

від здійснюється живлення самого контролера і обмеження максимального струму через МОН-транзистор.

2) КІОНТРОЛЬ (CONTROL) – відвід зворотного зв'язку підсилювача помилки розузгодження для керування робочим циклом. Використовується також для блокування роботи контролера та під'єднання конденсатора авторестарту/компенсації.

3) ЛІНІЙНА ЧУТЛИВІСТЬ (LINE-SENSE) – даний відвід призначений для керування такими режимами, як перенапруга через вхід (OV), знижена напруга на вході (UV), зовнішнє обмеження максимального робочого циклу (DC<sub>MAX</sub>), дистанційне вмикання та синхронізація контролера. У під'єднанні даного відводу до відводу ДЖЕРЕЛО (SOURCE) всі перераховані функції деактивуються.

4) ЗОВНІШНЄ ОБМЕЖЕННЯ СТРУМУ (EXTERNAL CURRENT LIMIT) – відвід для задавання параметрів зовнішнього обмеження струму МОН-транзистора.

5) ЧАСТОТА (FREQUENCY) – призначений для задавання частоти комутації МОН-транзистора (400 КГц у під'єднанні до відводу SOURCE і 300 КГц у під'єднанні до відводу CONTROL).

6) ДЖЕРЕЛО (SOURCE) – є витокком МОН-транзистора контролера і замикає коло первинної обмотки імпульсного трансформатора.

Результати дослідження різних конфігурацій включення та режимів роботи контролера

вище тривалість механічного буріння в 3-3,5 рази [1].

Перспективним напрямком удосконалення спуско-піднімальних операцій є автоматизація ІДЖ класу DPA-Switch вказують на можливість побудови на їх основі імпульсних систем живлення засобів автоматизації для важких умов експлуатації. Особливою перевагою даних систем є інтегрований на одному кристалі разом з контролером силовий МОН-транзистор для комутації первинної обмотки імпульсного трансформатора, що зменшує кількість зовнішніх компонентів системи живлення, забезпечує електромагнітну сумісність, а також підвищує ефективність та надійність усієї системи імпульсного живлення.

### Література

1. Заміховський Л.М., Николайчук М.Я. Досвід промислового впровадження та діагностики комп'ютерної системи вимірювання рівня СВР-2 // Праці Третньої української конф. з автоматичного керування (Автоматика – 96). – Севастополь, 1996. – Том 1. – С. 174.

2. Интегральные микросхемы: Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. Издание 2-е. – М.: ДОДЭКА, 2000. – 608 с.

3. <http://www.Powerint.com>. - Design Accelerator Kit (DAK-21) – DPA-Switch.

4. Ashok Bindra. CMOS DC-DC controller tackles high voltages. // Electronic Design. – June 24, 2002. – P. 43-46.

УДК 622.242

## ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМ БУРОВИХ ЛЕБІДОК

*С.І.Криштопа, Л.І.Криштопа*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42464*

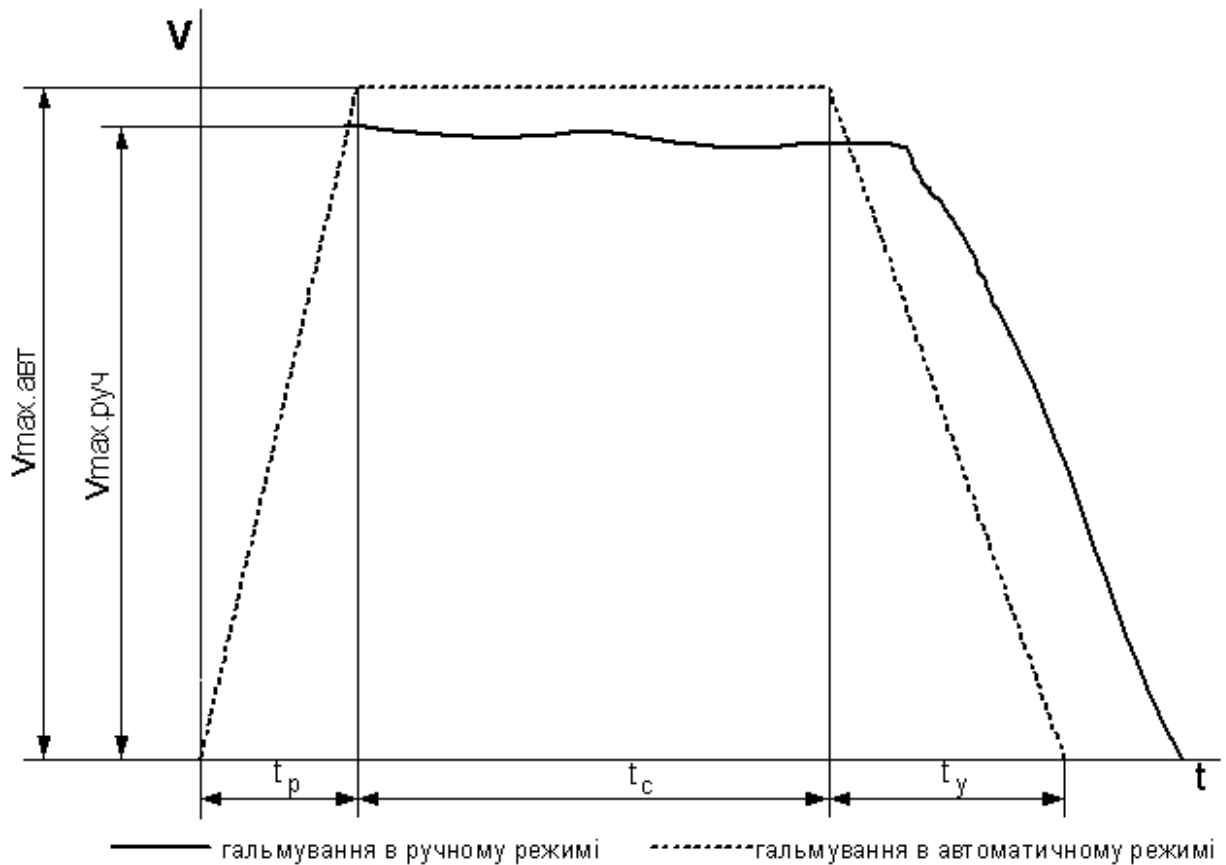
*e-mail: public@ifdtung.if.ua*

*Представлено перспективное направление повышения эффективности буровых установок за счет автоматизации процессов торможения буровых лебедок на основе широкого внедрения электронных и компьютерных технологий. Выполнена постановка задачи и сформулированы основные принципы построения автоматизированных тормозных систем. Основой предложенного подхода является комплексное применение электронных устройств для оптимизации процесса торможения при выполнении спуско-подъемных операций.*

*The perspective direction of rise of efficiency of drill units is represented at the expense of automation of processes of braking of drilling hoists on the basis of wide implantation of electronic and computer technologies. The setting of the task is fulfilled and the principles of constructing of the automatized brake assemblies are formulated. A ground of the proposed approach is the complex application of electronic devices for optimization of the process of braking at execution of elevation.*

Автоматизація спуско-піднімальних операцій з метою мінімізації витрат часу на проведення вказаних робіт є важливим народно-господарським завданням. Це пов'язано з тим, що для існуючого рівня техніки і технології буріння тривалість спуско-піднімальних робіт складає більшу частину від загального календарного часу, а для глибоких свердловин пере-

процесів гальмування на основі широкого впровадження електричних, електронних систем і комп'ютерних технологій, бурхливий розвиток яких спостерігається останнім часом. Це пов'язано з тим, що людина при ручному керуванні процесом гальмування апіорі не здатна забезпечити оптимальність цього процесу через дію різних чинників. Для порівняння на рис. 1



**Рисунок 1 — Діаграма спуску бурової установки на довжину однієї свічки**

зображено діаграму спуску при ручному і автоматичному гальмуванні бурильної колони на довжину однієї свічки.

Кожний цикл діаграми спуску бурильної колони на довжину однієї свічки складається з трьох періодів: періоду розгону  $t_p$ , протягом якого колона збільшує швидкість руху у вільному падінні; періоду сталої швидкості руху  $t_c$ ; періоду уповільнення руху до повної зупинки  $t_y$ . Для забезпечення мінімізації витрат часу на проведення спуско-піднімальних робіт система автоматизованого керування процесом гальмування повинна забезпечувати спуск бурильної колони з максимально можливою, залежно від навантаження на гаку, постійною швидкістю і мінімальний час гальмування при зупинці колони. Автоматизована система порівняно з ручним керуванням здатна точніше підтримувати максимально можливу швидкість спуску бурильної колони та пізніше починати гальмування колони під час третього періоду спуску, внаслідок чого і буде досягатися економія часу.

Проведений аналіз наукових публікацій та літератури за останні 15-20 років з проблематики автоматизації процесу гальмування при виконанні спуско-піднімальних робіт засвідчує, що, незважаючи на окремі результати, спрямовані на вирішення локальних завдань [2, 3, 4], на даний час відсутня методологія автоматизації та оптимізації процесів гальмування при спуску бурильних колон з урахуванням технічних можливостей сучасної електронної та комп'ютерної апаратури. Така ситуація пов'язана:

по-перше, відносна тривалість процесів гальмування (загальна тривалість періоду сталої швидкості руху  $t_c$  та періоду уповільнення руху до повної зупинки  $t_y$ ) є порівняно невисокою і становить 5-10% від загального часу спуско-піднімальних операцій. Тому цьому напрямку поки що приділялась недостатня увага. Але на сьогоднішній день конструкції механізмів досягли достатньо високого рівня досконалості і тому необхідно використовувати всі можливі резерви для збільшення їх ефективності;

по-друге, донедавна електронні компоненти мали відносно високу вартість і недостатню надійність. Але в даний час ситуація в цьому плані різко покращалась;

по-третє, широкому використанню електронних систем керування заважає відсутність відповідних виконуючих механізмів, оскільки безпосередньо керувати механічним, гідравлічним або пневматичним приводом комп'ютерні системи не можуть.

З метою використання сучасних електронних технологій для керування спуско-піднімальними операціями необхідно замість традиційних гальм з механічним або пневматичним приводом використовувати гальма з електричним приводом, перевага яких полягає в тому, що електронні системи можуть безпосередньо керувати роботою гальмівних пристроїв з електричним приводом. На сьогоднішній день в існуючих бурових установках електричні гальмівні пристрої використовуються тільки як допоміжні і тому для автоматизації процесів галь-

мування актуальним є завдання створення основних гальм бурових лебідок з електроприводом.

Впровадження електричного привода одночасно дає змогу успішно реалізувати ще одне завдання – використовувати як основні гальма дискові гальмівні механізми, оскільки електричний привод може однаково ефективно керувати будь-яким типом гальмівних механізмів. Дискові гальмівні механізми порівняно зі стрічково-колодковими гальмами мають цілу низку переваг: менші масу та габарити; менші зазори між дисками та колодками в незагальмованому стані (0,1...0,5 мм для дискових гальм та 2...4 мм для стрічково-колодкових гальм) і, відповідно, менший хід гальмівної колодки, що дає змогу підвищити швидкодію і передавальне відношення гальмівного привода; більш рівномірне спрацювання фрикційних матеріалів, оскільки тиск по поверхні пари тертя диск – колодка розподіляється рівномірно; більший гальмівний момент, який створюється внаслідок зрівноваження сил, що діють з боку колодок на диск; більшу стабільність гальмівного моменту, що розвивається на парах тертя. Найбільш актуальною перевагою дискових гальм порівняно зі стрічково-колодковими є можливість забезпечення більш ефективного відведення тепла від поверхонь тертя, особливо при використанні вентильованих дискових механізмів.

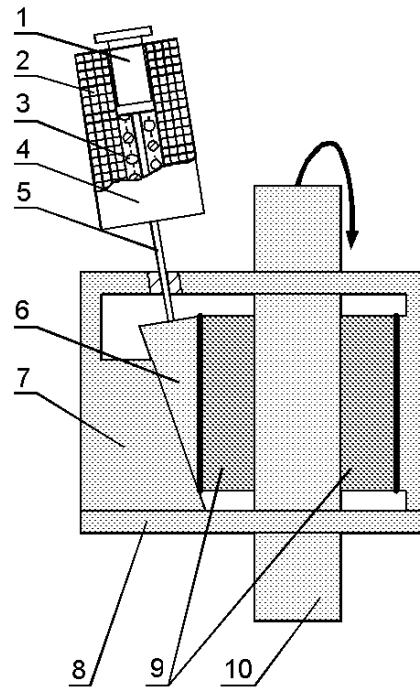
У даний час у світі тільки починається перехід на дискові гальма в бурових лебідках і, наприклад, для мобільних бурових установок в наявності є лише дві такі моделі лебідок [5].

Використання гальмівних систем з електронною системою керування, електричним приводом та дисковими гальмівними механізмами дає змогу створити конструкції гальм зі значно кращими порівняно з традиційними конструкціями експлуатаційними показниками. Наприклад, можна значно збільшити гальмівні моменти з одночасним зменшенням витрат потужності на привод гальмівних механізмів. Будову однієї з перспективних конструкцій, яку достатньо легко можна реалізувати на практиці, зображено на рис. 2. Дисковий гальмівний механізм приводиться в дію електричним приводом, який складається з якоря 1, виготовленого з магнітного матеріалу, електромагнітної обмотки 2, відтискної пружини 3, корпусу 4, штока 5 з немагнітного матеріалу. Гальмівний механізм складається з рухомої колодки 6, виготовленої у формі клинця, нерухомої колодки 7, плаваючого супорта 8, гальмівних накладок 9 і вентильованого гальмівного диска 10.

Принцип роботи конструкції полягає в тому, що шток гальмівного привода 5 натискає не безпосередньо на гальмівні накладки 9, а через проміжний клинець 6. Тому при гальмуванні гальмівний диск 10 притискає сам до себе гальмівні накладки 9, одну безпосередньо, а другу через колодку 7 та плаваючий супорт 8.

На першій стадії гальмування блок керування гальмівною системою подає на електромагнітну обмотку привода максимальний почат-

ковий струм. На другій стадії, після різкого збільшення гальмівного моменту за рахунок ефекту самопритискання гальмівних накладок,



1 – якорь; 2 – електромагнітна обмотка;  
3 – відтяжна пружина; 4 – корпус; 5 – шток;  
6 – рухома колодка; 7 – нерухома колодка;  
8 – плаваючий супорт; 9 – гальмівні накладки;  
10 – гальмівний диск

**Рисунок 2 — Перспективна конструкція дискового гальмівного механізму з електричним приводом**

струм обмотки керуючим електронним блоком значно зменшується. У подальшому величина струму електромагнітної обмотки регулюється блоком керування залежно від темпу уповільнення гальмівного диска. Наведена конструкція дає змогу значно скоротити витрати потужності на привод гальмівних механізмів порівняно з пневматичним та гідравлічним приводом.

У запропонованій конструкції для реалізації схеми електропривода використовується електромагнітна обмотка з натискним якорем. Перевага цієї системи полягає в тому, що вона конструктивно є відносно простою. Але для створення значного магнітного потоку з метою реалізації великих зусиль на натискному якорі необхідно мати порівняно великі будівельні об'єми статора. Тому в подальших, більш досконалох конструкціях, найбільш доцільно як виконуючий механізм використовувати електричний двигун зі знижуючим редуктором і натискним шпинделем.

Але з метою мінімізації витрат на переобладнання гальмівної системи бурової лебідки електричний привод основних гальм як стрічково-колодкових, так і дискових може бути реалізований і в інших варіантах. На першому етапі, наприклад, можливо оснащувати пневмоциліндри гальмівних механізмів з пневмоприводом керуючими електромагнітними кла-

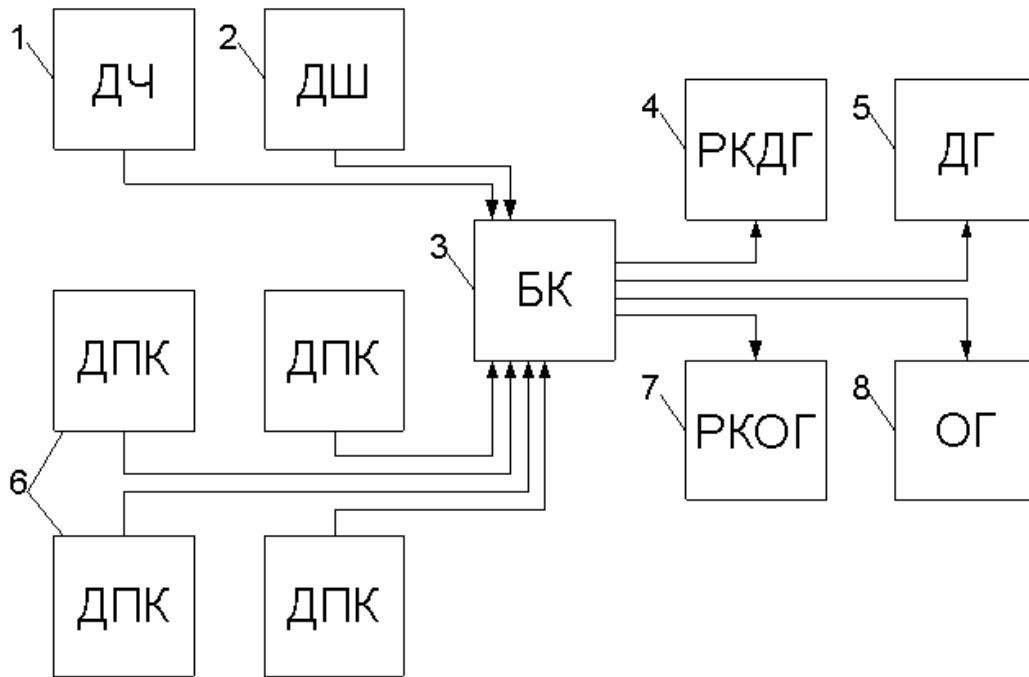


Рисунок 3 — Принципова схема системи гальмування бурової лебідки з електронною системою керування

панамі. Проте необхідно враховувати, що такі системи будуть дещо ускладнені і матимуть порівняно низьку швидкодію, а це є небажаним для відносно швидкоплинних процесів гальмування.

З метою комплексного вирішення автоматизації процесу гальмування електронна керуюча система також повинна керувати допоміжними гальмами. Найбільш доцільно використовувати електричні допоміжні гальма, які відрізняються зручністю керування, стабільністю режиму роботи, можливістю плавного регулювання гальмівного моменту. Гальмівний момент електричного допоміжного гальма можливо регулювати зміною величини струму обмотки збудження комп'ютером через реле керування.

Можливе також використання для автоматизованої гальмівної системи в якості допоміжних гідравлічних гальм. Як відомо, зміна величини гальмівного моменту допоміжного гідравлічного гальма досягається внаслідок регулювання рівня рідини в ньому. Тому для автоматичного керування гальмівним моментом гідравлічного гальма необхідно за допомогою електронного керуючого пристрою залежно від ваги бурильної колони змінювати рівень рідини в гальмі. Для цього гальмівну систему необхідно додатково обладнати датчиками рівня рідини та частоти обертання гальмівного барабана (диска). Зміна рівня рідини буде відбуватись за допомогою насоса залежно від команд ефективного керуючого блока.

Для створення автоматизованої гальмівної системи необхідно вирішити також ще одне завдання — розробити конструкції та виготовити на сучасній елементній базі вимірювальні датчі, наприклад, швидкості і переміщення

бурової колони, частоти обертання гальмівного барабана (диска). Ці датчі повинні бути максимально простими конструктивно і мати мінімальну інерційність. Перевагою сучасних електронних комплектуючих є достатньо висока надійність, що особливо важливо для бурових робіт.

На рис. 3 зображено загальну принципову схему системи гальмування бурової лебідки з електронною системою керування. Схема повинна складатися з датчиків частоти обертання гальмівного барабана 1 (ДЧ), швидкості руху колон труб 2 (ДШ), переміщення колони 6 (ДПК), блока керування 3 (БК) з відповідним програмним забезпеченням, допоміжного електричного гальма 5 з аналогово-цифровим перетворювачем і реле керування допоміжним електричним гальмом 4 (РКДГ), основного електричного гальма 8 з аналогово-цифровим перетворювачем і реле керування основним електричним гальмом 7 (РКОГ). Для збільшення надійності автоматизованої системи гальмування всі датчі повинні бути продубльовані.

У даний час для дослідження можливості практичного використання електронних гальмівних систем у нафтогазовій галузі на кафедрі нафтогазового технологічного транспорту і теплотехніки створюється лабораторна модель лебідки бурової установки з електричним гальмівним приводом та електронною системою керування. У першу чергу планується створення моделі лебідки з дисковим гальмівним механізмом і системою самопідсилення гальмівного моменту.

*Висновки*

Для удосконалення спуско-піднімальних операцій необхідне широке впровадження автоматизованих систем керування процесом гальмування. Подальше удосконалення гальмівних систем можливе тільки на основі широкого використання електронних систем і комп'ютерних технологій. Для впровадження керуючих комп'ютерних систем необхідне застосування в якості виконуючих механізмів гальмівних пристроїв з електричним приводом. Для подальшого збільшення ефективності гальмівних систем необхідне широке використання дискових гальмівних механізмів.

### Література

1. Малько Б.Д. Динамічні характеристики виконавчих механізмів бурових і нафтопромислових установок та їх оптимізація: Дис. док. техн. наук: – Івано-Франківськ, 1999. – 332 с.
2. Колчерин В.Г., Колесников И.В., Копилов В.С., Баренбойм Ю.Л. Новое поколение буровых установок Волгоградского завода в

ст. 66 Закону України “Про охорону навколишнього середовища” та п. 14 “Правила хорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами” для об’єктів, що становлять підвищену Западная Сибіри. – Сургут: ГУП ХМАО „Сургутская типография”, 2000. – 320 с.

3. Устройство оптимизации спуско-подъемных операций в бурении: А.с. 1492030 СССР, E21B 44/00 / ВА.Бражников, Н.И.Заварзин, А.К. Рахимов, М.И. Сергеев (СССР). – №4322199/23; Заявлено 26.10.87; Опубл. 07.07.89; Бюл. №25. – 3 с.

4. Устройство автоматического управления электродвигательной машиной бурового агрегата: А.с. 1082927 СССР, E21B 19/00 / Б.М.Парфенов, С.В.Колодезев, А.И.Коган, В.В.Жиликов, С.А.Чекалина (СССР). – №3414170/22; Заявлено 25.03.82; Опубл. 30.03.84; Бюл. №12. – 3 с.

5. Крижанівський Є.І., Міронов Ю.В., Романишин Л.І. Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин: Монографія. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 209 с.: іл.

УДК 622.276.8

## ПРОТИАВАРІЙНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ

М.Я.Магас, Я.М.Семчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42464  
e-mail: public@ifdtung.if.ua

*Авторы предлагают использовать комплекс против аварийных мероприятий при функционировании нефтегазовых комплексов. Мероприятия условно разделяют на предохранительные, предупредительные и ликвидационные. Их проводят с помощью технических и технологических средств, а также биологических методов с использованием биодиструкторов.*

*The authors suggest to use a special complex of emergency measures at functioning oil-and-gaz complexes. These measures are divided into protective, preventive and eliminating. They are carried out by technical, technological and biological or methods means using biodestructives.*

Національною програмою "Нафта і газ України до 2010 року" передбачено збільшити обсяг буріння на 74% і довести його в 2010 році до 1 млн. 45 тис. м<sup>3</sup>. Основний приріст (60%) передбачалося забезпечити протягом 1993-94 рр., обсяг буріння на газ заплановано збільшити в 2,3 рази, на нафту – в 1,87 рази, а розвідувального – в 1,44 рази. Виконання даної програми забезпечить стабілізацію і нарощування об'ємів видобування нафти і газу [1].

Тому виникає проблема охорони навколишнього природного середовища не в процесі експлуатації нафтогазових комплексів, а під час аварійних ситуацій на них. Для їх функціонування розробляються системи заходів з охорони довкілля. Вони є обов'язковими і розповсюджуються на всі об'єкти будівництва чи функціонування нафтогазових промислів. В Україні ці розробки мають законодавчу базу. Згідно вимог ст. 107 та 108 Водного кодексу України,

екологічну небезпеку, повинні бути розроблені та впровадженні протиаварійні заходи щодо захисту довкілля [2, 3, 4].

Для функціонування нафтогазових промислів розробляються плани ліквідації аварій згідно постанови Держнагляд з охорони праці. Виходячи з цього, на вищевказаних об'єктах, розробляються та затверджуються погоджені з відповідними органами “Плани локалізації і ліквідації аварійних ситуацій та аварій”, із зазначенням дій оперативного персоналу, аварійних бригад і пожежних команд, місць знаходження для спасіння людей і ліквідації аварій, а також осіб, відповідальних за виконання протиаварійних заходів. У зазначених планах розглянуті технічні питання локалізації та ліквідації аварій, проведення прогнозування сценаріїв виникнення аварій та виконаний аналіз сценаріїв розвитку аварій і масштабів їх наслідків.