

УДК: 502.17+504.61

**О.М. Мандрик***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ  
ТРАНСПОРТУВАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

*Наведено методологічну базу процедури оцінювання впливів магістральних газопроводів на безпеку життєдіяльності та навколишнє середовище. Оцінено екологічні впливи етапів будівництва та експлуатації газопроводів з констатацією основних різновидів екологічних факторів та можливими альтернативами для їх розгляду у проектах будівництва. Узагальнена класифікація впливів та наслідків газотранспортної інфраструктури за чинниками навколишнього середовища та методами їх зменшення. Як метод контролю за станом навколишнього середовища пропонується використовувати моніторингові дослідження з ГІС-технологіями.*

*Ключові слова:* екологічна безпека, навколишнє середовище, газопроводи.

*Табл. 1. Літ. 7.*

**О.М. Мандрык****ОЦЕНИВАНИЕ ВЛИЯНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ  
ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

*Приведена методологическая база процедуры оценивания влияния магистральных газопроводов на безопасность жизнедеятельности и окружающую среду. Оценены экологические влияния этапов строительства и эксплуатации газопроводов с констатацией основных разновидностей экологических факторов и возможными альтернативами для их рассмотрения в проектах строительства. Обобщенная классификация влияний и последствий газотранспортной инфраструктуры по факторам окружающей среды и методам их уменьшения. Как метод контроля за состоянием окружающей среды предлагается использовать мониторинговые исследования с ГИС-технологиями.*

*Ключевые слова:* экологическая безопасность, окружающая среда, газопроводы.

**О.М. Mandryk****EFFECT EVALUATION ON THE ENVIRONMENT AT NATURAL GAS TRANSPORTING**

*It has been given the methodology of main gas pipelines effect evaluation on the vital activity and environmentsafety. It has been evaluated the ecological influences of construction stages and gas pipelines operation with statement of the basic ecological factors and possible alternatives in the construction designs. It has been generalized the classification of gas-transport infrastructure effects due to the factors of environment and methods of its abatement. It has been suggested to use the monitoring research with GIS-technologies as the control method for the environment.*

*Keywords:* ecological safety, environment, gas-pipelines.

**Вступ.** Проблеми екологічної безпеки виникають в різних галузях промисловості та в різних економічних регіонах нашої держави [1]. До екологічно-небезпечних об'єктів у нафтогазовій галузі відноситься газотранспортна інфраструктура [2].

Базуючись на результатах досліджень, пропонується методологія проведення процедури оцінювання впливів на навколишнє середовище (ОВНС) для екологічного безпечного транспортування природного газу, а також алгоритм розрахунку еколого-економічних збитків наслідків надзвичайних ситуацій при транспортуванні природного газу.

Проекти в галузі будівництва та експлуатації газопроводів передбачають прокладку трубопроводів на суші, в прибережній зоні та відкритому морі. Діаметр труб може досягати 2,0 м. Протяжність трубопроводів коливається від кількох до сотень кілометрів. Трубопроводи, споруджені на суші і в прибережній зоні, як правило, заглиблені в ґрунт. Морські трубопроводи прокладаються на ділянках глибиною 350-450 м, проте в особливих випадках – на глибинах понад 1500 м [3-5].

**Матеріали дослідження.** До складу основних споруд газотранспортної інфраструктури входять: трубопроводи; головні та проміжні компресорні станції, прийомні й розподільні станції, а також станції управління; під'їзні дороги або дороги, призначені для технічного обслуговування [3]. Для підтримки робочого тиску природного газу вздовж траси магістрального газопроводу споруджують з відповідними інтервалами лінійні газокомпресорні станції.

Будівництво трубопроводів на суші включає наступні етапи: проведення інженерно-геологічних вишукувань, розчищення траси, прокладання траншей, укладання труб уздовж траси трубопроводу, згинання труб, зварювання, обгортання полімерними стрічками, нанесення ізоляційних покриттів, встановлення систем катодного захисту від корозії, укладку труб у траншеї,

засипку траншей. Такі ж заходи здійснюються при будівництві трубопроводів на території водно-болотних угідь, проте виникає необхідність у проведенні земельних робіт і вивезенні ґрунту. На ділянках, де ґрунти перенасичені вологою для нарощування секцій труб зварюванням і укладання трубопроводу в траншеї використовують спеціальні трубоукладальні баржі.

При прокладанні трубопроводів у відкритому морі їх розташовують на дні. Покладений на дно морський трубопровід може бути закріплений за допомогою анкерних пристроїв – бетонних блоків, плит і т.д. Якщо трубопровід заглиблений, то необхідна прокладка траншей. Для прокладання трубопроводів застосовують трубоукладальні судна. Для розкопки траншей в морському дні використовуються підводні землекопальні машини. Найчастіше при укладанні морських трубопроводів вважається, що траншеї будуть поступово засипатися в результаті впливу природних процесів – хвилювання і течій, однак можна проводити і штучну засипку підводних траншей. У прибережних районах акваторії, а також у районах, де існує ймовірність зсувів і обвалів, трубопроводи обов'язково повинні бути заглибленими.

Для забезпечення безперебійної роботи магістральних трубопроводів необхідно приділяти особливу увагу технічному обслуговуванню та перевірці обладнання. Для виявлення витоків необхідно проводити періодичні перевірки стану трубопроводу по всій трасі. Захист від корозії необхідний в більшості ґрунтів, особливо в районах з вологими або засоленими ґрунтами. Витоки з газопроводів або розриви труб можуть негативно вплинути на стан навколишнього середовища далеко за межами траси [6].

**Можливі різновиди впливу газопроводів на навколишнє середовище.** Вплив господарської діяльності на навколишнє середовище – це екологічні наслідки, які відбуваються у складових докільці при господарюванні об'єктів та поділяються на: прямі та непрямі, позитивні та негативні, коротко- та довгострокові, інтегральні та залишкові [2,6,7].

Вважають, що газопроводи сприяють покращенню якості навколишнього середовища, оскільки роблять більш доступними екологічно чисті види палива (наприклад, низько сірчистий природний газ замість високо сірчистого вугілля), що використовуються на електростанціях або у промислових процесах. Незаглиблені підводні трубопроводи можуть служити середовищем існування для морських організмів, яких приваблює новий „штучний риф”.

Але газопроводи, прокладені у відкритому морі, в прибережній зоні акваторії та на суші, негативно впливають на навколишнє середовище. Масштаб негативного впливу залежить від того, наскільки постраждали природні ресурси та погіршилися соціальні умови.

У процесі прокладання морського трубопроводу може відбутися тимчасове скаламучення осадів. У результаті перерозподілу і повторного відкладання осадів можуть змінитися характеристики водних середовищ існування та склад фауни. Ступінь впливу залежить від типу порушених водних організмів та їх ролі в екосистемі.

Якщо розкопка траншей для прокладання підводного трубопроводу здійснюється в тих районах прибережної зони або відкритого моря, де відбувалося накопичення токсичних хімічних речовин в донних осадах (наприклад, якщо порт розташований поблизу місць, куди промислові підприємства скидають різні отруйні речовини), прокладання трубопроводу може викликати скаламучення, перерозподіл цих забруднених осадів і тимчасове погіршення якості води. Може статися акумуляція забруднювачів тканинами водних організмів.

Прокладка трубопроводів здатна викликати ерозію ґрунтів на сусідніх ділянках. На гористій місцевості вона може викликати порушення стійкості ґрунтів, зсуви і обвали. Стік і відкладання мулу можуть погіршити якість річкової води під час виконання будівельних робіт [3,5].

Прокладка трубопроводів і будівництво доріг, необхідних для технічного обслуговування, можуть призвести до зміни умов природного дренажу, в тому числі перекриттю потоку води та підйому рівня ґрунтових вод з того боку трубопроводу, який проходить вгору по похилій поверхні; може також спостерігатися погіршення стану і загибель рослин. Якщо трубопровід прокладено через лісовий масив, збиток може виявитися досить серйозним.

У освоєних районах будівництво газопроводів може призвести до таких негативних наслідків, як втрата земель, порушення методів землекористування, необхідність переселення людей. Деякі види сільськогосподарської діяльності можуть виявитися порушеними лише протягом короткого часу, в період будівництва [2,6].

Виникнення тріщин, розривів і витоків, а також утворення відходів на магістральних газопроводах здатні викликати забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Масштаби збитків залежать від типу і розміру витоків, виду та кількості відходів, що утворюються, а також від того, наскільки постраждали природні ресурси [6]. Якщо відбудеться розрив газопроводу, який

перетинає річки та інші водні об'єкти або водно-болотні угіддя, то довіллю буде завдано величезної шкоди.

В результаті витоків газу з магістрального газопроводу або розриву труб можуть виникати пожежі та вибухи. У освоєних районах подібні аварії є серйозною небезпекою для життя і здоров'я людей.

Базуючись на власному досвіді проведення робіт з ОВНС була розроблена узагальнена класифікація впливів та наслідків за чинниками навколишнього середовища та методами зменшення впливу та наслідків газотранспортної інфраструктури (табл. 1).

**Таблиця 1. Узагальнена класифікація впливів та наслідків за чинниками навколишнього середовища та методами зменшення впливу та наслідків газотранспортної інфраструктури**

Види потенційного збитку	Заходи щодо запобігання або зменшення збитків
<b>Прямий екологічний збиток</b>	
<p>1. Скаламучення осадів, забруднених токсичними речовинами, при прокладці морських підводних трубопроводів.</p> <p>2. Створення перешкод для рибальства в результаті прокладки морських трубопроводів.</p>	<p>1. Вибір іншої ділянки для прокладки трубопроводу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання альтернативних методів будівництва трубопроводу, що дозволяють зменшити скаламучення осадів (наприклад, не заглиблених морських трубопроводів замість їх укладання в підводні траншеї);</li> <li>– прокладка трубопроводу в період мінімальної циркуляції води.</li> </ul> <p>2. Прокладка траси трубопроводу осторонь від відомих районів рибного промислу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– позначення місцезнаходження морських трубопроводів спеціальними буями та нанесення його на карти;</li> <li>– заглиблення трубопроводів в ґрунт, якщо вони знаходяться в найважливіших районах рибного промислу.</li> </ul>
<p>3. Пошкодження або знищення місць існування, загибель тварин, птахів, водних організмів на ділянках суші або акваторії, де розташовані трубопроводи, насосні та газокompresорні станції; полегшення доступу людей у райони первозданної природи.</p> <p>4. Ерозія, твердий стік, відкладення наносів в результаті будівництва трубопроводу і виробництва планувальнопрофільовочних робіт з метою будівництва під'їзних доріг та перекачувальних газокompresорних станцій.</p> <p>5. Зміна гідрологічних умов.</p> <p>6. Вторгнення видів-екзотів і розчленовування місць існування на малі ділянки.</p> <p>7. Порушення схеми землекористування в результаті будівництва</p>	<p>3. Прокладка траси трубопроводу осторонь від районів, що володіють цінними природними ресурсами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– застосування найбільш підходящих методів розчищення траси від рослинності (наприклад, розчищення вручну замість механізованої розчистки), що дозволить зберегти рослинний покрив на ділянках, прилеглих до трубопроводу;</li> <li>– рекультивация пошкоджених ділянок;</li> <li>– використання альтернативних методів будівництва трубопроводу.</li> </ul> <p>4. Вибір траси трубопроводу з таким розрахунком, щоб не було завдано шкоди водним об'єктам і гористій місцевості:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– облаштування пісковловлювачів або екранів для регулювання твердого стоку і боротьби з відкладенням наносів;</li> <li>– застосування альтернативних методів прокладки трубопроводів, що дозволяють звести збиток до мінімуму;</li> <li>– закріплення ґрунтів механічними або хімічними способами для зменшення ймовірності ерозії.</li> </ul> <p>5. Прокладка траси осторонь від водно-болотних угідь і заплав:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мінімальне використання насипного ґрунту;</li> <li>– проектування дренажних споруд з таким розрахунком, щоб не було завдано шкоди сусіднім районам.</li> </ul> <p>6. Прокладка траси і пристрій смуги відчуження трубопроводу в стороні від найважливіших районів</p>

трубопроводів, перекачувальних і газокompресорних станцій.	первозданної природи і легковразливих місць існування: – збереження рослинного покриву над заглибленим трубопроводом; – створення умов для того, щоб не було порушено закономірний розподіл ландшафтних пожеж вчасно і на певній території.
<p>8. Проектування трубопроводу з таким розрахунком, щоб можна було зменшити ширину смуги відчуження.</p> <p>9. Зведення до мінімуму шкоди, завданої в процесі будівництва методом використання сусідніх ділянок.</p> <p>10. Рекультивация ділянок, пошкоджених при будівництві підземного трубопроводу.</p> <p>11. Створення перешкод для людей і тварин.</p> <p>12. Збільшення інтенсивності руху транспорту в результаті виконання будівельних робіт.</p> <p>13. Хімічне забруднення середовища, викликане утворенням відходів і випадковими або аварійними розливами нафти.</p> <p>14. Небезпека, викликана витоком газу з трубопроводу або розриву труб.</p> <p>15. Встановлення систем сигналізації, що сповіщають населення про аварії.</p>	<p>7. Вибір траси і облаштування смуги відчуження з таким розрахунком, щоб це не стало на заваді використанню сільськогосподарських угідь і не завдало шкоди використанню земельних ділянок в інших цілях.</p> <p>8. Прокладка траси трубопроводу осторонь від основних маршрутів пересування людей і диких тварин.</p> <p>9. Прокладка трубопроводу на високих опорах або естакадах чи заглиблення його в ґрунт.</p> <p>10. Поетапне проведення робіт з метою регулювання інтенсивності використання транспортних засобів.</p> <p>11. Складання планів заходів щодо запобігання розливів нафти і утворення відходів, а також з очищення територій: – використання методів локалізації нафтового розливу; – очищення та рекультивация постраждалих територій.</p> <p>12. Чітке позначення місцезнаходження підземних газопроводів в районах з високою щільністю населення та інтенсивним рухом транспорту: – розробка планів екстреної евакуації людей при аварійних ситуаціях. – моніторинг з метою виявлення витоків.</p>
Не прямий екологічний збиток	
<p>1. Стимульована (вторинна) забудова територій, розташованих поблизу району виконання будівельних робіт.</p> <p>2. Полегшення доступу в райони первозданної природи.</p>	<p>1. Складання комплексного плану розміщення споруд, що створюються в процесі стимульованої забудови.</p> <p>2. Будівництво будівель та споруд, надання фінансової допомоги існуючим об'єктам інфраструктури.</p> <p>3. Складання планів охорони і раціонального використання цих районів.</p> <p>4. Створення перешкод (наприклад, влаштування огорожі та парканів).</p>

**Можливі альтернативи для розгляду у проектах будівництва та експлуатації газопроводів.** За вітчизняними та міжнародними вимогами щодо проведення процедур ОВНС для кожного об'єкту проектування необхідним є генералізація комплексу альтернатив, які в загальному діють як засіб досягнення мети проекту [1, 7].

Екологічна оцінка газопроводів повинна включати в себе аналіз прийнятних альтернатив, які забезпечили б досягнення кінцевої мети проекту. Завдяки аналізу можна буде знайти рішення, більш сприятливі в економічному, соціальному та екологічному плані, ніж запропонований проект.

Ґрунтуючись на аналізі літературних джерел, а також власному досвіді пропонується у проектах, які стосуються газотранспортної системи України розглядати наступні альтернативи:

- 1) „нульовий” варіант (тобто вивчити можливості відмови від будь-яких заходів, спрямованих на забезпечення необхідної пропускної спроможності магістральних трубопроводів);
- 2) інший принциповий підхід до вирішення проблеми доставки природного газу (наприклад, танкерами або суднами для перевезення скрапленого газу);
- 3) покращення технічного стану магістральних трубопроводів;
- 4) вибір інших трас і ділянок під компресорні станції;
- 5) застосування альтернативних методів будівництва трубопроводів, що забезпечують, зокрема, скорочення витрат і підвищення експлуатаційної надійності обладнання;
- 6) внесення змін у конструкцію і використання інших матеріалів (наприклад, будівництво підземних трубопроводів замість надземних).

Питання про доцільність тієї чи іншої альтернативи необхідно розглядати з врахуванням екологічних та економічних чинників. З огляду на те, що газопроводи є лінійними спорудами, одна з найважливіших альтернатив – вибір траси. Завдяки ретельному і добре продуманому вибору траси, можна попередити або зменшити багато видів екологічного збитку, викликаного будівництвом і експлуатацією магістральних газопроводів.

**Комплексні природоохоронні заходи.** Вимоги щодо екологічного моніторингу повинні залежати від типу ресурсів навколишнього середовища, порушеннях у процесі будівництва та експлуатації газопроводів та ступенів завданої цим ресурсам шкоди. Екологічний моніторинг будівельних робіт може забезпечити використання найбільш раціональних методів і виконання всіх спеціальних вимог, які дозволять попередити або зменшити екологічний збиток, а при виявленні шкоди – негайно вжити заходів щодо його ліквідації. Необхідно також здійснювати моніторинг на складах матеріалів, ділянках для ремонту обладнання, в селищах будівельників. Методи моніторингу можуть бути різними – від зовнішнього огляду пристроїв і споруд, призначених для зменшення екологічного збитку (наприклад, пісковловлювачів і відстійників) до більш дорогої перевірки якості води при прокладанні трубопроводу через водні об'єкти або поблизу них. Якщо в процесі будівництва трубопроводу виникає вірогідність забруднення води, скаламученої токсичними речовинами, може знадобитися виконання великої програми біологічного та хімічного моніторингу.

**Висновки.** Екологічний моніторинг повинен проводитися до початку робіт з прокладання трубопроводу, в процесі цих робіт і протягом певного часу після їх закінчення. Мета цієї програми моніторингу буде залежати від ступеня і тривалості повторного забруднення водного об'єкту токсичними речовинами. Моніторинг експлуатаційних параметрів газопроводів необхідний для того, щоб можна було забезпечити безперебійну роботу обладнання або виявити несправності, які призводять до витоку газу або розриву труб.

Одним з видів екологічного менеджменту є географічна інформаційна система визначення сучасної екологічної ситуації в межах магістральних газопроводів та визначення ареалів забруднення і загазованості витоками з трубопроводів на математичних моделях, а також прогнозування екологічного ризику при аварії на ділянці магістрального газопроводу.

1. Оцінка регіональних еколого-ресурсних та еколого-техногенних загроз національній безпеці України / Є. О. Яковлев, Ю. М. Скалецький, С. П. Іванюта, Л. М. Якушенко. – 2-е вид. доп. – К.: НІСД, 2011. – 32 с.
2. Кесельман Г. С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Г. С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
3. Магистральные трубопроводы. Строительные нормы и правила: СНиП 2.05.06-85\*. – [Действителен с 1996-11-10]. – М.: ВНИИСТ Миннефтегазстроя, 1997. – 46 с.
4. Сучасні технології спорудження нафтогазопроводів / М. В. Панчук, Л. С. Шлапак, І. М. Сем'яник, [та ін.] // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ – 2009. – №3 (32) – С. 66–71.
5. Крижанівський Є. І. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання: [наук.-техн. посіб. у 3-х т.] / Є. І. Крижанівський, Г. М. Никифорчин; під заг. ред. В. В. Панасюка. – Івано-Франківськ – Львів: вид-во Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 2012. – Т. 3: Деградація трубопроводів та її запобігання. – 2012. – 433 с.
6. Бородавкін П. П. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов / П. П. Бородавкін, Б. И. Ким – М.: Недра. 1981. – 170 с.
7. Основні принципи організації системи екологічного моніторингу довкілля у межах територій нафтогазових промислів Богородчанського району / Я. О. Адаменко, О. М. Мандрик, М. В. Знак [та ін.] // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2010. – №1. – С. 5-11.

Стаття надійшла до редакції 30.01.2014.