

УДК 004.8:616:681.47.(075.8)

Кучеренко В.Л., канд. техн. наук, доцент
Оленін С., здобувач вищої освіти

Державний університет «Київський авіаційний інститут», markiza2021@ukr.net

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УМОВАХ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль у сфері технічної експлуатації медичних виробів (МВ), зокрема ендоскопів. Це високоточні інструменти, які використовуються для діагностики та хірургічних втручань, тому їхній справний технічний стан має вирішальне значення для безпеки пацієнтів та ефективності медичних процедур.

Застосування прогнозування технічного стану (ТС) дозволяє підвищити точність результатів діагностики стану здоров'я через усунення своєчасно виявлених потенційних відмов під час перерви в експлуатації. Прогнозування знижує також і вартість експлуатації МВ, особливо в разі проведення ремонту за фактичним ТС [1]. Для **прогнозування ТС ендоскопів** ШІ здійснює такі операції, як безперервне збирання даних з приладу і знаходження кореляції між ними для ідентифікації несправності на ранніх стадіях. Це забезпечує безперебійну роботу МВ, що безпосередньо впливає на якість лікування пацієнтів та дозволяє значно знизити непередбачувані простої МВ і збільшити його термін служби. В процесі технічної експлуатації, під час проведення **профілактичного обслуговування** виявляються початкові дефекти (наприклад, незначні зноси хіральних шарнірів або пошкодження покриття світловоду), що попереджує вихід обладнання з ладу під час процедури. За відсутності виконання регулярних перевірок може погіршитись якість зображення (через забруднення лінз), зменшитись гнучкість трубки та маневреність інструменту. У таких випадках збільшується ризик повторного проведення ендоскопії чи навіть травматизації тканин. Проаналізовано, що неналежне технічне обслуговування ендоскопів призводить до сумарного збільшення ремонтних витрат та часу простою обладнання. Таким чином, системний моніторинг технічного ТС ендоскопів, з метою прогнозування відмов, дає змогу своєчасно виявляти несправності, продовжувати термін служби приладу і забезпечувати безперервну роботу щодо надання медичних послуг [2].

Впровадження сучасних технологій, зокрема **ШІ**, здатне значно підвищити ефективність та об'єктивність оцінки ТС ендоскопів. Системи на основі машинного навчання можуть аналізувати великі обсяги даних, отриманих під час експлуатації приладу - відеозаписи поверхні ендоскопа, телеметричні показники датчиків, результати автоматизованих тестів. ШІ-моделі можуть навчитися виявляти найдрібніші ознаки зносу зовнішньої оболонки або дефекти внутрішніх каналів, на які важко звернути увагу неозброєним оком. Залучення алгоритмів глибокого навчання дозволяє відстежувати аномалії та передбачати можливі відмови. Крім того, ШІ-інструменти можуть забезпечити формалізовану діагностику ТС ендоскопів. Наприклад, інтелектуальні системи комп'ютерного зору здатні проаналізувати відео огляд ендоскопа зсередини на наявність забруднень, залишків біологічних матеріалів чи механічних дефектів. Автоматизоване тестування за допомогою аналізу зображень допомагає стандартизувати процес перевірки та зменшити залежність від кваліфікації персоналу. Таким чином, впровадження ШІ в діагностику та прогнозування ТС ендоскопів підвищує **чіткість** та **швидкість** виявлення проблем, оптимізує витрати часу і забезпечує кращу превенцію відмов. [2]. Разом з тим, застосування ШІ супроводжується низкою труднощів: необхідність якісних даних і сумісності з існуючими системами, дотримання етичних норм щодо даних пацієнтів і значні початкові інвестиції. Проте успішні приклади провідних виробників (Olympus, Fujifilm, Pentax Medical) демонструють практичність AI-рішень в ендоскопії – як у діагностиці патологій, так і в управлінні життєвим циклом

обладнання. Нарешті, відповідність регуляторним вимогам (ЄС MDR, стандартам ISO та IEC) забезпечує необхідний рівень безпеки та якості при впровадженні інноваційних ШІ-технологій у медичні ендоскопи. Ретельний підхід до тестування і валідації AI-систем разом із дотриманням чинних нормативів сприятиме підвищенню надійності МВ та покращенню результатів лікування пацієнтів. Оцінка ризиків у сфері технічної експлуатації МВ, зокрема гнучких ендоскопів, є надзвичайно важливою для забезпечення їхньої надійності та безпеки. Гнучкі ендоскопи, які активно використовуються в гастроентерології, урології, бронхоскопії та інших галузях медицини, піддаються значним навантаженням і з часом можуть мати мікропошкодження, збої в роботі каналів або оптики, які складно виявити без спеціалізованої діагностики. У цьому контексті застосування технологій ШІ відкриває нові перспективи у виявленні прихованих дефектів, прогнозуванні несправностей та зниженні ризиків для пацієнтів і медичного персоналу.

Застосування ШІ три технічній експлуатації та прогнозуванні ТС не лише підвищує ефективність управління ризиками, а й формує новий стандарт якості у сфері медичного обслуговування, де технічна надійність безпосередньо впливає на результат лікування пацієнтів. В умовах швидкого розвитку медичних технологій ШІ стає критично важливим елементом модернізації сервісних підходів.

Список посилань

1. Кучеренко В.Л. Ремонтпридатність при проектуванні медичних виробів як фактор забезпечення ефективності прогнозування їх технічного стану. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2024): XIII міжнар. конф., 23-24 травня 2024 р.: тези доп. – Чернівці, 2024. – С. 261.

2. Оленін С.О. Застосування штучного інтелекту в діагностиці медичних гнучких ендоскопів: Тези доповідей XXV Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, Київ, 2025, Державний університет «Київський авіаційний інститут» / Редакційна колегія К. Семенова [та ін.]. – К.: КАІ, 2025. – С. 41.

УДК 004.82

Єщенко М.С., аспірант

Національний університет «Києво-Могилянська академія», kolya.yes171@gmail.com

СПОСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

Блокчейн є дуже привабливою технологією завдяки своєму публічному, незмінному та впорядкованому реєстру транзакцій, відкритому лише для додавання. Системи блокчейн мають міждисциплінарний характер, оскільки поєднують різні сфери, такі як криптографія, мультиагентні системи, розподілене обчислення та інші. Окрім того, вони існують у дуже активному та динамічному середовищі, де нові платформи та алгоритми постійно розробляються через зростаючий інтерес громадськості та бізнесу до цієї технології. Враховуючи складність та багатогранність блокчейну, використання інших, більш ґрунтовно досліджених доменів для його моделювання може допомогти краще зрозуміти його можливості та обмеження.

Модель – абстракція певних аспектів системи-об'єкта моделювання. Вона створюється для досягнення конкретних поставлених цілей – наприклад, для надання зрозумілого опису певних частин системи або інформації в такій формі, яку можна ефективно проаналізувати. У контексті блокчейну існує обмежена кількість досліджень, що безпосередньо зосереджені на його моделюванні [1 – 5]. На основі даних досліджень у літературі щодо блокчейну було виокремлено такі парадигми моделювання:

- процесно-орієнтована;
- теоретико-графова;
- об'єктно-орієнтована;