

ЮУрГУ. Серия “Вычислительная математика и информатика”. Vol.4. №1. 2015.86-98 с

Tanana V. P., Belkov S. I. *Konechnoraznostnaya approksimaciya ametoda regulyazicii A. N. Tihonova n-ogo poriyadka*. [Finite difference approximation of the regularization methods of Tikhonov n-th order] / Vestniko fSUSU. Series of “Computational Mathematics and Computer Science”. Vol.4. №1. 2015 86-98 p

7. Тихонов, А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин // Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1979. 30 с  
Tikhonov A. N., Arsenin V. Ya. *Metodi resheniya nekkorektnih zadach* [Methods of solving incorrect problems] / Science. Home edition of Physical and Mathematical literature. 1979. 30 p

8. Тихонов, А. Н. О задачах с приближеннозаданной информацией. / А. Н. Тихонов // Некорректные задачи естествознания. Издательство Московского Университета. 1987. 8-14с

Tikhonov A. N. *O zadachah s priblizhennozadanoj informaciei* [Problems with approximately specified information] / Ill-posed problems of nature science. Publishing house of the Moscow University. 1987. 8-14 p

9. Dianne, P. O’Leary. Near-optimal parameters for Tikhonov and other regularization methods / Dianne P. O’Leary // SIAM J. Sci. Comput. Vol.23. № 4. P.1161-1171. Zurich. Switzerland. November 7. 2001

Dianne P. O’Leary. Near-optimal parameters for Tikhonov and other regularization methods / SIAM J. Sci. Comput. Vol.23. № 4. P.1161-1171. Zurich. Switzerland. November 7. 2001

10. Irodov, V. F. Self-organization methods for analysis of nonlinear systems with binary choice relations / V. F. Irodov // System Analysis Modeling Simulation. 1995. V. 18-19. 203-206 p

Irodov V. F. Self-organization methods for analysis of nonlinear systems with binary choice relations / System Analysis Modeling Simulation. 1995. V. 18-19. 203-206 p

*Статья рекомендована к публикации в д-ром.техн.наук, проф. Красовський В. Л. (Україна)*

и д.т.н., проф. Щербак С. А. (Україна)

Статья поступила в редколлегию 18.09.2015

11. Garda, B. Tikhonov regularization and constrained quadratic programming for magnetic coil design problems / B. Garda, Z. Galias // Int. J. Appl. Math. Comput. Sci. Vol. 24. Cracow. Poland. 2014. 249-257 p

Garda B. Galias Z. Tikhonov regularization and constrained quadratic programming for magnetic coil design problems / Int. J. Appl. Math. Comput. Sci. Vol. 24. Cracow. Poland. 2014. 249-257 p

12. Jun, He. A theoretical assessment of solution quality in evolutionary algorithms for the knapsack problem / Jun He, Boris Mitavskiy, Yuren Zhou // Abeystwyth, U. K. Guangzhou, China. 14 apr. 2014. 15 p

Jun He., Mitavskiy Boris, Zhou Yuren. A theoretical assessment of solution quality in evolutionary algorithms for the knapsack problem / Abeystwyth, U. K. Guangzhou, China. 14 Apr. 2014. 15 p

13. Lemke, Frank. Self-organization modeling for decision support / Lemke Frank // Knowledge Miner Software. Berlin. Germany. ICIM 2013. 172-178 p

Lemke Frank. Self-organization modeling for decision support / Knowledge Miner Software. Berlin. Germany. ICIM 2013. 172-178 p

14. Rajkumari, Bidyalakshmi Devi. Survey on evolutionary computation tech techniques and its application in different fields / Rajkumari Bidyalakshmi Devi, Esha Barlaskar, Oinam Binarani Diva, Smriti Priya Medhi, Reingayung Ronra Shimray // Don Bosco College of Engineering and Technology, Assam Don Bosco University, Guwahati, Assam, India. International Journal on Information Theory. Vol. 3. July 2014. 73-82 p

Rajkumari Bidyalakshmi Devi, Barlaskar Esha, Oinam Binarani Diva, Smriti Priya Medhi, Reingayung Ronra Shimray. Survey on evolutionary computation tech techniques and its application in different fields / Don Bosco College of Engineering and Technology, Assam Don Bosco University, Guwahati, Assam, India. International Journal on Information Theory. Vol. 3. July 2014. 73-82 p

УДК 005.334:614.8

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ НЕБЕЗПЕК І ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ

КАСЬЯНОВ М. А.<sup>1\*</sup>, д.т.н., проф.,

МЕДЯНИК В. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доц.,

ГУНЧЕНКО О. М.<sup>3</sup>, к.т.н., доц.,

ПРОНІНА Ю. Г.<sup>2</sup>, асистент.

<sup>1\*</sup> Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський Національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38(044)2449614, e-mail: kasyanov\_n\_a@ukr.net

<sup>2</sup> Кафедра охорони праці та БЖД, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Радянський проспект, 59 а, 93406, Северодонецьк, Україна

<sup>3</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності та охорони праці, Державний університет телекомунікацій, вул. Солом’янська, 7, 03680, Київ, Україна

Анотація. *Мета.* Аналіз зазначених і інших даних показує, що головну небезпеку у наш час несуть усі види енергії техногенного походження. Тому на передній план виходить необхідність у розробці методичних рекомендацій по дослідженню і вдосконаленню безпеки за допомогою встановлення і вивчення причинно-наслідкових зв’язків та функціональних властивостей

у системі «людина-машина-середовище», що і є основною метою даної статті. *Методика.* При аналізі ризику використовуються якісні і кількісні методи, які застосовуються у залежності від життєвого циклу об'єкта, цілей і задач виробництва. Але, перевага віддається кількісним методам з-за наочності результатів і можливості порівняння різних варіантів і об'єктів за однаковими показниками ризику. Однак таким методам притаманними є складність моделей, які використовуються, різноманітність допущень, які приймаються, і невизначеність початкової інформації, що інколи визиває сумнів в отриманих результатах. А якісні методи аналізу небезпек здатні суттєво збільшити його достовірність, оскільки базуються на детальному розгляді можливих відхилень і відмов технічної системи або у здійсненні технологічного процесу. З цією метою використовуються стандарти по методам HAZID (ідентифікація небезпек) і HAZOP (аналіз небезпек і працездатності), для впровадження яких в умовах України виникає необхідність у розробці Держстандарту, який був би модифікованим по відношенню до них і, зокрема, до міжнародного стандарту МЕК 61882:2001 «Дослідження небезпек і працездатності (HAZOP). Керівництво до застосування» шляхом внесення до нього деяких технічних відхилень або коректив для адаптації з діючими нормативними документами. *Результати.* У статті обґрунтована необхідність розробки Держстандарту або методичних рекомендацій по дослідженню і вдосконаленню безпеки за допомогою встановлення і вивчення причинно-наслідкових зв'язків та функціональних властивостей у системі «людина-машина-середовище», використання яких у даний час дає можливість отримувати коректні кількісні величини показників ризику. *Наукова новизна і практична значимість.* Обґрунтовано необхідність внесення у схему взаємозв'язків областей використання методів аналізу небезпек і виробничого ризику у якості етапів життєвого циклу об'єкта (технічної системи) таких, як «випробування», «зберігання», «введення в експлуатацію» і «ремонт», що поряд з тими, що використовуються, більш досконало на вибраному об'єкті дослідження (виробнича дільниця, цех, будівельний майданчик і т. ін.) встановлювати пріоритети можливих небезпек, інтегральні зони травмування працівників, та порівнювати ефективність заходів безпеки.

*Ключові слова:* безпека, травматизм, методи аналізу небезпек, виробничий ризик, дослідження.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ОПАСНОСТЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА

КАСЬЯНОВ Н. А.<sup>1\*</sup>, *д.т.н., проф.*,  
МЕДЯНИК В. А.<sup>2</sup>, *к.т.н., доц.*,  
ГУНЧЕНКО О. Н.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*,  
ПРОНИНА Ю. Г.<sup>2</sup>, *ассистент.*

<sup>1\*</sup> Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский Национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38(044)2449614, e-mail: kasyanov\_n\_a@ukr.net

<sup>2</sup> Кафедра промышленного транспорта, Восточнoукраинский национальный университет им. В. Даля, Советский проспект, 59 а, 93406, Северодонецк, Украина

<sup>3</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности и охраны труда, Государственный университет телекоммуникаций, ул. Соломенная, 7, 93680, Киев, Украина

**Аннотация. Цель.** Анализ указанных и других данных показывает, что главную опасность в наше время несут все виды энергии техногенного происхождения. Поэтому на передний план выходит необходимость в разработке методических рекомендаций по исследованию и совершенствованию безопасности посредством установления и изучения причинно-следственных связей и функциональных свойств в системе «человек-машина-среда», что и является основной целью данной статьи. *Методика.* При анализе риска используются качественные и количественные методы, которые применяются в зависимости от жизненного цикла объекта, целей и задач производства. Но, предпочтение отдается количественным методам из-за наглядности результатов и возможности сравнения различных вариантов и объектов по одинаковым показателям риска. Однако таким методам присущим является сложность используемых моделей, разнообразие допущений, которые принимаются, и неопределенность исходной информации, что иногда вызывает сомнения в полученных результатах. А качественные методы анализа опасностей способны существенно увеличить его достоверность, поскольку базируются на детальном рассмотрении возможных отклонений и отказов технической системы или в осуществлении технологического процесса. С этой целью используются стандарты по методам HAZID (идентификация опасностей) и HAZOP (анализ опасностей и работоспособности), для внедрения которых в условиях Украины возникает необходимость в разработке ГОСТа, который был бы модифицированным по отношению к ним и, в частности, с международным стандартом МЕК 61 882 2001 «Исследование опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство к применению» путем внесения в него некоторых технических отклонений или корректив для адаптации с действующими нормативными документами. *Результаты.* В статье обоснована необходимость разработки нормативно-правового акта или методических рекомендаций по исследованию и совершенствованию безопасности с помощью установления и изучения причинно-следственных связей и функциональных свойств в системе «человек-машина-среда», использование которых в данное время дает возможность получать корректные количественные величины показателей риска. *Научная новизна и практическая значимость.* Обоснована необходимость внесения в схему взаимосвязей областей использования методов анализа опасностей и производственного риска в качестве этапов жизненного цикла объекта (технической системы) таких, как «испытания», «хранение», «ввод в эксплуатацию» и «ремонт», которые наряду с используемыми, точнее на выбранном объекте исследования (производственный участок, цех, строительная площадка и т. д.) устанавливать приоритеты возможных опасностей, интегральные зоны травмирования работников, и сравнивать эффективность мер безопасности.

*Ключевые слова:* безопасность, травматизм, методы анализа опасностей, производственный риск, исследования.

## IMPROVEMENT OF METHODS FOR RISK ANALYSIS AND PRODUCTION RISK

KASYANOV N. A.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
MEDYANIK V. A.<sup>2</sup>, *Cand. Sc.*,  
GUNCHENKO O. N.<sup>2</sup>, *Cand. Sc.*,  
PRONINA U. G.<sup>2</sup>, *assistant.*

**Abstract. Purpose.** At what a research estimation must be base on that, or methods and equipments that is used or it is necessary to bring in corresponding changes answer the indexes of safety. Analysis of these and other data shows that the main danger in our time have all kinds of energy anthropogenic. Therefore, in the foreground the need to develop guidelines on research and improving safety by establishing and studying causal relationships and functional properties in the «human-machine environment», which is the main purpose of this article. **Methodology.** In the analysis of risk using qualitative and quantitative methods are used depending on the life cycle of the object, goals and objectives of production. However, preference is given to quantitative methods because of the clarity of the results, and the ability to compare the various options and facilities at the same risk indicators. However, such methods is the inherent complexity of the models, a variety of assumptions which are accepted, and the uncertainty of the initial information that sometimes cast doubt on the findings. A qualitative methods of hazard analysis can significantly increase its credibility, because they are based on a thorough consideration of possible deviations and failures of the technical system or in the implementation process. To this end, standards are used by methods HAZID (hazard identification) and HAZOP (hazard analysis and performance) for the implementation of which in the conditions of Ukraine there is a need for guests who would be modified in relation to them, and, in particular, with the international standard MEK 61 882 2001 «Study of hazard and operability (HAZOP). Guide to the application «by making him some technical deviations or adjustments to adapt to the existing norms. **Findings.** The article substantiates the need for a legal act or guidelines on research and improving safety by establishing and studying cause-effect relationships and functional properties in the «man-machine-environment», the use of which is currently enables to obtain the correct quantitative values risk indicators. **Originality and practical value.** The necessity of introducing the scheme interconnections areas using the methods of hazard analysis and operational risk as the lifecycle of the object (technical system) such as «test», «storage», «commissioning» and «repair», which, along with the used, more precise studies on the selected object (production area, workshop, construction site) to establish priorities for potential hazards, the integral area of injury to workers, and to compare the effectiveness of safety measures.

**Keywords:** safety, risk, traumatism, danger analysis methods, productive risk, research.

### Вступ

Незважаючи на те, що охорона праці, як елемент структури соціально-трудова відносин, є нерозривною із системою життєдіяльності людини, її стан у наш час в Україні залишається незадовільним і навіть погіршується на значній частині підприємств. Це підтверджується даними Держгірпромнагляду, відповідно до яких щорічно на виробництві травмуються понад 80 тис. працівників, з яких близько 2 тис. - смертельно і від 5 до 10 тис. - отримують професійні захворювання [1,2]. Причому високим є рівень травматизму не тільки у вугільній галузі, а і на підприємствах машинобудування, транспорту, будівництва, агропромислового комплексу і, як не дивно, у соціально-культурній сфері і торгівлі.

При порівнянні ризику травмування і загибелі на виробництві в Україні, у розрахунку на 100 тис. працюючих, із розвинутими країнами, наприклад, з Великобританією, він є вищим у 8,5, Японією – у 3, Німеччиною – у 2 рази, а більше 30 % працівників-чоловіків і 17 % працівників-жінок знаходяться в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам або рівню неприпустимого ризику [3,4]. Одними з головних причин, які обумовлюють такий стан безпеки і гігієни праці є [5]:

- невідповідність нормативно-правової бази у цій сфері сучасним вимогам і законодавству Європейського Союзу;

- недосконалість і недовість системи управління охороною праці (СУОП) на виробництві;

- недостатній рівень її науково-технічного забезпечення;

- невирішеність питань медичних заходів щодо охорони праці та невідповідність умов праці санітарним і гігієнічним правилам та нормам;

- незадовільний стан захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних виробничих чинників;

- низька ефективність соціально-економічних заходів у галузі охорони праці.

Відомо, що на актуальність сучасних проблем, пов'язаних з безпекою людини, впливає загострення протиріччя між її потребами і можливостями навколишнього середовища з її задоволення [6]. Основою цього є еволюційна криза суспільства, пов'язана з застарілим відношенням людей до біосфери і невідповідністю нових засобів виробництва традиційним способам їх використання. Це призвело до того, що тільки за останні 20 років минулого століття виникло 56 % від загальної кількості найбільш великих надзвичайних ситуацій у промисловості і на транспорті. А збиток від аварійності і травматизму почав досягати 5...10 % від валового національного продукту промислово розвинутих країн, причому забруднення навколишнього середовища і недосконалі методи та засоби безпеки є причинами передчасної загибелі людей.

### Мета дослідження

Аналіз зазначених і інших даних показує, що головну небезпеку у наш час несуть усі види енергії техногенного походження. Тому на передній план виходить необхідність у розробці методичних рекомендацій по дослідженню і вдосконаленню безпеки за допомогою встановлення і вивчення причинно-наслідкових зв'язків та функціональних властивостей у системі «людина-машина-середовище», що і є основною метою даної статті.

### Методика

Відомо, що для декларування промислової безпеки, підготовки планів ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС) і т. ін., при аналізі ризику використовуються якісні і кількісні методи, які застосовуються у залежності від життєвого циклу об'єкта, цілей і задач виробництва [7]. Але, перевага віддається кількісним методам з-за наочності результатів і можливості порівняння різних варіантів і об'єктів за однаковими показниками ризику. Однак таким методам притаманними є складність моделей, які використовуються, різноманітність допущень, які приймаються, і невизначеність початкової інформації [8-11], що інколи визиває сумнів в отриманих результатах. А якісні методи аналізу небезпек здатні суттєво збільшити його достовірність, оскільки базуються на детальному розгляді можливих відхилень і відмов технічної системи або у здійсненні технологічного процесу. Дослідження за такими методами базуються на «мозковому штурмі», для виконання якого залучається група багатопрофільних і висококваліфікованих спеціалістів, з обов'язковим протоколюванням результатів обговорення. З цією метою використовуються стандарти по методам HAZID (ідентифікація небезпек) [12] і HAZOP (аналіз небезпек і працездатності) [13], для впровадження яких в умовах України виникає необхідність у розробці Держстандарту, який був би модифікованим по відношенню до них і, зокрема, до міжнародного стандарту МЕК 61882:2001 «Дослідження небезпеки і працездатності (HAZOP). Керівництво до застосування» [14] шляхом внесення до нього деяких технічних відхилень або коректив для адаптації з діючими нормативними документами.

### Результати

Зазначене вказує на те, що цілком такого Держстандарту повинен бути опис принципів і процедур дослідження небезпеки і працездатності HAZOP, який використовується для ідентифікації потенціальних:

- небезпек у технічній системі, які можуть включати не тільки ті з них, що стосуються самої

системи, а і значно більшої сфери розповсюдження, наприклад, небезпеки для навколишнього середовища;

- проблем працездатності системи і, зокрема, причин експлуатаційних порушень і відхилень у виробництві, що призводять до виготовлення невідповідної продукції.

Необхідно звернути увагу на те, що всі ці методи націлені на випуск якісної продукції шляхом ідентифікації та аналізу небезпек і працездатності як обладнання, так і людини-оператора. Методологія дослідження HAZOP (HAZOP – це скорочення двох англійських слів «HAZarg» і «Operability», що у перекладі означає «загроза» (небезпека) і «працездатність» (обладнання і технології)), була розроблена у Великобританії і використовується, як системний підхід, що дає можливість вивчити виробниче обладнання і з'ясувати, чи можуть:

- його конкретні екземпляри опинитися у несправному стані або використовуватися неправильно, що, тим самим, стане причиною виникнення відхилень параметрів процесу;

- ці відхилення призводити до негативних наслідків;

- у такому разі бути визначені відповідні заходи безпеки.

Оцінка дослідження повинна ґрунтуватися на тому, чи відповідають показникам безпеки методи і обладнання, що використовуються або необхідно внести відповідні зміни. Причому, дослідження HAZOP, з метою досягнення прийнятного ризику при експлуатації технічної системи, повинні проводитися для всіх стадій виробничого процесу, включаючи і його можливі зміни, зокрема, при виборі концепції проектування, перевірці деталей проекту, оцінці надійності існуючого виробництва та змінах у технологічному процесі виробництва.

Існують два підходи досліджень HAZOP, окремо для: виробничого обладнання і процесів з метою вивчення їх схем і особливостей функціонування, а визначені при цьому відхилення і їх наслідки вказують на зроблені похибки або несправності; обслуговуючого персоналу з метою вивчення його виробничих функцій для виявлення можливості і умов виникнення неправильних дій.

На рис. 1 показано області використання таких кількісних методів аналізу небезпек і виробничого ризику, які умовно можна поділити на три основні – це об'єкти і етапи їх життєвих циклів, а також документи, що використовуються для проектування, виготовлення, випробування, введення в експлуатацію і т. ін. таких об'єктів, які умовно поділено на майданчикові та лінійні споруди. Ясно, що кількість і назва зазначених областей може коригуватися відповідно до спеціалізації і рівня безпеки об'єкта.

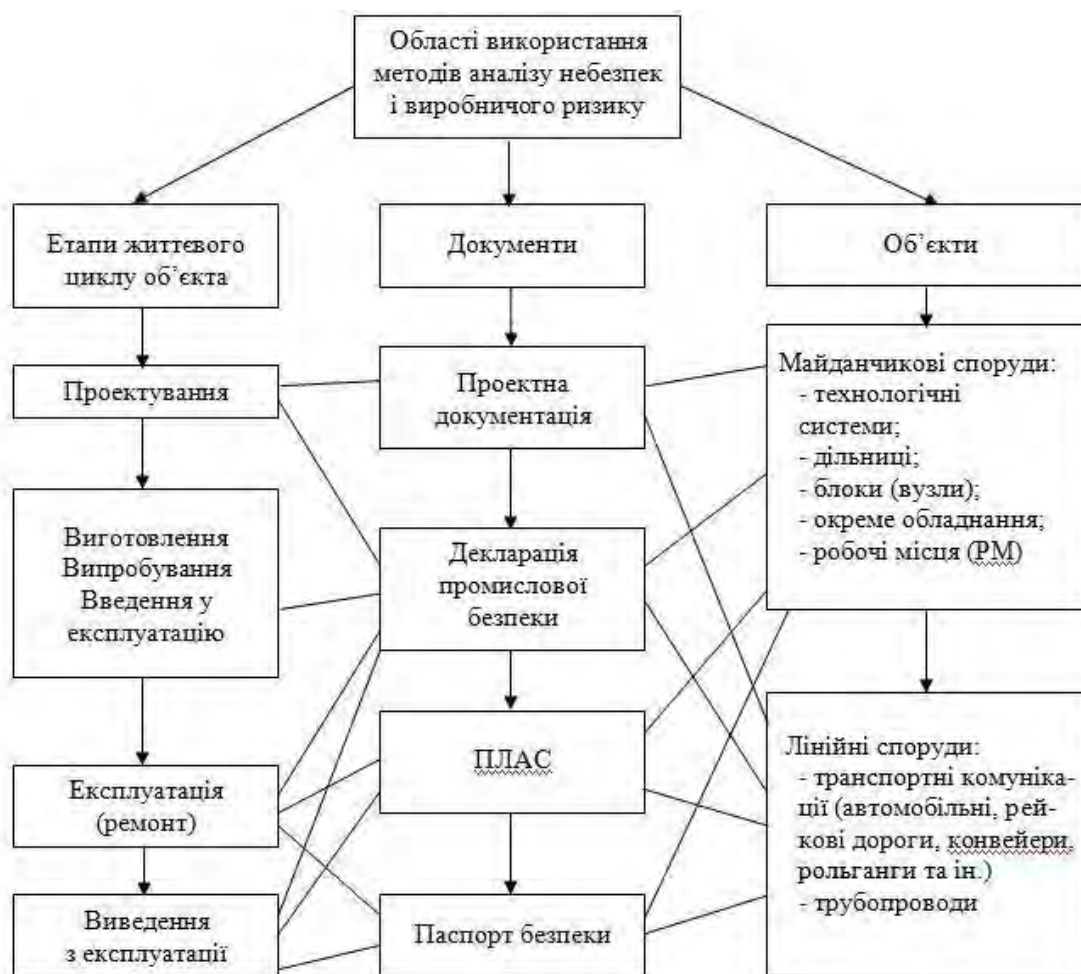


Рис. 1. Схема взаємозв'язків областей використання методів аналізу небезпек і виробничого ризику при розробці проектної документації / Scheme relationships regions using methods of hazard analysis and production risk the development of project documentation

Метод HAZID використовується на початковому етапі проектування для попереднього вияву і опису небезпек і ризиків, а HAZOP – переважно на завершувальному, коли пророблені основні конструктивні і технологічні ризики, але необхідно виконати детальну і структуровану ідентифікацію небезпек для окремих технологічних систем, ділянок і вузлів.

Методологія HAZID передбачає розгляд контрольного переліку небезпек із 16 категорій, які об'єднуються у 4 види – зовнішні і екологічні ризики, небезпеки на об'єкті, небезпеки для здоров'я, питання реалізації проекту. З цього видно, що, по-перше, такий підхід є доцільним при аналізі ризику первісно небезпечних виробничих систем (за енергіями або речовинами), тобто при глобальному їх аналізі у процесі проектування. По-друге, він вимагає виконання деяких спрощених процедур, наприклад, керівником проекту повинна бути створена експертна група на чолі з її лідером для визначення області, мети дослідження, і його виконання. Потім затверджується вибір управляючих слів після їх ретельного розгляду, щоб вони не були надто конкретними, оскільки це може

обмежити ідеї і обговорення, або - загальними, що, навпаки, не забезпечить ефективну концентрацію дослідження.

Кожен з зазначених видів або розділів включає небезпечні чинники, наслідки реалізації яких можуть призвести до загрози як для технічної системи, так і для працівників та середовища. А, отже, наступний аналіз дозволить якісно оцінити рівень ризику, який встановлюється з урахуванням матриці «імовірність – тяжкість наслідків» за якою спрощеною шкалою, наприклад: 1 – високий (неприйнятний); 2 – середній; 3 – низький.

Процедура HAZOP базується на систематизованому використанні комбінації технологічних параметрів, наприклад, «швидкість», «температура», «тиск», і т. ін. та керуючих слів, зокрема, «ні», «менше», «більше» та ін., для задання і підсилення «мозкового штурму» при аналізі небезпек відхилень параметрів і процесів від проектного режиму.

#### Наукова новизна і практична значимість

Обґрунтовано необхідність внесення у схему взаємозв'язків областей використання методів

аналізу небезпек і виробничого ризику у якості етапів життєвого циклу об'єкта (технічної системи) таких, як «випробування», «зберігання», «введення в експлуатацію» і «ремонт», що поряд з тими, що використовуються, більш досконало на вибраному об'єкті дослідження (виробнича дільниця, цех, будівельний майданчик і т. ін.) встановлювати пріоритети можливих небезпек, інтегральні зони травмування працівників, та порівнювати ефективність заходів безпеки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Відомості про стан виробничого травматизму зі смертельними наслідками за березень 2011 року по галузях нагляду (осіб) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [http://dnop.gov.ua/index.php/uk/...](http://dnop.gov.ua/index.php/uk/)

Vidomosti pro stan vyrobnychogo travmatyzmu zi smertel'nymy naslidkamy za berezen' 2011 roku po galuzjah nagljadu (osib) [Elektronnyj resurs]. - Rezhym dostupu: [http://dnop.gov.ua/index.php/uk/...](http://dnop.gov.ua/index.php/uk/)

2. Відомості про стан виробничого травматизму за 12 місяців 2014 року [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://dnop.gov.ua/index.php/uk/operativnainformatsiya/travmatizm>

Vidomosti pro stan virobnychogo travmatyzmu za 12 misjaciiv 2014 roku [Elektronnij resurs]. - Rezhim dostupu: <http://dnop.gov.ua/index.php/uk/operativnainformatsiya/travmatizm>

3. Про схвалення Концепції загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2006-2011 роки: розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 травня 2006 р. № 269р // Офіц. вісн. України. - 2006. - № 20. - Ст. 1490. - С. 181.

Pro shvalennja Konceptii zagal'noderzhavnoi pro-grami polipshennja stanu bezpeki, gigieni pracii ta virob-nichogo seredovishha na 2006-2011 roki: rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv Ukraini vid 11 travnja 2006 r. № 269r // Ofic. visn. Ukraini. - 2006. - № 20. - St. 1490. - S. 181.

4. Меморандум про взаєморозуміння між Міністерством праці та соціальної політики України та Міжнародною організацією праці щодо Програми гідної праці на 2008-2011 рр. від 9 червня 2008 р. // Офіц. вісн. України. - 2008. - № 55. - Ст. 1847. - С. 151.

Memorandum pro vzacmorozuminnja mizh Ministers-tvom pracii ta social'noi politiki Ukraini ta Mizhnarod-noju organizacieju pracii shhodo Programi gidnoi pracii na 2008-2011 rr. vid 9 chervnja 2008 r. // Ofic. visn. Ukraini. - 2008. - № 55. - St. 1847. - S. 151.

5. Лозовий А.І. Сучасний стан і проблеми правового регулювання охорони праці в Україні / А.І. Лозовий // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. 2011. вип. 11. - С. 485-497.

Lozovij A.I. Suchasnij stan i problemi pravovogo reguljuvannja ohoroni pracii v Ukraini / A.I. Lozovij // Te-orija ta praktika sudovoї ekspertizi i kriminalistiki. 2011. vip. 11. - S. 485-497.

6. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов - М: Изд. Акад. гражд. защиты МЧС РФ, 1999 г. - 124 с.

Belov P.G. Modelirovanie opasnyh processov v

## Висновки

У результаті виконаного дослідження встановлено необхідність створення Держстандарту або затверджених в установленому порядку керівництва чи методичних вказівок по дослідженню і аналізу ризику для виробничих об'єктів, модифікованих по відношенню до міжнародних стандартів HAZID та HAZOP, використання яких у даний час дає можливість отримувати коректні кількісні величини показників ризику, що підтверджується їх використанням на практиці провідними іноземними компаніями Шелл і Ексон.

tehnosfere / P.G.Belov - M: Izd. Akad. grazhd. zashchity MChS RF, 1999 g. - 124 s.

7. Гражданкин А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности, 2001. - № 5 - С. 33-36.

Grazhdankin A.I. Ispol'zovanie veroyatnostnyh ocenok pri analize bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh obektov / A.I. Grazhdankin, M.V. Lisanov, A.S. Pecherkin // Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2001. - № 5 - S. 33-36.

8. Гунченко О.Н. Анализ методов моделирования показателей состояния охраны труда / О.Н. Гунченко, В.А. Медяник, Н.А. Касьянов, Д.А. Вишневский // Вісник СНУ ім. В.Даля - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007. - № 12 (118) Ч. 1. - С. 98-103.

Gunchenko O.N. Analiz metodov modelirovanija pokazatelej sostojanija ohrany truda / O.N. Gunchenko, V.A. Medjaniuk, N.A. Kas'janov, D.A. Vishnevs'kij // Visnik SNU im. V.Dalja - Lugans'k: Vid-vo SNU im. V.Dalja, 2007. - № 12 (118) Ch. 1. - S. 98-103.

9. Королев В.Ю. Математические основы теории риска. Уч. пос. / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматлит, 2011. - 620 с.

Korolev V.Ju. Matematicheskie osnovy teorii ri-ska. Uch. pos. / V.Ju. Korolev, V.E. Bening, S.Ja. Shorgin. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Fizmatlit, 2011. - 620 s.

10. Минько В.М. Математическое моделирование в управлении охраной труда / Калининград. гос. техн. ун-т. - Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ», 2002. - 184 с.

Min'ko V.M. Matematicheskoe modelirovanie v upravlenii ohranoj truda / Kaliningrad. gos. tehn. un-t. - Kaliningrad: FGUIPP «Jantarnyj skaz», 2002. - 184 s.

11. Гунченко О.М. Вплив на стан охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві оснащеності засобами автоматизації і захисту робочої зони / О.М. Гунченко, Д.О. Вишневський, Ю.Г. Проніна // 36. наук. пр. «Строительство, материаловедение, машиностроение». - Днепропетровськ: 2013. вип. 71, т.2. - С. 57-63.

Gunchenko O.M. Vpliv na stan ohoroni pracii u koval's'ko-presovomu virobničtvі osnashhenosti zasobami avtomatizacii i zahistu robochoї zoni / O.M. Gunchenko, D.O. Vishnevs'kij, Ju.G. Pronina // Zb. nauk. pr. «Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie». - Dnipropetrovs'k: 2013. vip. 71, t.2. - S. 57-63.

12. EP 95-0312. HAZID. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.

EP 95-0312. HAZID. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.

13. EP 95-0313. HAZOP. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.

EP 95-0313. HAZOP. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.

14. IEC 61882:2001 «Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide». IEC 61882:2001

«Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide».

*Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. А. С. Беліковим (Україна);  
д-ром. техн. наук, проф. С. З. Поліщуком (Україна)*

*Статья поступила в редколлегию 30.09.2015*

**УДК 519.876.5:666.97.035.5:624.012.3-047.44**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОГРЕВА БЕТОНА В ТЕПЛОЙ УСТАНОВКЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯХ**

КОЛОХОВ В. В.<sup>1\*</sup>, *к.т.н, доц.,*  
АДЕГОВ А. В.<sup>2\*</sup>, *к.т.н, доц.,*  
КУДРЯВЦЕВ А. С.<sup>3</sup>, *соискатель,*  
ПЕРЧАНИК Н. Е.<sup>4</sup>, *соискатель*

<sup>1\*</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: [kolokhovdnepri@i.ua](mailto:kolokhovdnepri@i.ua), ORCID ID: 0000-0002-2314-1477

<sup>2\*</sup> Кафедра теплотехники и газоснабжения, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>3</sup> Кафедра теплотехники и газоснабжения, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: [kudrikym@i.ua](mailto:kudrikym@i.ua), ORCID ID: 0000-0002-5210-3197

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: [perchanik-nadine@i.ua](mailto:perchanik-nadine@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8173-9760

**Аннотация.** *Цель* Для повышения экономической эффективности производства многослойных стеновых панелей с несущим слоем из железобетона необходимо провести усовершенствование тепловой установки реализующей применяемый способ производства конструкции. Для проведения требуемого усовершенствования необходимо исследовать процесс теплообмена при изготовлении сборной железобетонной многослойной конструкции при тепловой обработке при различных условиях функционирования тепловой установки. *Методика.* Для исследования процесса тепловой обработки конструкции, была разработана вычислительная модель тепловой установки реализующей стендовый способ производства сборных железобетонных двухслойных стеновых панелей. Основу моделирования составляет система уравнений теплообмена, реализованная численными методами в одном из программных комплексов CAD/CAE. Моделируются процессы теплопроводности, конвективного и радиационного теплообмена. При моделировании тепловой работы стенда были приняты усредненные начальные условия соответствующие теплому и холодному периодам года. *Результаты.* Выполнено моделирование процесса тепловой обработки двухслойного элемента имитирующего фрагмент стеновой панели. Проведены расчёты прогрева слоёв элемента конструкции при различных режимах работы стенда. В качестве параметров варьирования рассматривались: использование различных теплоносителей; изменение характеристик прогреваемого элемента конструкции (толщина слоёв и их соотношение); изменение начальной температуры теплоносителя и изменении граничных условий проведения тепловой обработки. Выполнен анализ полученных при моделировании процесса тепловой обработки данных, на основании которого определены исходные данные для проектирования тепловой установки, обеспечивающей производство конструкций такого типа. *Научная новизна.* Разработана вычислительная модель тепловой установки, реализующей стендовый способ производства слоистой конструкции с несущим слоем из железобетона. Исследован процесс тепловой обработки двухслойной конструкции при заданных граничных условиях и различных теплоносителях. *Практическая значимость.* Проведены расчёты различных режимов работы стенда для некоторых типов двухслойных конструкций. Определены исходные данные для проектирования тепловой установки, обеспечивающей стендовый способ производства сборных железобетонных двухслойных конструкций такого типа.

*Ключевые слова:* тепловая обработка, численное моделирование работы тепловой установки, сборные железобетонные многослойные стеновые панели, стендовый способ производства