

	Q _{AVE}	0,86	0,83	0,87	0,93	0,91
	SAM	2,75	2,7	2,6	1,6	1,75
	SSIM	0,85	0,82	0,86	0,92	0,9
Lansosh	ERGAS	4,25	4,55	4,2	2,65	3
	Q _{AVE}	0,87	0,84	0,88	0,94	0,92
	SAM	2,6	2,8	2,45	1,5	1,65
	SSIM	0,85	0,82	0,86	0,92	0,9

Olingan natijalardan xulosa qilish mumkinki, bikubik va Lansosh interpolyatsiyalari boshqa interpolyatsiya usullariga nisbatan ko‘proq fazoviy tafsilotlarini saqlab qolishi va spektral buzilishlar nisbatan kamligi evaziga eng yaxshi natijalarni qayd etgan. Keyingi ishlarda pansharpening usullarini takomillashtirishda Lansosh va bikubik interpolyatsiya usullarini qo‘llash samarali natijalarga olib kelishi mumkinligini ko‘rish mumkin.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupov O. et al. Analysis of superpixel segmentation approaches in remote sensing images //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3147. – №. 1.
2. Gonzales R. C., Wintz P. Digital image processing. – Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1987.
3. Fazilov S. et al. Analysis of pansharpening methods for multispectral satellite imagery //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3244. – №. 1.
4. Yusupov O. R., Eshonqulov E. S. Comparative Analysis of Descriptors Construction Methods in Remote Sensing Images. – 2024.
5. Burger W. et al. Principles of digital image processing. – London : Springer, 2009. – T. 111.
6. Yusupov O. et al. Quality assessment parameters of the images obtained with pansharpening methods //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3244. – №. 1.
7. Radjabov S. S., Yusupov O. R., Eshonqulov E. S. Masofadan zondlash asosida olingan tasvirlarda superpiksel segmentlash yondashuvlarini baholash mezonlari //International Journal of scientific and Applied Research. – 2024. – T. 1. – №. 3. – C. 103-106.

NEFT VA GAZ QUDUQLARINING TRAYEKTORIYALARINI PROGNOZLASH MODELLARI ASOSIDA BOSHQARISHNING AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMI

Zaripov Oripjon Olimovich

Toshkent davlat texnika universiteti prorektori, t.f.d., professori

Odilov Fuzayl Fozil o‘g‘li

Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti,

texnolog.asu@gmail.com

Annotatsiya: Zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda neft va gaz quduqlari trayektoriyalarini boshqarishga mo‘ljallangan avtomatlashtirilgan tizim yaratish konsepsiyasi ko‘rib chiqiladi. Burg‘ulash uskunalarning harakatini prognoz qiluvchi model asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun algoritmik tavsiya etilgan uch bosqichli yondashuv taklif etilgan. Quduq trayektoriyasining ko‘p rejimli bashoratli modeli yaratishga oid yondashuv keltirilgan bo‘lib, u trayektoriyalarni operativ boshqarish vazifalarini hal etuvchi axborot-tahliliy quyi tizimning matematik asosini tashkil etadi.

Kalit so‘zlar: Burg‘ulash instrumenti, rostdash tizimi, ma’lumotlarni uzatish kanali, qaror qabul qilish tizimi, quduqlarni trayektoriyasini parametrlarini nazorat qilish vositasi.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Аннотация: Рассматривается концепция создания автоматизированной системы управления траекториями нефтяных и газовых скважин с использованием современных информационных технологий. Предложен трёхэтапный алгоритмический подход к принятию управляющих решений на основе прогностической модели движения бурового оборудования. Представлен подход к построению многорежимной прогностической модели траектории скважины, которая составляет математическую основу информационно-аналитической подсистемы, предназначенной для оперативного управления траекториями.

Ключевые слова: Буровой инструмент, система центровки, канал передачи данных, система принятия решений, инструмент управления параметрами траектории скважины.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM BASED ON PREDICTIVE MODELS OF OIL AND GAS WELL TRAJECTORIES

Abstract: The concept of developing an automated system for managing the trajectories of oil and gas wells through the use of modern information technologies is examined. A three-level algorithmic approach is proposed for making control decisions based on a predictive model of drilling equipment movement. An approach to constructing a multi-mode predictive model of well trajectory is presented, which serves as the mathematical foundation of an information-analytical subsystem aimed at solving real-time trajectory management tasks.

Keywords: Drilling tool, alignment system, data transmission channel, decision-making system, well trajectory parameters control tool.

Kirish. Neft va gaz qazib olish sharoitlarining tobora murakkablashishi, o‘zlashtirilayotgan konlardan foydalanish imkoniyatining kamayishi va mahsuldor qatlamlarning chuqurligining ortishi, neft va gaz quduqlarini burg‘ulash jarayonlarini kompleks avtomatlashtirishni talab etmoqda [4]. Bu, o‘z navbatida, zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish asosida quduq qazish asboblari, telemetriya va boshqaruv tizimlarining yangi modellarini ishlab chiqish va joriy etish zaruriyatini keltirib chiqarmoqda. Burg‘ulash jarayonini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlaridan samarali foydalanish burg‘ulash vaqtini 1,5-2 baravarga qisqartirib, quduqni burg‘ulash xarajatlarini 25-30% ga kamaytirishga, mahsuldor qatlamlarni ochish aniqligini oshirishga va natijada neftni qayta ishlashni ko‘paytirishga imkon beradi.

Ushbu sohani rivojlantirishning istiqbolli yo‘nalishi yangi avlod o‘lchash tizimlari va aktuatorlaridan foydalanishga asoslangan zamonaviy axborot texnologiyalarini tadbiq etishdir. Bu texnologiyalar quyidagi imkoniyatlarni o‘z ichiga oladi [2]:

- Burg‘ulash jarayonida quduqning trayektoriya shaklini aniqlashni ta’minlovchi MWD (Measurement While Drilling) telemetriya tizimlari;

- Burg‘ulash jarayonida burg‘ulash asbobining trayektoriyasini tezkor tuzatishni ta’minlaydigan masofadan boshqariladigan aktuatorlar.

Yangi avlod quduq trayektoriyasini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarining asosiy vazifalari quyidagilarni o‘z ichiga oladi[1]:

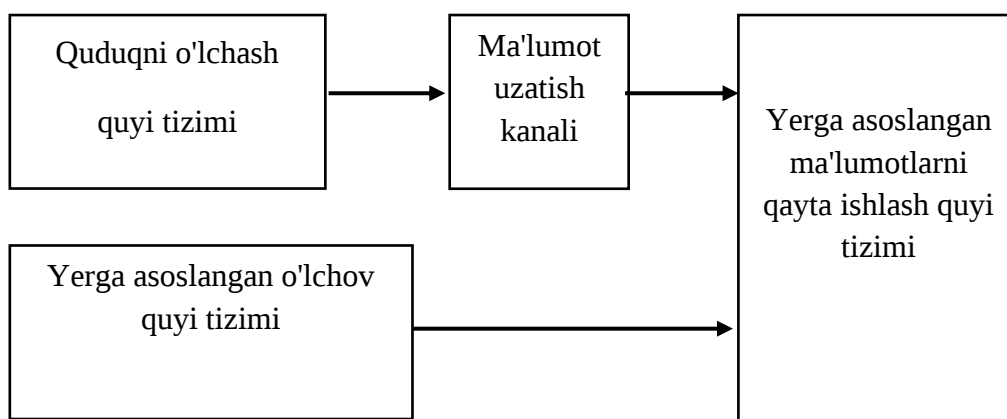
- Axborot ta'minoti — burg'ulash asbobining joriy koordinatalarini aniqlash, o'lchash shovqinini filtrlash va o'lchash tizimlaridagi xatolarni bartaraf etish.

- Nazorat qarorlarini qabul qilish — real vaqtda avtomatik boshqaruv tizimlariga asoslangan operator harakatlarini avtomatlashtirilgan qo'llab-quvvatlash.

- Nazoratni amalga oshirish — qabul qilingan nazorat qaroriga asosan burg'ulash uskunalarning parametrlarini avtomatlashtirilgan va operativ tarzda o'zgartirish.

O'lchov quyi tizimining umumlashtirilgan funksional tuzilmasi 1-rasmda tasvirlangan.

Quduqni o'lchash quyi tizimi bevosita burg'ulash asbobining yuqori qismida, quduq ichida joylashgan. U trayektoriyaning geometrik parametrlarini — zenit, azimut va ko'rish burchagini (inklinometriya) — aniqlash, dastlabki raqamli ishlov berish hamda shovqindan himoyalangan holda kodlash funksiyalarini bajaradi.



1-rasm. O'lchov quyi tizimining umumlashtirilgan tuzilishi

Ma'lumot uzatish kanali o'lchangan ko'rsatkichlarning sirtidagi qismga yetkazilishini ta'minlaydi. Ma'lumotlar kabel orqali yoki gidravlik uzatish tamoyillari asosida yetkaziladi.

Tuproqni o'lchash quyi tizimi esa yer ustida joylashgan quduq parametrlarini aniqlashga xizmat qiladi, masalan, quduq chuqurligi, dolotodagi eksenel bosim va boshqa muhim ko'rsatkichlar.

Ma'lumotlarni yerda qayta ishlash quyi tizimi esa o'lchov natijalarini yig'ish, raqamli filtrlash, saqlash, vizuallashtirish hamda ularni avtotransport vositalarini boshqarish uchun mo'ljallangan avtomatlashtirilgan axborot-tahliliy tizimga uzatishni amalga oshiradi.

Axborot-tahliliy tizim quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi [5]:

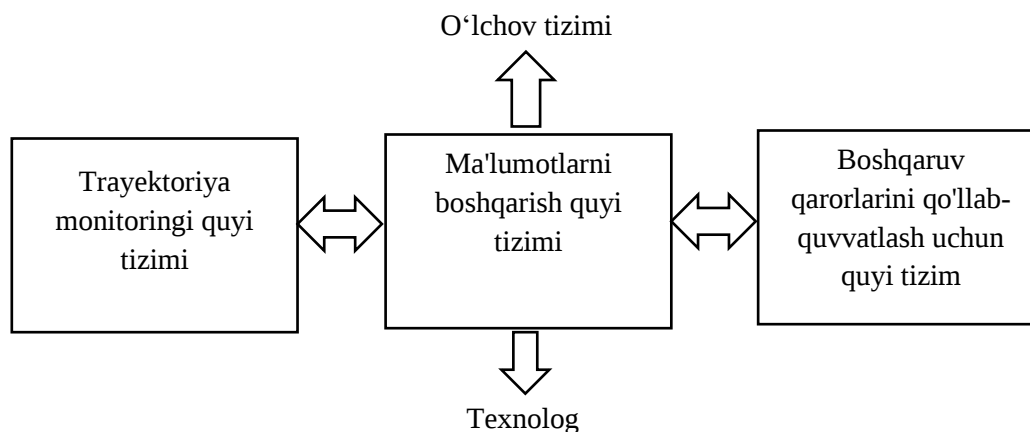
1. Burg'ilangan quduq trayektoriyasini real vaqt rejimida kuzatish, xususan:
 - quduq yo'nalishini klasterdagi boshqa quduqlarga nisbatan nazorat qilish;
 - trayektoriyani loyiha profiliga mos ravishda boshqarish.

2. Quduq trayektoriyasini shakllantirishga doir tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilishda operatorni qo'llab-quvvatlash.

3. Ma'lumotlar bilan ishlash:

- o'lchov natijalarini tizimga kiritish;
- ularni tartibga solish, arxivlash;

Qo'yilgan maqsadlarga erishishni ta'minlaydigan tizimning umumlashtirilgan tuzilmasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Axborot-tahlil tizimining umumlashtirilgan tuzilishi

Burg'ilangan quduq trayektoriyasini ilgari burg'ulangan quduqlarga nisbatan boshqarish quyidagi amaliy harakatlarni yoki operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1) *Quduq trayektoriyasining mutlaq dekart koordinatalarini hisoblash* (x, y, z) inklinometrik ma'lumotlar asosida amalga oshiriladi. Bunda quyidagi parametrlar inobatga olinadi: zenit burchagi θ , azimut burchagi α va quduq uzunligi l . Dekart koordinatalarini aniqlash uchun foydalaniladigan asosiy matematik munosabatlar quyidagilardan iborat:

$$\frac{dx}{dl} = \sin \theta(l) \cdot \cos \alpha(l); \frac{dy}{dl} = \sin \theta(l) \cdot \sin \alpha(l); \frac{dz}{dl} = \cos \theta(l)$$

Burchak koordinatalari inklinometriya ma'lumotlari asosida aniqlanadi va ular odatda jadval ko'rinishida bo'ladi. Shu sababli, tenglamalar tizimini integrallash faqat raqamli usullar orqali amalga oshiriladi. Hisoblash aniqligi esa o'lchov tugunlari orasida tanlangan aproksimatsiya (yaqinlashuv) funksiyasiga bog'liq bo'ladi.

2) Klasterdagi quduqlarning o'zaro kesishib ketishini oldini olish maqsadida ularning yaqinlashuv darajasi tahlil qilinadi. Bu muammoni hal qilish uchun optimallashtirish usullaridan foydalaniladi.

- xar bir quduq nuqtasi $X1_i$ dan quduqqa $S1$ cha bo'lgan masofa $S2$ aniqlanadi; natijada yaqinlashish funksiyasi $d_{S1,S2}(X1_i)$ tuziladi. Nuqta $X1_i$ dan traektoriya $S2$ gacha bo'lgan masofa bu yerda nuqtadan butun aniqlash $X1_i$ intervalidagi nuqtalarga $X2$ cha bo'lgan eng kichik masofa $S2$ sifatida aniqlanadi. Shu tariqa, yaqinlashish funksiyasini qurish uchun har bir quduq nuqtasi $S1$ uchun minimallashtirish masalasini yechish zarur bo'ladi.

$$d_{S1,S2}(X1_i) = \min_{X2_j \in S2} |X1_i - X2_j|;$$

– quduqlar orasidagi yaqinlashish darajasi $S1$ va $S2$ yaqinlashish funksiyasining minimum qiymatiga teng.

$$D_{S1,S2} = \min_{X1_i \in S1} d_{S1,S2}(X1_i)$$

[1] manbadagi burg'ulash asboblari harakatiga oid modellarning tahlili, model bilan burg'ulash jarayonidagi omillar orasidagi quyidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlaydi.

• Modelning strukturasini modellashtirilgan burg'ulash ustunining pastki qismi tuzilishi aniqlaydi.

• Model parametrlari burg‘ulash ustunining pastki qismidagi elementlar parametrlari, texnologik va geologik burg‘ulash shartlari asosida belgilanadi.

Burg‘ulash asboblarning ko‘p rejimli modelini quyidagi to‘plam sifatida ta’riflash mumkin [6]:

$$MM = \{M_i(\Phi)\}, i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

bu yerda M_i - tuzilishi bilan burg‘ulash ustunining pastki qismi harakat modeli i - turi (i - model turi); n - simulyatsiya qilingan rejimlar soni;

Burg‘ulash rejimi modelining umumiy ifodasini olish uchun quyidagi holat o‘zgaruvchilariga asoslangan differensial tenglamalar tizimi foydalanilishi kerakligi tavsiya etiladi:

$$dX / dL = F(X, \Phi), \quad (2)$$

bu yerda X - burg‘ulash asbobining kosmosdagi harakatini tavsiflovchi holat o‘zgaruvchilari vektori; dX / dL - trayektoriya uzunligi bo‘yicha holat o‘zgaruvchilari hosilalari vektori; F - noxiziqli vektor funksiyasi; Φ - ko‘plab burg‘ulash omillari.

Burg‘ulash ustunining pastki qismi [1] harakatining ma’lum modellarini tahlil qilish, tenglamalar (2)ni quyidagi shaklda yozish mumkinligini ko‘rsatadi:

$$\begin{cases} \frac{d\theta}{dl} = f_\theta(\theta, \Phi); \\ \frac{d\alpha}{dl} = f_\alpha(\theta, \Phi); \\ \frac{dx}{dl} = f_x(\alpha, \Phi); \\ \frac{dy}{dl} = f_y(\alpha, \theta); \\ \frac{dz}{dl} = f_z(\theta) \end{cases} \quad (3)$$

bu yerda θ, α, x, y, z - mos ravishda zenit va azimut burchaklarini (silindrsimon koordinatalar), shuningdek to‘rtburchaklar koordinatalarini ifodalovchi holat o‘zgaruvchilari x, y, z , va boshqalar

$$X = (\theta, \alpha, x, y, z);$$

f_θ, f_α - burg‘ulash ustunining pastki qismi tuzilishi (burilish omillari) bilan belgilanadigan funksiyalar.

f_x, f_y, f_z - silindrsimon va dekart koordinatalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlaydigan funksiyalar:

$$\begin{aligned} f_x(\theta, \alpha) &= \sin \alpha \cdot \cos \alpha; \\ f_y(\theta, \alpha) &= \sin \theta \cdot \sin \alpha; \\ f_z(\theta) &= \cos \theta. \end{aligned} \quad (4)$$

Shunday qilib, ma’lum bir burg‘ulash rejimi uchun modelning (3) tuzilishi funksiyalarning tuzilishi f_θ, f_α bilan belgilanadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Алимбеков, Р. И. Компьютеризированные технологии управления бурением наклонно – направленных скважин / Р. И. Алимбеков, В. И. Васильев, И. Ф. Нугаев // Нефтяное хозяйство, 2000, №12. С. 120-122.

2. Nugaev, I. F. Computerized technology of control and decision support oil well directed drilling / I. F. Nugaev, V. I. Vasilyev, R. I. Alimbekov, A. S. Shulakov // Proc. Of 4-th Int. Conf. On Computer Science and Information Technologies (CSIT 02), Greece, 2002. P. 104-110.

3. Нугаев, И. Ф. Алгоритмы оперативного управления и прогнозирования в процессе бурения наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных скважин / И. Ф. Нугаев, Р. И. Алимбеков, В. И. Васильев // Вестник УГАТУ, 2004, Т 5, №1(9). С. 134-140.

4. Ситников Н. Б. Моделирование и оптимизация процесса бурения геологоразведочных скважин: Автореферат дисс. ... д-ра техн. наук. Екатеринбург, 2000.

5. Лукьянов Э. Е. и др. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. М.: Нефть и газ, 1997.

6. Цуприков Л.А. Разработка системы адаптивного управления процессом роторного бурения нефтяных и газовых скважин: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2009.

7. Трохова Т.А., Степанов С. Ю. Применение нечетких моделей представления знаний для автоматизации прогноза осложнений при бурении нефтяных скважин // Вестн. Гомельского гос. техн. ун-та им. П.О. Сухого. 2013. № 1(52). С. 13–19.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Равшанов Нормамхад

научный консультант директора по науке, Научно-исследовательского института
развития цифровых технологий и искусственного интеллекта

ravshanzade-09@mail.ru

Шадманова Камола Умед қизи

Докторант Бухарского государственного университета

k.u.shadmanova@buxdu.uz

Аннотация: В статье разработано математическая модель описывающий процессы нелинейной фильтрации подземных вод в многослойных неоднородных пористых средах, влияющих на поток грунтовых вод и перенос загрязняющих веществ.

Ключевые слова: математическая модель, фильтрации, подземные воды, неоднородная пористая среда.

MATHEMATICAL MODELING AND INVESTIGATION OF GROUNDWATER FILTRATION PROCESSES

Abstract: The article develops a mathematical model describing the processes of nonlinear filtration of groundwater in multilayer heterogeneous porous media that affect the flow of groundwater and the transport of pollutants.

Keywords: mathematical model, filtration, groundwater, heterogeneous porous media.

YER OSTI SUVLARINI FILTRLASH JARAYONLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA O'RGANISH

Annotatsiya: Maqolada yer osti suvlari oqimiga va ifloslantiruvchi moddalarni tashishga ta'sir qiluvchi ko'p qatlamli muhitda yer osti suvlarining chiziqli bo'lmagan filtrlash jarayonlarini tavsiflovchi matematik model ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: matematik model, filtrlash, yer osti suvlari, g'ovak muhit.