_{\text{пі}}) + \Delta T_{j2} \right], \quad (7)$$

де j – номер інтервалу глибини свердловини, на якому використовується постійна бурова техніка (долото, турбобур, електробур, обважені бурильні труби);

ΔT – час, що витрачається на підготовчо-заклучні і допоміжні роботи при бурінні свердловини;

ΔT_{j1} – час, що витрачається на зміну техніки при переході від j до $(j+1)$ інтервалу глибин;

ΔT_{j2} – час, що витрачається на зміну техніки всередині інтервалу внаслідок її фізичного зносу;

t_i – час, витрачається на i -й рейс в інтервалі;

$T_{\text{спо}}$ – час, що витрачається на спуско-підймальні операції;

$T_{\text{пі}}$ – час, що витрачається на промивку свердловини на i -му рейсі;

i – номер рейсу в j -му інтервалі, $i = \overline{1, I}$.

Застосування цих критеріїв для управління витратами на буріння свердловин призводить до приблизно однакових результатів. Однак критерію $B_c(x) \xrightarrow{x \in S} \min$ надається перевага, оскільки він враховує не тільки технічні, але й економічні показники буріння. Проте, в ринкових умовах свердловина повинна бути споруджена не тільки з мінімальними витратами, але і за мінімальний час. Тому актуальним стає питання порівняння критеріїв $T \rightarrow \min$ і $B_c \rightarrow \min$ та вибір стратегії управління витратами на буріння нафтових і газових свердловин з метою отримання максимального прибутку операторам.

Отже, бачимо, що по мірі вивчення фізичної сутності процесу буріння свердловин були встановлені причинно-наслідкові зв'язки і з'явилась можливість математичного моделювання процесу поглиблення свердловин. Проте, якщо розглядати процес буріння свердловини у цілому, то сьогодні навряд чи можливо і доцільно моделювати його математично на детермінованій основі. У процесу буріння найбільш цікавою і затребуваною практикою є динамічна система, яка представлена динамікою бурового долота, тобто динамікою його озброєння, опору і середовища, в якому воно функціонує.

Висновок

Проведений аналіз методичних підходів до оптимізації управління процесом буріння свердловин виявив, що відомі методи, які основані на використанні детермінованих і емпіричних математичних моделей мають обмежене застосування, оскільки в більшості призначені для традиційних шарошкових доліт та не враховують різноманітність недосяжних для вимірювань збурень і геолого-технологічних умов, в яких можуть перебувати сучасні безопорні полікристалічні алмази та шарошкові долота нового



покоління. Тому особливої уваги заслуговує ідея застосування для вирішення проблеми оптимізації управління процесом буріння інтелектуальних технологій управління, що ґрунтуються на енергоінформаційному підході та поєднують два ефективних методи сучасної теорії управління – адаптивного і робастного.

Література:

1. Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006р., № 145. – Режим доступу:

<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=45-2006%FO>.

2. Strom S. The Future Drilling Scenario / S. Strom, M.K.Balov, H.Kjorholt, R.Goaso, E.Vefring, R.Rommetveit // Offshore Technology Conference: Houston, Texas, USA. – 2008, 080TC-19409.

3. Dupriest F.E. Maximizing Drill Rate with Real-Time Surveillance of Mechanical Specific Energy / F.E. Dupriest, W.L. Koederitz // Proc. SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, 23-25 february, 2005, SPE – 92194-MS.

4. Wimberger D. Data Model and Application Framework for Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) for Borehole Drilling in the Petroleum Industry. Master's Thesis, University of Leoben, February, 2002.

5. Melgares H. Remote Automated Directional Drilling Through Rotary Steerable Systems / H. Melgares, W.Grace, F.Conzalez, C.Alric, I.Palacio, G.Akkiniranye // Paper. SPE/IADC 119761, presented at the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition,, Amsterdam, 17-19 march, 2009.

6. Geehan T. Automation of Well-Construction Fluids Domain / T. Geehan, M.Zamora // Paper. IADC/SPE/ 128903, presented at the IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition,, New Orleans, 2-4 February, 2010.

7. Livescu S. Mathematical modeling of thixotropic drilling mud and crude oil flow in well sand pipelines – A review / S. Livescu // Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 98-99. – 2012. – P.174-184.

8. Горбійчук М.І. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин: [навч. посібник] / М.І.Горбійчук, Г.Н.Семенцов // Івано-Франківськ: Факел, 2003.–493с.

9. Мислюк М.А. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі: [навч. підручник] / М.А.Мислюк, Ю.О.Зарубін. – Івано-Франківськ: Екор, 1999. – 496 с.

10. Семенцов Г.Н. Моделювання та ідентифікація процесу буріння для задач оптимізації управління: [монографія] / Г.Н.Семенцов, О.В.Гутак. – Одеса: Куприенко С.В., 2014. – 295 с.

11. Горбійчук М.І. Нечітка оптимізація процесу поглиблення глибоких свердловин / М.І.Горбійчук, Т.В.Гуменюк // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2017, № 3(34). – С. 15-21.

12. Горбійчук М.І. Оптимізація процесу поглиблення свердловин на засадах генетичного алгоритму / М.І.Горбійчук, Т.В.Гуменюк // Схіно-Європейський журнал передових технологій. – 2007, № 7. – С. 44-47.

13. Fadyeyeva I. Development of mathematical models for control of well-



drilling process using fuzzy logic / I. Fadyeyeva, M. Wagenknecht // Proceedings [«9th Zittau Fuzzy Colloquium-2001»]:, Germany, 17-19 September, 2001. – Zittau, 2001. – P. 127-140.

14. Ладанюк А.П. Системна задача управління технологічними комплексами; міжнар. наук-техн. конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами», 26-27 листопада 2009 р., м. Київ, НУХТ / А.П.Ладанюк. – 2009. – С.12-13.

15. Дубовой В.М. Задачі управління складними об'єктами в умовах невизначеності; міжнар. наук-техн. конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами», 26-27 листопада 2009 р., м. Київ, НУХТ / В.М.Дубовой. – 2009. – С.15-16.

16. Дорф Р.К. Современные системы управления / Р.К.Дорф. – М.: Лаборатория Базовых Знаний. – 2004. – 832.

17. Сабитов Э.Х. Применение ЭВМ при проектировании строительства скважин / Э.Х.Сабитов, А.Б.Шильман // ТНТО. Сер. Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности. – М.:ВНИИОЭНГ, 1981. – 45 с.

18. Стеглянов Б.Л. Энергетические законы функционирования систем в процессе бурения / Б.Л.Стеглянов, П.И.Ибрагимова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, № 9. – 2005. С. 13-19.

Стаття відправлена: 03.06.2017

© Кропивницька В.Б.

ЦИТ: ua217-023

DOI: 10.21893/2415-7538.2017-06-1-023

УДК 004.2

Никонов В.В., Микляев Е.М.

**ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ
БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДОМ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА,
МГУПИ, МИТХТ),*

Москва, Проспект Вернадского, д. 78, 119454

Nikonov V.V., Miklyaev E.M.

**EVALUATION OF NECESSITY OF USING THE METHODS OF LARGE
DATA IN THE SYSTEMS OF THE CITY MANAGEMENT**

*Moscow Technological University (MIREA),
78 Vernadsky Avenue, Moscow 119454*

Аннотация. В работе предлагается классификация данных, генерируемых современным городом, его жителями и объектами с целью выделения таких потоков информации, которые можно обрабатывать, используя инструментарий «Больших данных».

Ключевые слова: Big Data, классификация данных, поток информации.