

Рис. 6. Схема комп'ютерного моделювання процесу перетворень сигналу миттєвої швидкості обертання ШК

1. Еникеев А.Ф. Оптимальное управление технологическим процессом алмазного шлифования. – Краматорск: ДГМА, 2001. – 160 с.
2. Синтез цифрового регулятора поперечной передачи шлифовального круга / Єнікеев О.Ф., Зиков І.С. // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2008. – №57. – С. 87 – 93.
3. Основы синтеза і проектування слідкуючих систем верстатів та промислових роботів: Навчальний посібник / Єнікеев О.Ф., Суботін О.В. / –Краматорськ: ДДМА, 2008. – 268 с.
4. Адаптивна система цифрового управління технологічним процесом алмазного шлифования з еталонною моделлю / Єнікеев О.Ф., Суботін О.В. // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – 2008. – Вип. 23. – С. 307 – 314.
5. Комп'ютерна система підвищення ефективності алмазного шлифования в умовах неповної інформації / О.Ф. Єнікеев // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2014. – № 2. – С. 40 – 49.

Поступила 6.10.2016р.

УДК 629.5 : 504.054+502.5

В. О. Ковач, м. Київ

## АНАЛІЗ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ РОЗЛИВАМИ НАФТИ ВНАСЛІДОК АВАРІЙ ТАНКЕРІВ ТА ІНШИХ СУДЕН

**Abstract.** The article analyzes the failures of tankers and other ships accompanied by significant oil spills on water surface. The main causes of accidents caused by tankers and classification of oil spills in dependence on the volume of oil

spills is shown. Statistics of the probability of the risk of oil spills caused by tanker accidents in the open sea and hazardous locations, frequency of different options accidents tankers and the probability of oil spill accidents in the single hull and double-hulled tankers is provided. The chronology of major tanker accidents in recent 40 years is represented. The dynamics of total annual oil spills and oil tankers in the accident and other vehicles is pointed out. The list of preventive measures to increase transport safety and oil petroleum products by sea and stages of risk assessment of oil spills at sea is analyzed.

## Вступ

Складно переоцінити роль нафти в сучасній світовій економіці. Вона є переважною сировиною для виробництва сучасних синтетичних матеріалів, транспортних палив, займає важливе місце в структурі паливно-енергетичних балансів, продукти її переробки використовуються у виробництві електроенергії та тепла. Використання нафти визначає рівень економічного розвитку та життя сучасної людини.

Разом з тим слід зазначити, що на всіх стадіях нафтокористування, починаючи від розвідки і видобутку нафти і закінчуючи утилізацією її відходів, в тій чи іншій мірі за рахунок розливів нафти, а також викидів шкідливих речовин в атмосферу, водне сферу і на сушу відбувається забруднення навколишнього природного середовища, негативний вплив на здоров'я людей [1, 2].

## Постановка задачі

В табл. 1 наведені дані щодо основних джерел забруднення Світового океану нафтою та нафтопродуктами [3, 4].

Таблиця 1

### Джерела забруднення вод Світового океану нафтою та нафтопродуктами

Джерела забруднення	Загальна кількість, млн. тон/рік	Частка, %
Транспортні перевезення,	2,13	34,9
у тому числі звичайні перевезення	1,83	30,9
Катастрофи	0,3	4,9
Винесення річками	1,9	31,1
Потрапляння з атмосфери	0,6	0,8
Природні джерела	0,6	9,8
Промислові відходи	0,3	4,9
Міські відходи	0,3	4,9
Відходи прибережних нафтопереробних заводів	0,2	3,3
Видобуток нафти у відкритому морі,	0,08	1,3
у тому числі:	0,02	0,3
звичайні операції		
аварії	0,06	1,0
Всього	6,11	100

Як видно з наведеної таблиці, основним джерелом забруднення поверхневих вод Світового океану є транспортні перевезення.

Дана робота присвячена аналізу надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливом нафти на поверхню Світового океану внаслідок аварій танкерів. Отримані результати в подальшому будуть використані для розробки інформаційно-технічних методів попередження подібних надзвичайних ситуацій, що дасть можливість значно підвищити рівень цивільного захисту та екологічної безпеки для населення, територій та навколишнього природного середовища України.

### **Розв'язання задачі**

З кінця XIX століття і по теперішній час у світі для транспортування нафти наливом широко використовуються танкери. Частка нафтовантажів становить близько 50 % обсягу всіх вантажів, що перевозяться в світі морем, а в кількісному вираженні в 2015 р. цей обсяг становив біля 2 млрд тон [5].

Необхідність і зростання обсягів морських перевезень нафти і нафтопродуктів обумовлений:

- значним видаленням місць видобутку нафти від місць її споживання;
- зростанням обсягів нафти, що видобувається на морських нафтопромислах;
- збільшенням загального обсягу видобутої і споживаної нафти.

Танкери належать до числа найбільших транспортних судів. В порівнянні з 1960 рр. водотоннажність танкерів зросла з 200 тис. тон до 500 тис. тон і навіть до 1 млн тон.

Неминучим супутником будь-яких танкерних операцій були і продовжують залишатися аварії. Незважаючи на явну тенденцію до зниження аварійності нафтоналивного флоту, аварії танкерів досі залишаються одним з основних джерел екологічного ризику.

Аварії танкерів – основна причина забруднення поверхні Світового океану. Серйозність аварії залежить від кількості та типу нафтопродуктів, які вилились у море, погодних умов в момент аварії, а також глибини води та особливостей морського дна в районі катастрофи. Дуже важливий і «адміністративно-людський» фактор – наскільки ефективно державні служби реагують на надзвичайну ситуацію [2, 6, 7].

Основними ж причинами аварійних розливів нафти є зіткнення танкерів, їх посадка на мілину, вибухи і пожежі, а також крах судів через їх незадовільний технічний стан і метеорологічні умови.

За класифікацією Міжнародної федерації власників танкерів [3, 8], нафтові розливи прийнято ділити на три категорії в залежності від обсягів витоку нафти: малі – менше 7 тон, середні – від 7 до 700 тон і великі – більше 700 тон.

Збільшення масштабів видобутку нафти, інтенсифікація перевезень нафти і нафтопродуктів, будівництво та експлуатація нових транспортних коридорів веде до підвищення небезпек (ризиків) аварійних ситуацій.

Ймовірність ризику розливу приймається рівною 0,05 на 1000 рейсів у відкритому морі і 0,25 в небезпечних місцях. З урахуванням ймовірної частоти аварії з посадкою на мілину і зіткненням середній розмір нафтового розливу може бути оцінений як 1/48 від кількості нафти, яка перевозиться за рейс.

Розрахунок частоти і розмірів розливів нафти в результаті аварій танкерів на морі базується на статистиці Міжнародної морської організації, згідно з якою частота аварій становить (для морів з інтенсивним судноплаством): посадка на мілину – 5,4 на 106 миль; зіткнення – 1,9 на 106 миль; пошкодження конструкції – 0,48 на 106 миль; пожежа, вибух – 0,063 на 106 миль.

Ймовірність і обсяги розливів нафти залежать від ряду факторів, основними з яких є: інтенсивність судноплавства, конструкція танкера і умови навігації. При посадці на мілину з пробиттям дна ймовірність вилу 5% вантажу з пошкоджених танків дорівнює 0,5, а ймовірність вилу 95% вантажу дорівнює всього 0,002; при зіткненні танкера ймовірність вилу 95% вантажу ще менше і буде залежати від місця розташування пробоїни по відношенню до ватерлінії.

В табл. 2 наведено ймовірності розливу нафти при аваріях однокорпусних та двокорпусних танкерів [3, 4, 7].

Таблиця 2

**Ймовірності розливу нафти при аваріях однокорпусних та двокорпусних танкерів**

Р(розл/авар)	Однокорпусні танкери		Двокорпусні танкери	
	Р(розл>100 т)	Р(розл<100 т)	Р(розл>100 т)	Р(розл<100 т)
Посадка на мілину	0,25	0,04	0,03	0,09
Зіткнення	0,25	0,04	0,03	0,09
Ушкодження конструктивних елементів	0,05	0,16	0,05	0,09
Пожар, вибух	0,1	0,14	0,1	0,09

В табл. 3 наведена хронологія найбільших танкерних катастроф за останні 40 років [5, 8–13].

Таблиця 3

**Хронологія найбільших танкерних катастроф**

Назва судна	Дата катастрофи	Місце катастрофи	Розлив нафти (тис. тон)
Torrey Canyon	18 березня 1967 р.	Острови Сіллі біля берегів Великобританії	119
Wafra	27 лютого 1971 р.	Поруч з мисом Агульяс	40

		(ПАР)	
Metula	9 серпня 1974 р.	Магелланова протока (Чілі)	50
Jakob Maersk	29 січня 1975 р.	Порту (Португалія)	88
Urquiola	12 травня 1976 р.	Ла-Корунья, (Іспанія)	100
Hawaiian Patriot	26 лютого 1977 р.	Тихий океан, 300 морських миль на захід від Гонолулу (Гавайї)	95
Amoco Cadiz	16 березня 1978 р.	У берегів Бретані (Франція)	223
Atlantic Empress	19 червня 1979 р.	Біля 40 км на північ від узбережжя Венесуели	287
Independenta	15 листопада 1979 р.	Протока Босфор (Турція)	95
Assimi	7 січня 1983 р.	Оманська затока, 55 морських миль від Маската (Оман)	53
Castillo de Bellver	6 серпня 1983 р.	Атлантика, неподалік від затоки Салданья-Бей (ПАР)	252
Odyssey	10 листопада 1988 р.	Атлантика, 700 морських миль на схід від Нової Шотландії (Канада)	132
Khark 5	19 грудня 1989 р.	Атлантика, 120 морських миль на захід від Марокко	80
Exxon Valdez	24 березня 1989 р.	Затока Принца Вільгельма у берегів Аляски (США)	72
Haven	11 квітня 1991 р.	Середземне море біля Генуї (Італія)	144
ABT Summer	28 травня 1991 р.	Атлантика, 700 морських миль на захід від Анголи	260
Aegean Sea	3 грудня 1992 р.	Ла-Корунья (Іспанія)	74
Katina P.	26 квітня 1992 р.	Неподалік від порту Мапуту (Мозамбік)	72
Braer	5 січня 1993 р.	Шетландські острови (Великобританія)	85
Sea Empress	15 лютого 1996 р.	Порт Мілфорд Хейвен (Великобританія)	72
Знахідка	2 січня 1997 р.	Японське море	19

Prestige	13 листопада 2002 р.	Галісія (Іспанія)	63
Tasman Spirit	28 липня 2003 р.	Порт Карачі (Пакістан)	31
«Волгоневфть-139» та інші	11 листопада 2007 р.	Керченська протока (Україна, Росія)	2
Hebei Spirit	7 грудня 2007 р.	Жовте море (Республіка Корея)	10,8
Eagle Otome	23 січня 2010 р.	Порт-Артур (США, Техас)	1,7
MT Bunga Kelana 3	25 травня 2010 р.	Сінгапурська протока (Сінгапур)	2,5

Крім представлених в табл. 3 у світі відбувались і інші, менш тонажні розливи нафти та нафтопродуктів в результаті аварії танкерів та інших судів. Нижче представлено їх коротке описання.

Так, на початку листопада 1998 р. вантажне судно «Паллас» під прапором Ліберії, тримаючи курс до датських берегів, сіло на мілину в Північному морі. При цьому утворився розлив 20 тонн важкої нафти вздовж узбережжя Голландії, Німеччини та Данії. Витік нафти спричинив пожежу, в результаті якого загинуло понад тисячу морських птахів і більше 12 тисяч отримали пошкодження. Полум'я палало кілька днів.

11 серпня 2006 р. зазнав аварії танкер на Філіппінах. Тоді виявилися забрудненими 300 км узбережжя в двох провінціях країни, 500 га мангрових лісів і 60 га плантацій водоростей. Постраждав і морський резерват Таклонг, на території якого мешкали 29 видів коралів і 144 видів риб. В результаті розливу мазуту постраждали близько 3 тисяч філіппінських сімей.

14 лютого 2009 р. поблизу узбережжя Ірландії стався значний розлив нафти в море, який становив біля 300 тон. Це відбулося під час заправки російського авіаносця «Адмірал Кузнецов» іншим військовим кораблем морського флоту Росії. Причиною розливу стала технічна несправність і людський фактор.

31 липня 2009 р. в результаті витоку палива з судна Full City, який сів на мілину в районі норвезького міста Лангесунн, в Північне море потрапило 200 тон нафти.

7 серпня 2010 р. в порту м. Мумбаї (Індія) зіштовхнулися 2 вантажних судна, які перевозили нафту та нафтопродукти. В результаті аварії в Аравійське море потрапило 800 тон нафти та нафтопродуктів.

16 грудня 2011 р. в результаті сильної бурі на пляжу Кермініхі в південній Бретані (Франція) сіло на мілину вантажне судно ТК Bremen, яке перевозило біля 220 тон мазуту. В результаті інциденту весь мазут витік у море.

Також зафіксовані наступні надзвичайні ситуації, пов'язані із розливами нафти та нафтопродуктів: 18 березня 2013 р. судно CMA CGM Florida в гирлі річки Янцзи (140 морських миль на північний схід від Шанхая) розлив 650

тон мазуту; 9 грудня 2014 р. біля Бангладешу танкер Southern Star 7 розлив 350 тон мазуту в річку Шела. Також, нажаль, відбулось два великих розливи (> 700 тонн) у 2015 р. Обидва інциденти сталися в результаті зіткнення суден, що перевозили нафту: перший – у січні в Сінгапурі розлилось близько 4500 тон сирової нафти, другий – в червні в Туреччині розлилось у море близько 1400 тонн нафти.

На рис. 1 показана динаміка сумарних річних розливів нафти та нафтопродуктів в результаті аварії танкерів та інших суден, які здійснюють їх транспортування [5, 8, 12].

Як свідчать наведені результати, в порівнянні з 1970 рр. у 2010 рр. значно зменшилась кількість нафти, що розлилась внаслідок катастрофічних подій, які сталися з танкерами та іншими суднами. Проте, як зазначено у [5, 9], обсяг збитків на сьогоднішній день все рівно залишається дуже великим і обчислюється мільйонами доларів. Тому проблема попередження таких надзвичайних ситуацій на сьогоднішній день залишається актуальною і потребує негайного вирішення.

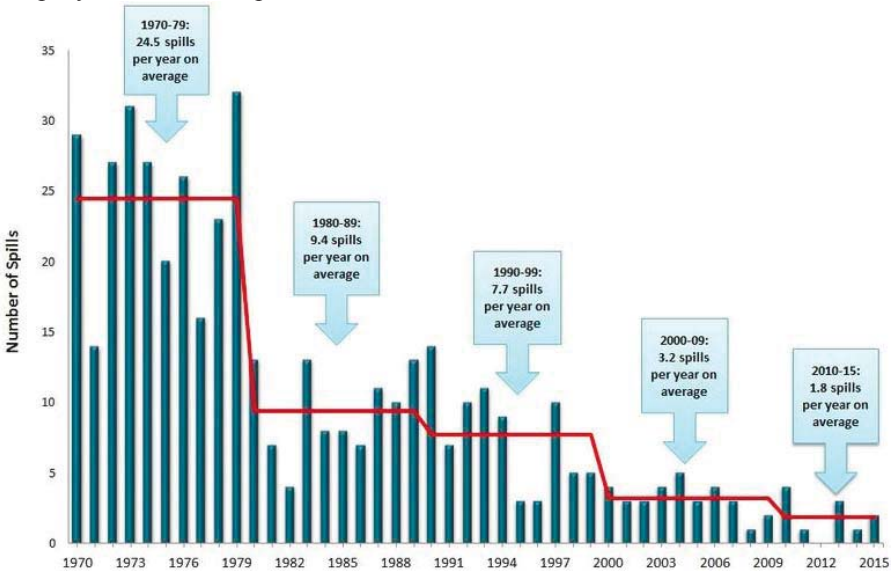


Рис. 1. Динаміка розливів нафти в результаті аварії танкерів та інших суден

Згідно сучасним тенденціям та статистиці випадок, пов'язаний із значними розливами нафти, може відбуватися фактично кожні 5–10 років. Подібні випадки можуть призвести до важких і навіть незворотних наслідків для морської та прибережної зони. Необхідні значні зусилля Росії та членів Євросоюзу, щоб запобігти можливим аваріям.

В результаті різних міжнародних зустрічей з питань збільшення безпеки перевезень нафти та нафтопродуктів морським транспортом запропоновано

наступні попереджувальні заходи [1, 3, 5]:

- Судна повинні зберігати безпечну дистанцію один від одного і від берегової лінії. Розливи нафти в морі поблизу берегу зазвичай призводять до забруднення прибережної зони.

- Створення спеціальних коридорів для нафтових танкерів – це високоефективні заходи для попередження аварій. Це призведе до спрощеної навігації та знизить можливість зіткнення суден на зустрічних курсах.

- Повинна бути впроваджена система автоматичного розпізнавання небезпечного вантажу, а також загальна супутникова система спостереження для прибережних та портових зон.

- Вирішення питань постановки на якір для всіх суден у відкритих морях повинні бути обов'язковими для попередження суден від дрейфу до берегу.

- Призначення спеціальних портів-сховищ, які повинні бути доступні для безпечної евакуації аварійних танкерів.

- Адміністрація прибережної зон Норвегії підкреслила необхідність у великій потужності буксирувальних суден, оскільки очікувана тоннажність танкерів з Росії швидко зростає.

- Необхідний більш відкритий і швидкий обмін інформацією між капітанами суден та береговими службами.

У 2003 р. співробітниця Міжнародної федерації власників танкерів з відповідальності за забруднення навколишнього природного середовища Хелен Томас та її колеги створили карту забрудненості води нафтопродуктами. На карту була нанесена кількість нафти, яка переправлялась через ті чи інші регіони світу, а також готовність цих областей справитись з можливою у зв'язку з цим кризою. Виявилось, що Чорне море знаходиться у самому плачевному стані. Слідом за ним у списку йдуть узбережжя Великобританії, Середземне море та північно-західна частина Тихого океану. Далі у списку небезпечних регіонів – гавані Червоного моря, стародавні коралові острови у західній частині Індійського океану [3, 8].

Таким чином, на сьогоднішній час у світі є нагальна потреба у розробці сучасних спеціальних систем моніторингу для забезпечення адекватної готовності до реагування на аварії суден, що перевозять нафту та нафтопродукти. Використання таких систем дасть можливість відповідальним особам приймати швидкі та ефективні рішення щодо попередження та ліквідації аварійної ситуації, і таким чином звести до мінімуму можливі збитки довкіллю, населенню та економіці. Така система реагування може бути створена тільки на основі оцінки та аналізу ризику розливів нафти.

Під оцінку ризику розливів нафти у морі розуміється:

- виявлення потенційних джерел розливів нафти;
- розрахунок об'ємів розливів нафти та їх частоти;



- визначення природних ресурсів та господарських об'єктів, які можуть бути забруднені в результаті розливу нафти;

- розробка сценаріїв поведінки нафти на поверхні моря, які повинні враховувати розтікання нафти та її вивітрювання в залежності від гідрометеоумов у місці розливу, протяжність можливого забруднення берегової лінії.

Результати оцінки ризику є базою для розробки заходів зі зниження кількості аварій та їх наслідків, витрат на їх здійснення та прийняття рішень про доцільність виду діяльності, що планується. Розрахунок об'ємів розливів нафти та їх частота є основним параметром для класифікації надзвичайних ситуацій у морі та для розрахунку достатності сил та засобів ліквідації розливів.

### **Висновки**

В результаті проведеного аналізу встановлено, наступне:

1) На сьогоднішній день біля 50 % видобутої нафти та нафтопродуктів перевозяться танкерами та іншими вантажними суднами.

2) Через різні негативні обставини час від часу виникають надзвичайні ситуації, пов'язані із значними розливами нафти та нафтопродуктів на поверхню Світового океану через аварії даного водного транспорту. Це, в свою чергу, здійснює значний негативний вплив на довкілля, населення та економіку держав, біля яких відбулась катастрофічна подія, пов'язана з розливом нафти.

3) На сьогоднішній день в світі, і в Україні зокрема, не розроблено ефективної системи підтримки прийняття рішень для попередження та ліквідації наслідків вищезазначених надзвичайних ситуацій. Така система реагування може бути створена тільки на основі оцінки та аналізу ризику розливів нафти.

Таким чином, на теперішній час є актуальною проблема створення сучасної системи боротьби з розливами нафти, здатної протистояти катастрофічним ситуаціям, що впливають на екологічний стан прибережно-морських зон не тільки районів розливу, але і сусідніх регіонів. Для вирішення даної проблеми автором планується розробка нових ефективних інформаційно-технічних методів для попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливами нафти на поверхню моря.

1. *Гриценко А.И.* Экология. Нефть и газ / А.И. Гриценко, Г.С. Аكوпова, В.М. Максимов. – М. : Наука, 1997. – 598 с.
2. *Сыроедов Н.Е.* Проблемы экологии при хранении и транспорте нефтепродуктов / Н.Е. Сыроедов, А.В. Попов. – М : ЦНИИТЭнефтехим, 1994. – 58 с.
3. *Воробьев Ю.Л.* Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М. : Ин-октаво, 2005. – 368 с.
4. *Гурвич Л.М.* К вопросу об источниках и формах нефтяного загрязнения гидросферы / Л.М. Гурвич // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –

2004. – № 1. – С. 21–25.

5. Oil Tanker Spill Statistics 2015 [Электронный ресурс] / Сайт «THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED». – Режим доступа : <http://www.itopf.com/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>. – Дата доступа 10.03.2016. – Загол. з екрану
6. Последствия загрязнения нефтью для окружающей среды [Электронный ресурс] / Сайт «THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED» / Веб-портал «Википедия». – Режим доступа : [http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP\\_13\\_2011\\_RU\\_Effects\\_of\\_oil\\_pollution\\_in\\_the\\_environment.PDF](http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP_13_2011_RU_Effects_of_oil_pollution_in_the_environment.PDF). – Дата доступа 05.03.2016. – Загол. з екрану.
7. *Вялышев А.И.* Возможные последствия чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов на морских акваториях / А.И. Вялышев, И.В. Лисовский, А.Ю. Большагин // Технологии гражданской безопасности. – 2012. – Т. 9, №1. – С. 62–69.
8. Spills [Электронный ресурс] / Сайт «Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution». – Режим доступа : <http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills>. – Дата доступа 05.03.2016. – Загол. з екрану.
9. Tanker Incidents [Электронный ресурс] / Сайт «Maritime-connector». – Режим доступа : <http://maritime-connector.com/tanker-incidents/>. – Дата доступа 04.02.2016. – Загол. з екрану.
10. Список разливов нефти [Электронный ресурс] / Веб-портал «Википедия». – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_разливов\\_нефти](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_разливов_нефти). – Дата доступа 05.03.2016. – Загол. з екрану.
11. Владимиров В.А. Катастрофы и экология / В.А. Владимиров, В.И. Измалков. – М. : Контакт-Культура, 2000. – 380 с.
12. Крупнейшие в мире разливы нефти с судов [Электронный ресурс] / Сайт сетевого издания «РИА Новости». – Режим доступа : <http://ria.ru/documents/20090527/172442566.html>. – Дата доступа 05.03.2016. – Загол. з екрану.
13. Крупнейшие разливы нефти и нефтепродуктов в результате аварий танкеров [Электронный ресурс] / Сайт «Maritime Bulletin». – Режим доступа : [http://www.odin.tc/disaster/tanker\\_top.asp](http://www.odin.tc/disaster/tanker_top.asp). – Дата доступа 10.03.2016. – Загол. з екрану.

*Поступила 22.09.2016р.*

УДК 681.325.5

О. С. Гайденко, м. Київ

## **ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОНІТОРИНГУ, АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ**

**Abstract.** To ensure the reliability of the traction power supply necessary increase functionality of the system of supervisory control. The paper analyzes the trends in computer monitoring functions, data mining and monitoring of the new