

*К. О. Радловська, Ю. О. Супруненко  
Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти й газу*

## **МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЙМОВІРНИХ ЗМІН МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ В МЕЖАХ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ НА ТЕРИТОРІЯХ НАФТОПРОМИСЛІВ**

Проведено аналіз попередніх досліджень локального характеру в межах впливу об'єктів на територіях нафтопромислів Західного регіону України. Проаналізовані: методики попередніх досліджень з оцінювання мікрокліматичних параметрів. Встановлено, що автоматизацію контролю за змінами мікрокліматичних параметрів можна здійснювати шляхом проведення моніторингу та прогнозування стану параметрів мікроклімату на етапі виконання робіт в межах нафтопромислових об'єктів.

**Ключові слова:** нафтове забруднення, нафтопромисли, мікроклімат, мікрокліматичний профіль, вологість ґрунту, вологість повітря

Проведен анализ предыдущих исследований локального характера в пределах влияния объектов на территориях нефтепромыслов Западного региона Украины. Проанализированы: методики предыдущих исследований по оценке микроклиматических параметров. Установлено, что автоматизацию контроля за изменениями микроклиматических параметров можно осуществлять путем проведения мониторинга и прогнозирования состояния параметров микроклимата на этапе выполнения работ в пределах нефтепромысловых объектов.

**Ключевые слова:** нефтяное загрязнение, нефтепромыслы, микроклимат, микроклиматический профиль, влажность почвы, влажность воздуха

An analysis of previous studies localized within the influence of objects in the oil fields of Western Ukraine. Analyzed, techniques of previous research evaluation microclimatic parameters. Found that automate change control microclimatic parameters can be done by monitoring and forecasting of microclimate parameters during execution of works within the oil industry facilities.

**Keywords:** oil pollution, oil fields, microclimate, microclimate profile, soil moisture, humidity

**Постановка проблеми.** Видобуток і транспортування нафти чинять негативний вплив на навколишнє середовище, що відбивається на деградації ґрунтів і ландшафтів, забрудненні атмосферного повітря, поверхневих і глибинних вод.

Найбільшу небезпеку для об'єктів природного середовища становлять відходи буріння, які накопичуються та зберігаються безпосередньо на території бурової. Серед відходів буріння

найбільший об'єм мають бурові стічні води. Добове споживання води залежно від умов буріння та організації водопостачання сягає від 25-30 м<sup>3</sup> до 100-120 м<sup>3</sup>. Під час буріння свердловин у переважній більшості використовується прямоточна система постачання води з озер та річок.

Особливу небезпеку для водних об'єктів становлять випадки відмов нафтових колекторів та вихідних ліній у від'ємних формах рельєфу, в межах яких нафта та нафтопродукти безпосередньо можуть надійти у поверхневі та підземні води.

Підприємства нафтопереробної промисловості мають помітний негативний вплив на стан навколишнього середовища і, перш за все, на атмосферне повітря, що обумовлено їх діяльністю і спалюванням продуктів переробки нафти (моторних, котельних палив і ін. продукції).

За забрудненням повітряного басейну нафтопереробка і нафтохімія займають четверте місце серед інших галузей промисловості. До складу продуктів згоряння палива входять такі забруднюючі речовини, як оксиди азоту, сірки і вуглецю, технічний вуглець, вуглеводні, сірководень.

У процесах переробки вуглеводневих систем в атмосферу викидається понад 1500 тис. т/рік шкідливих речовин. З них (%): вуглеводнів – 78,8; оксидів сірки – 15,5; оксидів азоту – 1,8; оксидів вуглецю – 17,46; твердих речовин – 9,3. Викиди твердих речовин, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, оксидів азоту становлять до 98% сумарних викидів від промислових підприємств. Як показує аналіз стану атмосфери, саме викиди цих речовин в більшості промислових міст створюють підвищений фон забруднення.

Обсяги скидання на факел на підприємствах становить у середньому до 1% від нафти, що переробляється. При цьому 90% мас. сумарних скидів на факел складають вуглеводні; 1,6% мас. – водень; 2,6% мас. – сірководень; інше – водяна пара і азот. Переважна частина сірководню надходить з вуглеводневими потоками.

Як відомо, нафта це складна суміш вуглеводнів та їх виробничих похідних; кожна з цих сполук може розглядатися як самостійний токсикант. В її складі є понад 1000 індивідуальних органічних речовин, що містять 83-87% вуглецю, 12-14% водню, 0,5-6,0% сірки, 0,02-1,7% азоту і 0,005-3,6% кисню і незначні домішки мінеральних сполук; зольність нафти не перевищує 0,1%. Поповнення нафтових вуглеводнів в ґрунті викликає ряд негативних наслідків.

Нафта і нафтопродукти це складні багатокомпонентні системи, що складаються з вуглеводнів і їх похідних, які мають різну здатність до окислення, розкладання і порізноmu впливають на ґрунт.

Тривалий період перебування в ґрунті зв'язаних залишків нафти і нафтопродуктів призводить до інтенсивної трансформації ґрунтово-геохімічних процесів, відбувається засолення, цементация і т.д. Процеси геохімічного перетворення ґрунтів супроводжують фізичні проблеми ґрунтового покриву, що призводить до часткового або повного порушення їх аерації і розвитку анаеробних процесів. Результатом змін, є те, що при нафтовому забрудненні ґрунтів відбувається зниження і повна втрата ґрунтової родючості.

Нафтовими вуглеводнями значно пригнічується життєдіяльність біоти, порушується взаємопов'язана динаміка зростання мікроорганізмів, рослин і тварин, змінюється спрямованість і інтенсивність біохімічних реакцій. Токсичність ґрунтів, забруднених нафтою, визначається їх структурним і гранулометричним складом, а також вмістом органічних речовин.

Нафтове забруднення, як правило, призводить до зміни мікробіологічної активності ґрунтової системи. Тривала дія нафти на ґрунт викликає збільшення чисельності мікроорганізмів, порушення структури мікробних компонентів, яке проявляється в збідненості видової різноманітності і розвитку спеціалізованих еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що беруть участь на різних етапах розкладання нафти, гальмують інтенсивність протікання біологічних і біохімічних процесів.

Незважаючи на небезпечні наслідки від забруднення, при низьких концентраціях, нафта і деякі її компоненти мають стимулюючу дію на ґрунтову біоту: вона є енергетичним субстратом для мікроорганізмів, стимулює ріст деяких ґрунтових грибів.

Для нафтопромислових підприємств характерне складне виробниче середовище, що впливає на машини і персонал. Вплив вібрації виробничого середовища від машин безсумнівно призводить до руйнування вузлів і деталей машин, а підвищена вологість, перепади температури, наявність в повітрі різних домішок зменшують їх довговічність і т.д. Виробниче середовище може і побічно, через людину, впливати на машини. Недостатня освітленість, підвищений рівень звуку і інші чинники можуть призвести до аварій, або дій людини через її фізичну або психічну втому. Машини, в свою чергу, можуть впливати на стан виробничого середовища, насичуючи її шумом, вібрацією, токсичними викидами, виділенням тепла, вологи, електрики і т.д.

Більшість виробничих процесів в нафтовій промисловості йдуть на відкритому повітрі, часто при несприятливих метеорологічних умовах. Нафтопромислове експлуатаційне обладнання піддається до зовнішніх впливів, корозії, низьких температур і т.д., що призводить до порушення міцності і передчасного руйнування.

Виробничий мікроклімат характеризується температурою повітря і його відносною вологістю. Серед найбільш ефективних заходів у боротьбі з холодом і надлишковим теплом для підприємств буріння можна рекомендувати наступне – створення штучного мікроклімату і використання індивідуальних засобів захисту.

У нафтовій промисловості застосовують речовини, які при впливі на працюючих можуть викликати короточасне або тривале порушення функцій організму, послабити захисні сили організму.

Виділяють технологічні, технічні та об'ємно-планувальні засоби нормалізації повітря робочої зони та індивідуальні засоби захисту від шкідливих домішок. Технологічні методи нормалізації повітря робочої зони повинні виключати або різко обмежувати процеси і операції, що супроводжуються викидом в робочу зону шкідливих газів, парів, аерозолів.

Серед основних проблем, що стосуються екологічного оцінювання стану навколишнього середовища в межах нафтопромислових об'єктів виділяється брак методик та методологій оцінювання ймовірних змін мікрокліматичних параметрів. Одним з методів визначення таких змін, є метод оцінки за фоновими та нормативними показниками. При проведенні досліджень розглянули наступні методи та методики: порівняльний аналіз методів та засобів вимірювання параметрів мікроклімату; методи формалізації, моделювання, оцінки і прогнозування; метод аналізу ризиків та критичних контрольних точок; методи визначення розмірів і концентрації аерозольних часток, температури та вологості повітряного середовища; методи математичного та фізичного моделювання, зокрема метод експертних оцінок.

**Аналіз останніх досліджень.** Сучасний розвиток нафтопромислових об'єктів та

впровадження в промисловість нових технологій та установок потребує високої надійності, швидкодії та точності функціонування систем контролю стану технологічного середовища, а саме – мікроклімату.

В зв'язку з цим дослідження та створення надійних і ефективних систем контролю параметрів мікроклімату має велике значення для нафтогазової галузі.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Аналіз науково-технічної літератури визначив ряд невирішених питань, пов'язаних з загальною метою забезпечення високих і стабільних показників експлуатаційних характеристик нафтопромислових об'єктів шляхом контролю параметрів мікроклімату. Якість технологічного середовища зокрема забезпечується чітким дотриманням параметрів мікроклімату. З цією метою проведено аналіз літературних джерел щодо впливу мікроклімату на експлуатаційні характеристики нафтопромислових об'єктів.

**Формулювання цілей дослідження.** Для досягнення поставленої мети необхідно досягти наступних цілей:

- розглянути наукові підходи вирішення задачі підвищення якості процесу контролю і прогнозування параметрів мікроклімату для забезпечення експлуатаційних характеристик нафтопромислових об'єктів;
- проаналізувати та порівняти методи та методики дослідження параметрів мікроклімату, закономірностей їх формування та оцінки впливу мікроклімату на експлуатаційні характеристики досліджуваних об'єктів;
- створити методи аналізу і прогнозування параметрів мікроклімату на основі фізичних і математичних залежностей, алгоритмів, та методів досліджень;
- розробити автоматизовану систему контролю параметрів мікроклімату в межах функціонування нафтопромислових об'єктів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Кліматичні умови Західного регіону України визначаються у першу чергу її географічним розташуванням. Вони також формуються внаслідок взаємодії таких факторів, як сонячна радіація, циркуляційні процеси в атмосфері, підстилаючою земною поверхнею. Завдяки взаємодії всіх цих факторів, формуються загальні риси клімату досліджуваного регіону.

Аналіз науково-технічної літератури визначив ряд невирішених питань, пов'язаних з загальною метою забезпечення високих і стабільних показників експлуатаційних характеристик нафтопромислових об'єктів шляхом контролю параметрів мікроклімату. Якість технологічного середовища зокрема забезпечується чітким дотриманням параметрів мікроклімату в межах визначеного класу. З цією метою проведено аналіз літератури щодо впливу мікроклімату на експлуатаційні характеристики досліджуваних об'єктів, виконано оцінку методів і засобів контролю та формування параметрів мікроклімату.

Вимірювання параметрів мікроклімату та аналіз отриманих результатів проводиться згідно міжнародного стандарту ISO 14644.

Розміри аерозольних часток і їх концентрацію в повітрі приміщень нафтопромислових об'єктів (на прикладі Богородчанського району) вимірюють лише для тих розмірів частинок, що задані технічними вимогами процесу складання. Вимірювання можна здійснювати шляхом запропонованого методу автоматизованого неперервного відбору проб повітря. Для обробки результатів вимірювання пропонується використовувати графічний метод послідовного відбору проб.

Для прогнозування стану параметрів мікроклімату запропоновано використовувати методи інтерполяції та екстраполяції функції за допомогою кубічних сплайнів.

Розрахунок параметричної надійності системи виконується на основі методик визначення показників параметричної надійності схем системи контролю.

Для оцінки впливу мікроклімату пропонується використовувати метод експертних оцінок. Для одержання групової оцінки об'єктів використовується середнє значення оцінки для кожного об'єкта:

$$x_i = \sum_{h=1}^l \sum_{j=1}^m q_h x_{ij}^h k_j \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

де  $m$  – це кількість експертів, що виконують оцінку  $n$  об'єктів по  $l$  показникам; результати оцінки представлені у вигляді рангу  $x_{ij}^h$ ;  $j$  – номер експерта;  $i$  – номер об'єкта;  $h$  – номер показника (ознаки) порівняння;  $q_h$  – коефіцієнт ваги показників порівняння об'єктів;  $k_j$  – коефіцієнт компетентності експерту.

Коефіцієнти компетентності експертів оцінюються за ступенем погодженості з груповою оцінкою об'єктів:

$$k_j^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^t; \quad \sum_{j=1}^m k_j^t = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (2)$$

Метод експертних оцінок дає можливість оцінити, які експлуатаційні характеристики в процесі його складання, залежать від мікроклімату досліджуваної території, а також оцінити ступінь цієї залежності.

Використання методу аналізу ризиків і критичних контрольних точок НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) дозволяє виконувати комплексну оцінку технологічного процесу з метою виявлення факторів, що є найбільш небезпечними для експлуатаційних характеристик об'єктів, та технологічних операцій. При цьому проводиться аналіз небезпечних факторів й відбираються ті з них, усунення або зниження негативної дії яких істотно впливає на функціонування об'єктів дослідження [1-4].

Визначення змін мікрокліматичних параметрів в межах нафтопромислових об'єктів проводились також шляхом апробації, а саме через виявлення забруднених ділянок та визначення затрат на їх відновлення.

Мікрокліматичні варіації на території дослідження стають дедалі більш контрастними. Це явище, що імовірно пов'язане з глобальним потеплінням клімату, може мати несподівані наслідки: по-перше, перерозподіляються витрати на меліоративні заходи, а, по-друге, наявним є виникнення екологічних проблем, що тісно пов'язані з мікрокліматичними варіаціями, наприклад, з так званим, «потенційним забрудненням» навколишнього середовища [2].

З метою виявлення основних факторів, що спричинили такі негативні наслідки на близько розташованих ділянках були проведені профільні мікрокліматичні дослідження (рис. 1), упродовж яких вимірювались температура і вологість повітря на висоті 1,5 м над шаром витіснення (2/3 висоти ділянки) та напрямок вітру на висоті 3 м над підстилаючою поверхнею на точці №3 (опорна

точка профілю). Спостереження проводились серіями з 10 замірів по 1–3 серії на окремих точках (серії а, б, в). Кількість серій залежала від ступеня нестійкості швидкості вітру. Профіль складався з шести основних точок, на яких вимірювались показники мікроклімату, а також визначалась вологість ґрунту візуальним методом, рекомендованим міжнародним стандартом ISO 14644 [4]. Крім основних точок, були ще дві додаткові точки (2.2 та 5.2) на незрошуваних ділянках (2.1 та 5.1). Тут визначалася лише вологість ґрунту.

Таким чином, можна простежити розподіл вологості ґрунту вздовж профілю, що складався з ділянок, не змінених зрошенням – максимальна величина вологості ґрунту на точках профілю під час проведення спостережень була на останній точці профілю (рис. 2).

Значна сухість ґрунту на першій точці профілю, що розташована на відкритій місцевості, пояснюється тим, що це – найбільш незахищена від суховіїв ділянка. Деякі коливання вологості ґрунту на глибині 20 см можна віднести на рахунок статистичних коливань та неточності замірів. Температура повітря вздовж всього профілю вища 30°C, а мінімальна відносна вологість падає до 30% на двох точках (№ 1 та № 5) і становить 15,7 та 15,5 мбар відповідно. Запропонована методика дозволяє виявити проблемні ділянки, у межах яких порушення мікрокліматичних параметрів важко пояснити загальноприйнятими підходами, наприклад, на незрошуваній точці № 5.2 ґрунт виявився найбільш сухим і тут найменша, у межах профілю, пружність водяної пари.

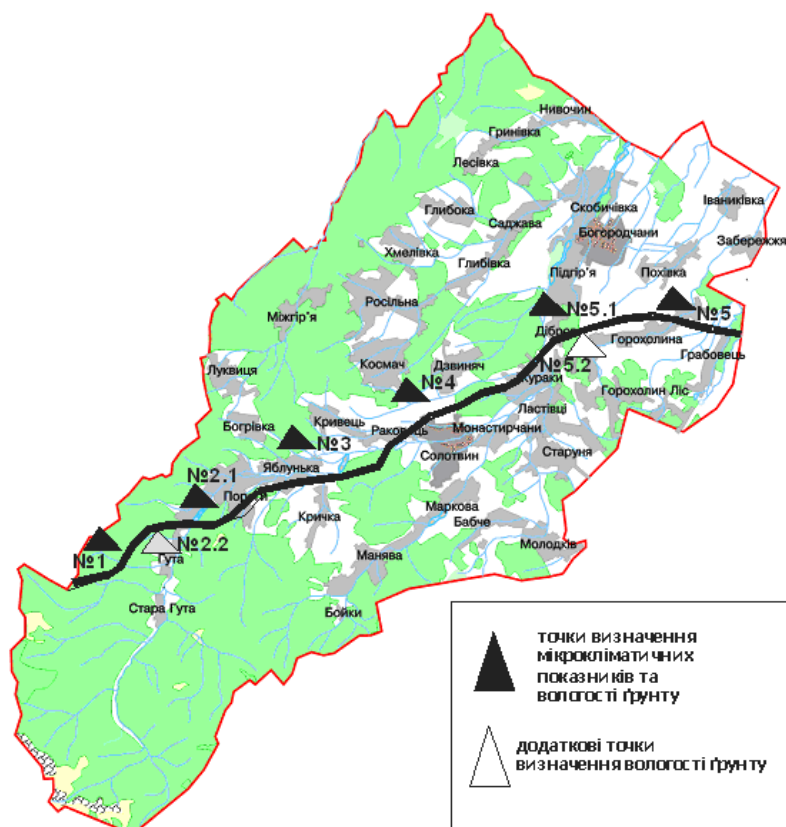
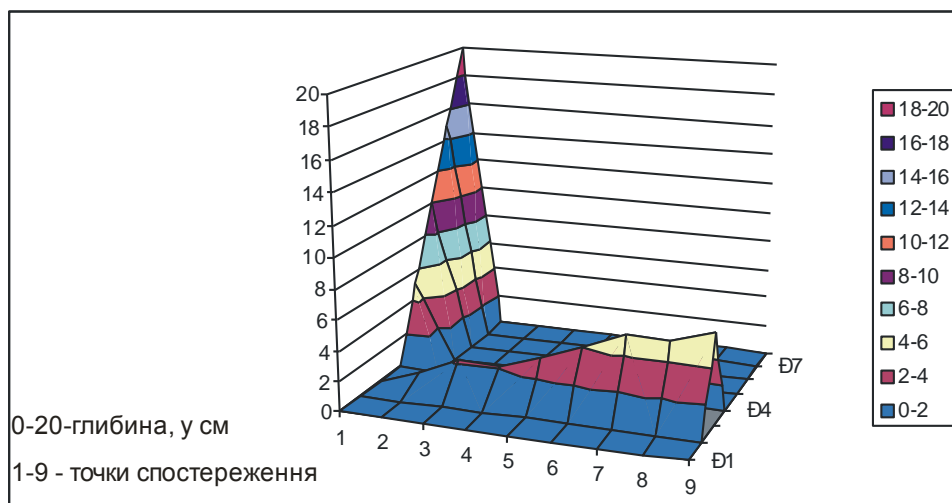


Рис. 1. Схема мікрокліматичного профілю



**Рис. 2. Вологість ґрунту на точках мікрокліматичного профілю**

Можливе пояснення цього явища можна знайти, аналізуючи екстремальні умови погоди, що характеризуються критичними показниками температури та вологості повітря (температура вище 30°C, відносна вологість нижче 30%).

Розроблена модель зміни комплексу мікрокліматичних характеристик залежно від добового ходу температури (табл. 1), для чого відповідно до максимальної добової температури на точці №3 – 31,2°C, температура на інших точках профілю проєкстрапольована і за допомогою психрометричної таблиці внесено поправки у дані відносної вологості повітря.

Це дозволяє стверджувати, що з підвищенням загального фону температури збільшується кількість випадків переходу мікрокліматичних показників через критичні, шкідливі для рослин значення. Так, згідно з моделлю (табл. 2), критичних значень відносної вологості повітря найбільше на точці №1 (близько 60%), на точках №5 та №4 менше (30-40%), а на точці №6 маємо значні коливання від 0 до 40% в залежності від вітру. Таким чином, на даній місцевості провідним фактором формування мікроклімату є вітер, а на точках профілю «західних» ділянок, які хоча і знаходились на «сприятливій» стороні, але все ж значно піддавалися впливу суховію, бо виявились не досить захищеними від вітру.

*Таблиця 1*

**Середні величини метеорологічних показників на точках профілю**

Точки, серії спостережень	Пружність водяної	Температура повітря, °C	Відносна вологість	Мінімальна відносна вологість повітря, % min.
№ 1	15,5	31,3	34	30
№ 2	17,7	31,8	38	34
№ 3 а)	17,5	32,2	37	34
№ 3 б)	17,3	32,6	35	34
№ 3 в)	17,7	32,6	36	35
№ 4 а)	17,3	32,9	34	33
№ 4 б)	16,9	32,1	34	31
№ 5 а)	15,7	31,5	34	30
№ 5 б)	15,9	31,2	35	31
№ 6 а)	15,8	31,6	34	31
№ 6 б)	16,9	31,9	36	33

№ 6 в)	17,5	32,1	37	34
--------	------	------	----	----

Таблиця 2

**Відносна вологість повітря при максимальній добовій температурі**

№ спостережень	t max повітря											
	32,5	33,0	33,4	33,8	33,8	34,1	33,3	32,7	32,4	32,8	33,1	33,3
	точки, серії											
	№1	№2	№3 а)	№3 б)	№3 в)	№4 а)	№4 б)	№5 а)	№5 б)	№6 а)	№6 б)	№6 в)
	Відносна вологість повітря, %											
1	31	35	34	33	32	33	32	33	31	31	32	36
2	30	34	35	33	32	33	31	34	31	31	32	36
3	30	34	35	34	33	32	31	32	31	31	32	35
4	31	34	34	33	33	33	32	32	32	31	31	34
5	31	35	34	33	34	33	32	32	31	32	32	33
6	33	36	33	33	35	31	33	32	32	32	33	33
7	32	36	33	33	35	32	33	32	33	32	34	34
8	31	37	33	33	35	31	32	31	33	32	35	34
9	33	36	34	33	34	32	31	31	34	33	35	34
10	32	36	34	33	34	31	31	30	35	33	35	34

**Висновки за результатами дослідження.** Отже, зважаючи на світовий досвід та аналіз попередніх досліджень, обґрунтовано алгоритм проведення екологічних досліджень, шляхом контролю і прогнозування стану параметрів мікроклімату, а саме: проаналізовані та запропоновані порівняльні методи та методики (метод експертних оцінок) дослідження параметрів мікроклімату, закономірностей їх формування та оцінки впливу мікроклімату на експлуатаційні характеристики досліджуваних об'єктів; створені методи аналізу і прогнозування параметрів мікроклімату на основі фізичних і математичних залежностей, алгоритмів, та методів досліджень.

Впроваджена запропонована автоматизована система контролю параметрів мікроклімату в межах функціонування нафтопромислових об'єктів на етапі виконання технологічних операцій, з метою підвищення рівня екологічної безпеки навколишнього середовища в межах впливу об'єктів нафтопромислів.

**Література**

1 Жидецький В.Ц. Основи охорони праці/В.Ц. Жидецький – Л. : Афіша, 2005. – 349 с.

2 Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528.



3 ISO 7243 "Високотемпературные условия – оценка тепловой нагрузки по индексу WBGT (температура влажного и шарового термометра)".

4 Міжнародний стандарт ISO 14644 «Класифікація чистоти повітря».

© К. О. Радловська,

*Надійшла до редакції 15 травня 2017 р.*

Ю. О. Супруненко

*Рекомендував до друку*

*докт. тех. наук Я. М. Семчук*