

МОДИФІКОВАНА НАФТОВА ВАННА

¹М.І.Оринчак, ²М.М.Оринчак¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42153,
e-mail: drill@nung.edu.ua²НАК "Нафтогаз України", м. Київ, вул. Б.Хмельницького, 6

С целью повышения эффективности ликвидации прихватов буровой колонны на основании лабораторных исследований разработана модифицированная нефтяная ванна, обладающая минимальными силами поверхностного натяжения на границе "нефть – фильтрат бурового раствора"; максимальными ингибирующими и минимальными реологическими свойствами. Технология установления модифицированной нефтяной ванны аналогична обыкновенной. Отличие состоит только в том, что вместо за буферной жидкостью закачивают соленасыщенную хлористым калием воду, а затем нефть с добавками поверхностно-активных веществ и дизельного топлива.

Modified oil bath which is characterized by minimum surface tension forces at the interface between oil and filtrate of drilling solution, maximum inhibitive and minimum rheologo-chemical properties was developed in order to increase the efficiency of liquidation of seized of drilling columns based on the laboratory experiments. Technology of installation of the modified oil bath is similar to the installation technology of the normal bath. The only difference is that water, saturated with potassium chloride, is pumped after the buffer solution, and then followed by pumping oil with surface active materials and diesel fuel.

Нафтові ванни є одним із ефективних способів ліквідації прихоплень бурильної колони, особливо при розбурюванні глиняних відкладів. Проте, як свідчить аналіз промислових даних, для звільнення бурильної колони інколи доводиться встановлювати нафтову ванну двічі і більше разів.

Недостатня ефективність нафтових ванн, на нашу думку, пов'язана з наступними факторами:

- на межі "нафта – фільтрат бурового розчину" виникають значні сили поверхневого натягу, які протидіють надходженню нафти в зону прихоплення;

- в'язкість нафти у більшості випадків перевищує в'язкість фільтрату бурового розчину, тому для проникнення нафти в зону між прихопленою бурильною колоною і стінками свердловини необхідно прикласти значні перепади тиску, що не завжди можливо зробити в умовах свердловини;

- нафта інертна до розбурюваних порід, тому не впливає на їх проникність. Також відомо, що домішки хлористого калію сприяють підвищенню проникності продуктивних горизонтів зі значним вмістом глинистої фракції;

- при встановленні нафтових ванн не завжди враховують температурні особливості зони прихоплення та фізико-хімічну активність нафти.

Метою роботи була розробка складу і рецептури нафтової ванни, яка б одночасно володіла мінімальними силами міжфазного натягу, максимальними інгібуючими властивостями та незначними реологічними властивостями. Таку нафтову ванну умовно назвали модифікованою. Основним критерієм при виборі рецептури модифікованої ванни прийняли найменші значення сил міжфазного натягу, які виникають на межі "нафта – фільтрат бурового розчину".

Сили міжфазного натягу (σ) визначали за допомогою приладу ІМН-1, який розроблений проф. Кісілем І.С. в ІФНТУНГ [4]. В основу виміру сил міжфазного натягу покладено розмір краплі нафти, який змінювався під дією відцентрових сил. Краплю нафти попередньо вносили в капіляр, заповнений фільтратом бурового розчину. Зі збільшенням довжини краплі сили поверхневого натягу зменшувались і навпаки, коли розміри краплі не змінювались, величина σ залишалась постійною.

Для зменшення сил поверхневого натягу використовували поверхнево-активні речовини (сульфонол, савінол [1]); понижувачі в'язкості нафти (дизельне паливо, чотирихлористий вуглець); інгібітори глинистої фази (хлористий калій, хлористий гатрій).

Сили міжфазного натягу визначали на бугріватівській нафті, яка широко застосовується для ліквідації прихоплень бурильної колони на площах Охтирського УБР. Оскільки в'язкість цієї нафти мала, то для порівняння застосовували кримську нафту, в'язкість якої майже утричі більша, ніж бугріватівської.

Спочатку сили міжфазного натягу на межі "нафта – фільтрат бурового розчину" зменшували за допомогою сульфонолу, який широко застосовується в практиці буріння свердловин. Результати лабораторних досліджень показані на рисунку 1.

Кількість замірів, необхідних для отримання достовірних даних, оцінювали за величиною коефіцієнта варіації, середньоарифметичного значення замірів (\bar{X}) та середньоквадратичного відхилення (S), величину яких визначали за відомими формулами [3]. При похибці, яка перевищувала $3S$, відповідні заміри виключали із підрахунків. Результати обробки різних залежностей засвідчили, що при кількості замірів 2–3

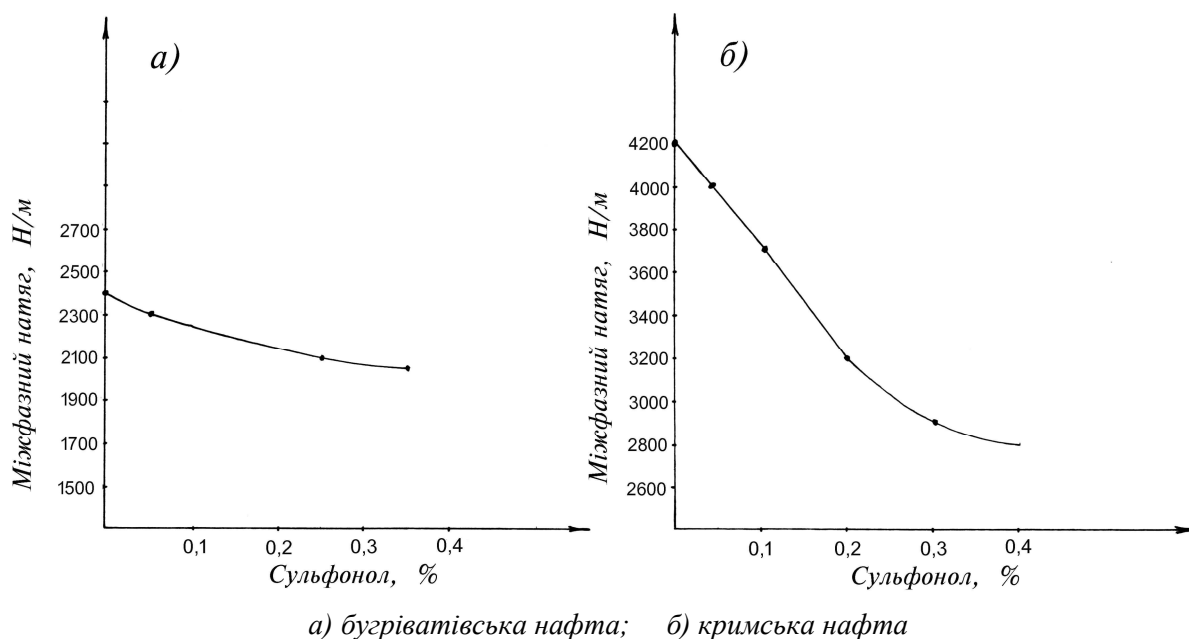


Рисунок 1 – Зміна сил міжфазного натягу залежно від величини домішки сульфонулу в нафту

в кожному досліді коефіцієнт варіації не перевищував 15%. Ця величина замірів нами була прийнята за основу.

Із рисунка 1 видно, що із збільшенням процентної домішки сульфонулу до нафти міжфазний натяг зменшується. Більш інтенсивне зменшення σ спостерігається у високов'язкій нафті (рис. 1, б) і менш інтенсивніше в низьков'язкій (рис. 1, а). Оптимальна домішка сульфонулу до нафти коливається в межах $0,25 \div 0,4\%$. Нижня межа характерна для низьков'язких і верхня межа – для високов'язких нафт.

Аналогічні залежності зміни сил міжфазного натягу на межі “нафта – фільтрат бурового розчину” отримані при введенні в нафту савінолу. Різниця між цими залежностями полягає тільки в тому, що савінолу на $15 \div 30\%$ ефективніше понижує σ , ніж сульфонулу. Оптимальна домішка савінолу для бугріватівської нафти складає $0,18\%$ і для кримської – $0,30\%$.

Другим методом зменшення сил міжфазного натягу на межі “нафта – фільтрат бурового розчину” в лабораторних умовах було застосування органічних розчинників (CCl_4 ; дизельне паливо).

Чотирихлористий вуглець (тетрахлорид вуглецю, тетрахлорметан) CCl_4 – прозора, без особливого кольору, важка, негорюча рідина, густиною 1595 кг/м^3 з температурою кипіння $76,8^\circ\text{C}$ та розчинністю в воді $0,07 \text{ г/100мл H}_2\text{O}$ при 20°C . Чотирихлористий вуглець часто використовують як розчинник жирів, смол, каучуку тощо. При зберіганні CCl_4 може утворювати отруйний фосген. Чотирихлористий вуглець отримують шляхом хлорування метану сірковуглецем.

Динаміка зміни сил міжфазного натягу на межі “нафта – фільтрат бурового розчину” зале-

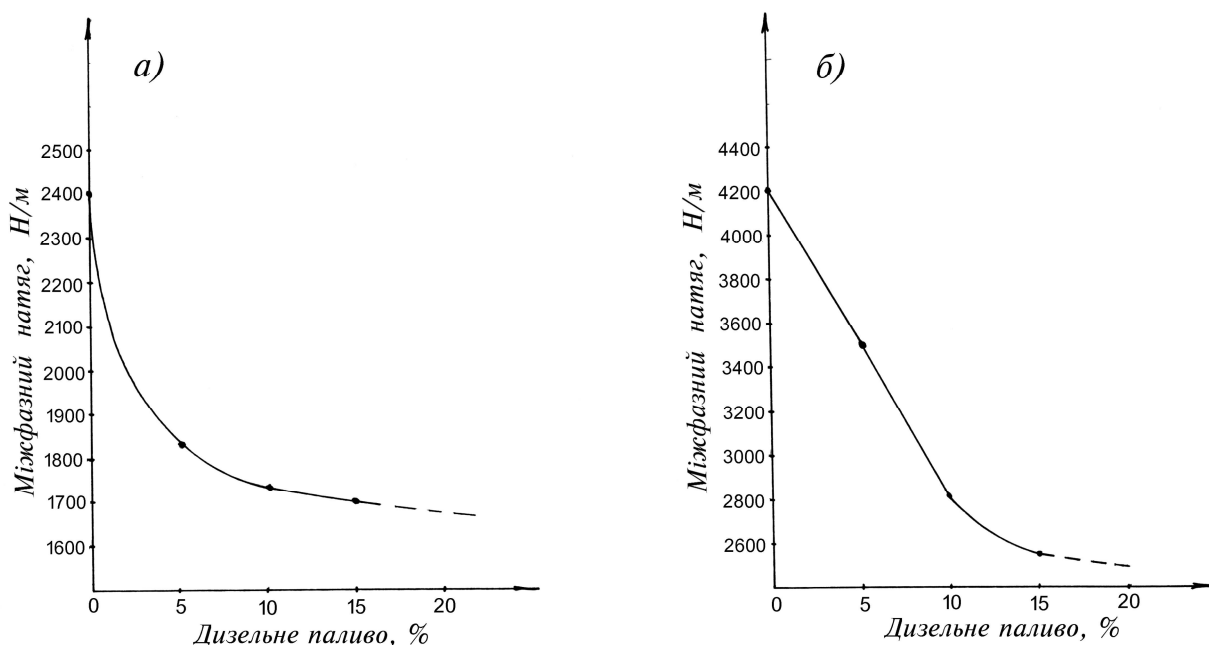
жно від величини домішки дизельного палива в нафту зображена на рисунку 2. Із цього рисунка видно, що сили міжфазного натягу зменшуються із збільшенням процентної домішки дизельного палива в нафті незалежно від її типу. Більш інтенсивне зменшення σ характерне для високов'язкої кримської нафти (рис. 2, б). Оптимальна домішка дизельного палива для цієї нафти складає 15% . Менш інтенсивне зменшення σ спостерігається в низьков'язкій бугріватівській нафті, оптимальна домішка дизельного палива для якої складає 5% .

Аналогічні закономірності зміни сил міжфазного натягу спостерігаються також при введенні в нафту чотирихлористого вуглецю. Проте, враховуючи, що при тривалому зберіганні CCl_4 виділяє отруйний фосген, подальші лабораторні дослідження з ним були зупинені.

В наступних дослідженнях сили міжфазного натягу зменшували методом підвищення ступеня мінералізації фільтрату бурового розчину. Цей спосіб широко застосовується у приготуванні інвертно-емульсійних розчинів. В якості мінералізатора застосовували хлористий калій. Перевагу KCl перед іншими мінералізаторами ($NaCl$; $CaCl_2$; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ тощо) віддали тому, що іони калію мають малі розміри, які вільно проникають в міжплощинний простір кристалічної решітки монтморилоніту, збільшують сили зв'язку між шарами глинистих мінералів, протидіють набуханням глини та утворюють додаткові канали для проникнення нафти в зону прихоплення.

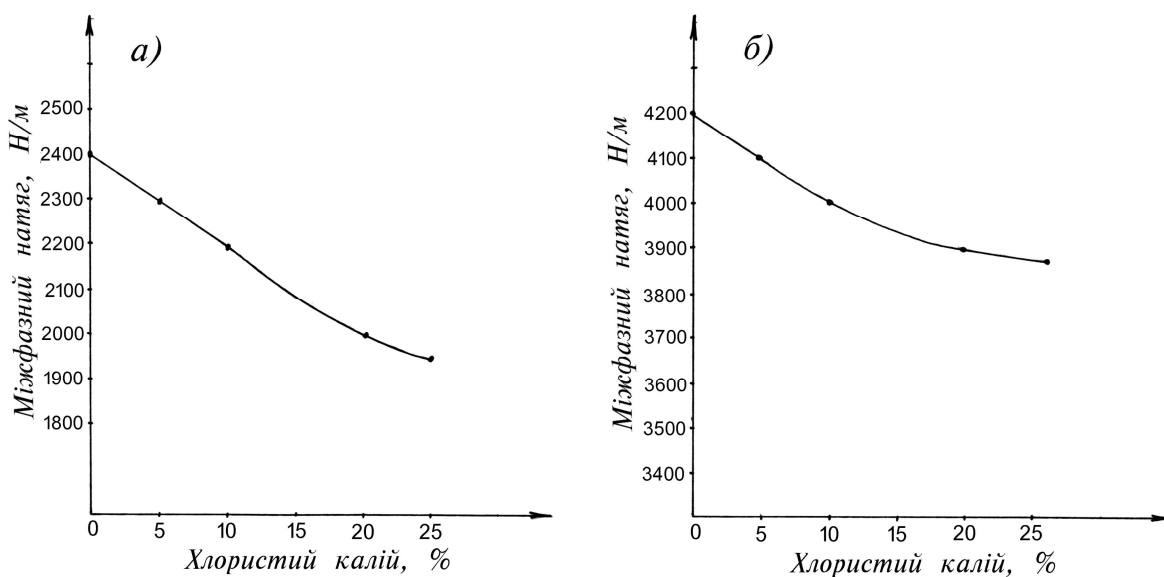
Хлористий калій розчиняли в фільтраті бурового розчину. Спочатку капіляр заповнювали мінералізованим фільтратом, а потім вводили в нього краплю досліджуваної нафти.

Зміна сил міжфазного натягу залежно від концентрації хлористого калію в фільтраті бурового розчину приведена на рисунку 3.



а) бугріватівська нафта; б) кримська нафта

Рисунок 2 – Зміна сил міжфазного натягу залежно від величини домішки дизельного палива в нафту



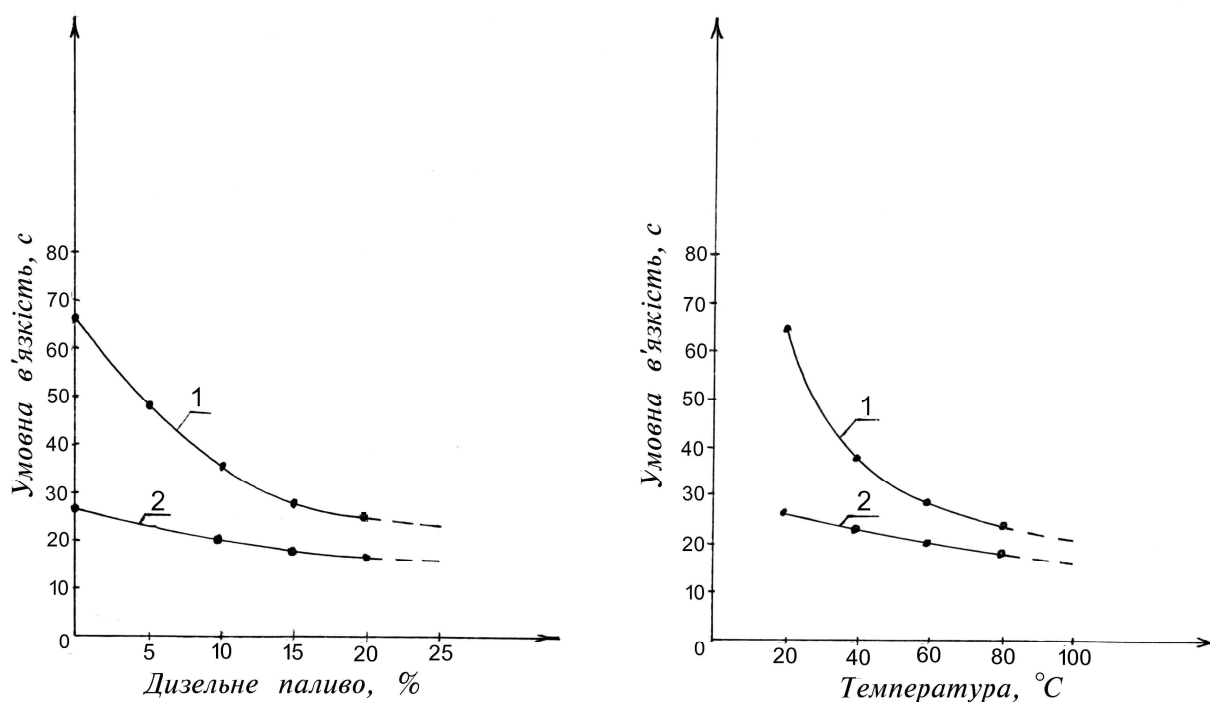
а) бугріватівська нафта; б) кримська нафта

Рисунок 3 – Динаміка сил міжфазного натягу залежно від концентрації хлористого калію в фільтраті бурового розчину

Із наведеного рисунка 3 видно, що незалежно від типу нафти сили міжфазного натягу зменшуються із збільшенням концентрації хлористого калію в фільтраті бурового розчину. Найменша сила міжфазного натягу спостерігається при повному насиченні води хлористим калієм. Мінімум на цих кривих відсутній. Порівнюючи різні дані рис.3, а і 3, б, видно, що при однаковій мінералізації фільтрату сили міжфазного натягу значно інтенсивніше зменшуються

в низьков'язкій бугріватівській нафті, ніж у високов'язкій кримській нафті.

Раніше було показано, що сили міжфазного натягу суттєво залежать від в'язкості нафти. Тому вплив температури на величину σ вивчали через зміну реологічних показників нафти. На рисунку 4 приведена зміна умовної в'язкості нафти залежно від температури в зоні прихоплення та величини домішки дизельного палива. Із збільшенням температури та процентної до-



а) бугріватівська нафта; б) кримська нафта

Рисунок 4 – Вплив температури і домішки дизельного палива на умовну в'язкість нафти

мішки дизельного палива умовна в'язкість нафти зменшується. Більш інтенсивне зменшення умовної в'язкості спостерігається у високов'язкій (кримській) нафті і незначно змінюється в низьков'язкій (бугріватівській). Закономірності, приведені на цьому рисунку, незначно відрізняються між собою. Порівнявши їх між собою, можна відзначити, що зі збільшенням температури від 20°C до 100°C зменшується умовна в'язкість кримської нафти з 65с до 22с, що еквівалентно введенню в неї близько 20% дизельного палива. Оскільки в'язкість бугріватівської нафти під дією температури змінюється незначно, то домішки до неї дизельного палива суттєвого значення не мають.

Отже, на основі лабораторних досліджень рекомендується для промислового впровадження модифікована нафтова ванна з наступним складом та рецептурою:

нафта – 83,6÷95,5%

сульфонол – 0,25÷0,4%

дизельне паливо – 5÷15%

соленасичена хлористим калієм вода – 0,2÷1%.

Приведена модифікована нафтова ванна володіє мінімальними силами поверхневого натягу на межі “нафта – фільтрат бурового розчину”, максимальними інгібуючими та мінімальними реологічними властивостями.

Така ванна, на нашу думку, буде швидше проникати в зону прихоплення і покращить умови звільнення бурильної колони від прихоплення. Рецептура складових модифікованої ванни приведена в об'ємних процентах. Мінімальні значення складових ванни характерні для низьков'язких нафт і максимальні – для

високов'язких. Сульфонол за необхідності можна замінити в еквівалентній кількості савінолом (1,3÷1,0). Об'єм соленасиченої води, який рекомендують нагнітати в свердловину перед закачуванням модифікованої нафти, залежить від потужності та поперечних розмірів зони прихоплення. В першому наближенні рекомендуємо визначати об'єм соленасиченої води за приведеної вище рецептурою. З метою зменшення ймовірності виникнення обвалювання та осипання стінок свердловини верхню межу об'єму соленасиченої води хлористим калієм рекомендуємо приймати не більше 2м³. Розрахунок об'єму модифікованої ванни проводять аналогічно, як і звичайної ванни [5].

Порядок приготування модифікованої нафтової ванни наступний. В окремі ємності закачують розрахункову кількість нафти і води. В першу ємність вводять поверхнево-активну речовину і дизельне паливо, а в другу – хлористий калій. Перемішування в першій і другій ємностях ведуть до повного розчинення компонентів.

Технологія встановлення модифікованої нафтової ванни незначно відрізняється від такої для звичайної нафтової ванни. Перед встановленням ванни перевіряють стан противикидного устьового обладнання, насосного господарства та циркуляційної системи, готують обладнання і вишку до роботи в аварійних умовах, перевіряють якість і кількість запасного бурового розчину, очищають територію навколо бурової від можливих вогнищ загоряння, перевіряють справність засобів пожежогасіння, проводять обв'язку устя свердловини і опресовують її на тиск, який в 1,5 разів більший від

максимального при встановленні ванни. Під заливною головкою встановлюють зворотний клапан.

В свердловину після буферної рідини спочатку закачують соленагачену хлористим калієм воду, потім нафту з домішкою ПАР та дизельного палива і протискувальну рідину. Після закачування розрахункового об'єму протискувальної рідини крани на заливній головці закривають і залишають бурильну колону в спокої. Частина колони розвантажують або залишають під натягом на талевій системі (залежно від типу прихоплення).

Періодично через 0,5÷1,0 год. в свердловину підкачують модифіковану нафтову ванну в затрубний простір. Приблизно через 4÷6 годин дії ванни (з урахуванням конкретної ситуації) розходжують бурильну колону шляхом натяжки і прокручування її.

Після ліквідації прихоплення свердловину промивають, піднімають колону бурильних труб, ретельно оглядають справність всіх її елементів, а при необхідності проводять дефектоскопію. Ускладнений інтервал свердловини проробляють. Вимиту із свердловини модифіковану нафтову ванну розміщують в запасній ємності і використовують при необхідності повторно.

Література

1 Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промысловым скважинам. – М.: Недра, 1984. – 317 с.

2 Инструкция по установке нефтяных ванн для ликвидации прихватов / Отв. за вып. Самой А.К. – ВНИИКРнефть, Краснодар, 1973. – 21 с.

3 Оринчак М.М., Оринчак М.И. Технология установления силикатно-калевой ванны // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2006. – № 2(19). – С. 11-14.

4 Прибор ПМН-1 / Керівник теми Кісіль І.С. – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 1988. – 27 с.

5 Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – М.: Недра, 1988. – 278 с.

Міжнародна науково-практична конференція

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА В НАУЦІ, ТЕХНІЦІ ТА ОСВІТІ «ІНФОТЕХ–2007»

м. Севастополь
(10 – 16 вересня 2007 р.)

Оргкомітет конференції

Севастопольський національний технічний
університет,

99053, м. Севастополь, Студмістечко

<http://www.infotech.sev-info.net>

Кареліна Людмила Андріївна

Тел.: (0692) 23 52 10

факс: (0692) 24 35 90

Тематика конференції:

- Математичні методи і моделі аналізу та синтезу систем керування та переробки інформації
- Технології моделювання інформаційних та управляючих систем
- Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень
- Експертні системи та системи штучного інтелекту
- Актуальні проблеми інформаційної безпеки
- Інформаційні технології та автоматизоване управління в промисловості
- Нові інформаційні технології в освіті