

ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ЕРГОНОМІКА

УДК 331.101.1

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-1/01>

Мигаль Г.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Протасенко О.Ф.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

ІНЖЕНЕРІЯ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА В СУЧАСНІЙ ОСВІТІ

Сучасні технології та системи потребують спеціалістів нової формації, що володіють не вузько спрямованими професійними знаннями, а міждисциплінарними. Це проявляється в появі нових технологій, які завдяки поєднанню досягнень різних наукових напрямів дають високоефективні результати. Наприклад, у сфері сучасних цифрових технологій широко застосовують досягнення нейронаук і когнітивних наук, що підвищує якість програмних продуктів; у галузі медицини використовують досягнення нейробіології і психології, що дає змогу розробляти нові підходи до лікування.

Водночас навчання в таких галузях знань, як механічна інженерія, виробництво та технології, транспорт тощо, відбувається в певному відриві від сучасних потреб щодо застосування міждисциплінарних наук. При цьому для цих галузей актуальним є створення максимально безпечних, надійних та ефективних систем, досягти чого можна лише за умов використання міждисциплінарних знань. У світлі цього особливої уваги заслуговує такий напрям, як інженерія людського чинника, застосування якого у виробництві є запорукою безпеки ергатичних систем. На жаль, у вітчизняних закладах освіти ця навчальна дисципліна сьогодні майже не представлена. Однак уміння запобігти ризикам і мінімізувати можливі негативні наслідки, пов'язані з людським чинником, – це сьогодні одна з найсуттєвіших професійних навичок, яку потрібно опановувати під час навчання в закладах вищої освіти. Отже, метою роботи є довести важливість дослідження й аналізу ролі людського чинника на всіх етапах життєвого циклу ергатичних систем.

Основні результати роботи полягають у такому: а) досліджено зміст навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника» в тому форматі, який використовують зарубіжні заклади освіти; б) обґрунтовано необхідність викладання цієї дисципліни у вітчизняних закладах освіти; в) показано ключові питання, які необхідно висвітлювати під час викладання дисципліни «Інженерія людського чинника».

Практичну значимість проведеної роботи визначає позитивний досвід викладання навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника» під час підготовки магістрів у Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «ХАІ».

Отже, впровадження у навчальні програми підготовки студентів навчальної дисципліни, присвяченої питанням інженерії людського чинника, є сьогодні обов'язковим для успішної підготовки студентів. Це дасть змогу забезпечити більш високу кваліфікацію майбутніх спеціалістів у їхній багатогранній діяльності у сфері проектування та експлуатації технологій. Адже інженерія людського чинника – це міждисциплінарний погляд на можливості людини в ергатичній системі на всіх етапах її життєвого циклу.

Ключові слова: безпека, людський чинник, ергатична система, навчання.

Постановка проблеми. Сьогодні є певне протиріччя між інженерними реаліями та потребами й освітньою галуззю. Сучасні технології та системи потребують спеціалістів нової формації, що володіють не вузько спрямованими професій-

ними знаннями, а міждисциплінарними, які перебувають на перетині різних наук. Прикладом є поняття «системність», «життєздатність» і «стійкість», засвоєння і реалізація на практиці яких для спеціалістів, що займаються проектуванням,

експлуатацією, прийняттям рішень у складних динамічних системах, є необхідною умовою створення безпечних умов діяльності на робочому місці, а розуміння їхньої тісної залежності від особливостей і можливостей людини як головної ланки складних ергатичних систем дає змогу говорити про застосування системного підходу у вирішенні питань безпеки.

Практичне впровадження такого підходу можна спостерігати у сфері сучасних цифрових технологій, в якій широко застосовують досягнення нейронаук (нейроекономіки, нейроергономіки, нейробіології, нейромаркетингу тощо) та когнітивних наук (когнітивна ергономіка, когнітивні обчислення та інші); у галузі медицини сьогодні використовують найостанніші досягнення нейробіології і різних напрямів психології.

Очевидно, що для будь-якої галузі людської діяльності надзвичайно актуальним є створення максимально безпечних, надійних та ефективних систем. Проте на всіх етапах життєвого циклу будь-якої ергатичної системи ці якості безпосередньо залежать від психофізіологічних можливостей і обмежень людини (водія, пілота, диспетчера, конструктора, проєктувальника, менеджера тощо), яка приймає важливі рішення. Отже, саме від врахування людського чинника залежать безпечність, надійність і стійкість ергатичних систем, що проєктує та експлуатує людина.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Реалізацію вимог безпеки в певній галузі діяльності здійснюють спеціалісти, які проводять науково-технічні розробки – створюють нові технології, розробляють високотехнологічну продукцію, здійснюють її реалізацію та обслуговування. Саме тому невіддільним складником освітянської підготовки майбутніх інженерів є вивчення та дослідження низки питань безпеки складних систем, що пов'язані з людським чинником.

Сьогодні в програмах підготовки інженерів передбачено викладання навчальних дисциплін, пов'язаних із вивченням питань безпеки. Наприклад, безпека життєдіяльності, основи охорони праці, техногенна безпека та інші. Вони розкривають певні аспекти безпеки під час обслуговування та експлуатації сучасної техніки та технологій. Під час вивчення цих навчальних дисциплін студенти навчаються класифікувати небезпечні події за різними ознаками, оцінювати потенційну небезпеку технологій на різних етапах їхньої експлуатації, запобігати реалізації і ліквідувати наслідки небезпечних ситуацій тощо. Однак при цьому студенти не опановують навички дослідження й

аналізу причин, які знижують рівень безпеки, що негативно позначається на якості одержуваних ними вмінь. І тут важливо зазначити, що головною причиною низького рівня безпеки зазвичай є людський чинник, тобто особливості взаємодії людини та техніки в системі «людина – техніка – середовище». І саме людський чинник, на жаль, у більшості закладів вищої освіти сьогодні залишається поза увагою.

Проте сьогодні проблему забезпечення безпеки складних систем можна ефективно вирішувати вже на етапі їх проєктування, оскільки врахування людського чинника суттєво підвищує надійність та ефективність ергатичних систем [1, с. 378–380; 2, с. 24, 28; 3, с. 34]. Саме цей напрям когнітивного сприйняття технологій лежить в основі навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника», яку викладають у більшості технічних вишів Західної Європи та США. При цьому програма дисципліни «Інженерія людського чинника» (Human factors engineering) охоплює сукупності знань і процеси моделювання, проєктування та експлуатації ергатичних систем різного рівня складності. Необхідно також зазначити, що інженерія людського чинника – це не єдина дисципліна, яку викладають у навчальних закладах зарубіжних країн для засвоєння студентами необхідних навичок щодо забезпечення безпеки. Крім неї, також викладають такі навчальні дисципліни: Human Factors and Ergonomics, Human factors engineers, Ergonomics, Human Computer Interaction, Human Machine Interaction, Man-Machine System, People, Technology, Organization and Risk Management, Physical ergonomics, Usability Testing, Work Organization, Humans and Indoor Environments, Humans in Extreme Environments, Using Virtual Reality, Work physiology. Також у багатьох навчальних закладах [1, с. 377; 4, с. 14, 15] створені і користуються попитом бакалаврські, магістерські та докторські програми з інженерії людського чинника. Під час підготовки фахівців такого профілю основну увагу зосереджено на дослідженнях і аналізі проблем психологічних особливостей людини, її психофізіологічних обмежень, рівня поінформованості та вмотивованості працівників, їхньому бажанні використовувати свої ресурси та знання максимально ефективно.

Постановка завдання. Пріоритетність питання забезпечення надійності, життєздатності та безпеки на всіх етапах життєвого циклу систем «людина – техніка – середовище» зумовлює посилення вимог до науково-технічних розробок, що стимулює науковців до пошуку і застосування

нових нестандартних рішень, які вони знаходять саме на перетині різних наукових напрямів. Ба більше, застосування таких рішень сьогодні забезпечує максимально високі показники в питаннях як безпеки, так і ефективності технологій, рівня економічних показників тощо. Отже, володіння знаннями в сфері безпеки технологій та обладнання, безпеки життєдіяльності людини, уміння знайти нестандартне рішення, застосовуючи поєднання знань із різних наукових галузей, навички оцінювання ризиків у системі «людина – техніка – середовище» з різних позицій (технології, гігієни праці, психології, фізіології тощо) – ознаки найвищої кваліфікації працівника. Уміння запобігти ризикам і мінімізувати можливі негативні наслідки, пов'язані з людським чинником, – це сьогодні одна з найсуттєвіших професійних навичок.

Безумовно, досягти абсолютної безпеки в системах «людина – техніка – середовище» сьогодні неможливо. Проте технології та обладнання не несуть небезпеки, поки в них не задіяна людина, її діяльність і прийняття нею рішення, тому важливим є належне функціонування людини в таких системах. Найпростіший шлях досягти такого рівня функціонування працівника – навчання студентів необхідних знань, умінь і навичок під час навчання в закладах освіти через викладання їм відповідних навчальних дисциплін. Однак є кілька моментів, які цьому перешкоджають (рис. 1).

Ще один важливий момент, який вказує на важливість вивчення людського чинника під час навчання, – помилкове відчуття захищеності і безпечності, яке викликає в людини експлуатація

обладнання з високим рівнем безпеки. У цьому випадку мається на увазі обладнання, під час проектування якого передбачено захист від багатьох варіантів помилкових дій людини. Цей факт знижує увагу працівника до питань безпеки, оскільки він знає, що техніка виправить його помилки, забуваючи при цьому, що деякі помилки є невинними і призводять до реалізації аварій і катастроф. Тобто актуальним є акцент на питанні навчання студентів умінням досліджувати й аналізувати роль людського чинника на всіх етапах життєвого циклу системи «людина – техніка – середовище».

Підсумовуючи викладене, маємо таке: наслідком стрімкого розвитку виробничих технологій є необхідність засвоєння студентами не тільки основних принципів їхнього менеджменту і правового регулювання, але і вивчення ролі людського чинника на всіх етапах життєвого циклу людино-машинних систем. Обґрунтування цього і є **метою роботи**.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як галузь знань, інженерія людського чинника являє собою сукупність системних принципів функціонування ергатичних систем і включає ергономічну інформацію про людські можливості та обмеження щодо машин, робочих місць і середовищ. Як складник трудової діяльності, він вкрай необхідний інженеру (розробнику, дизайнеру, менеджеру), який повинен враховувати під час проектування особливості взаємодії людини і машини, стиль діяльності, а також вплив середовища. Отже, основне завдання дисципліни «Інженерія людського чинника»,

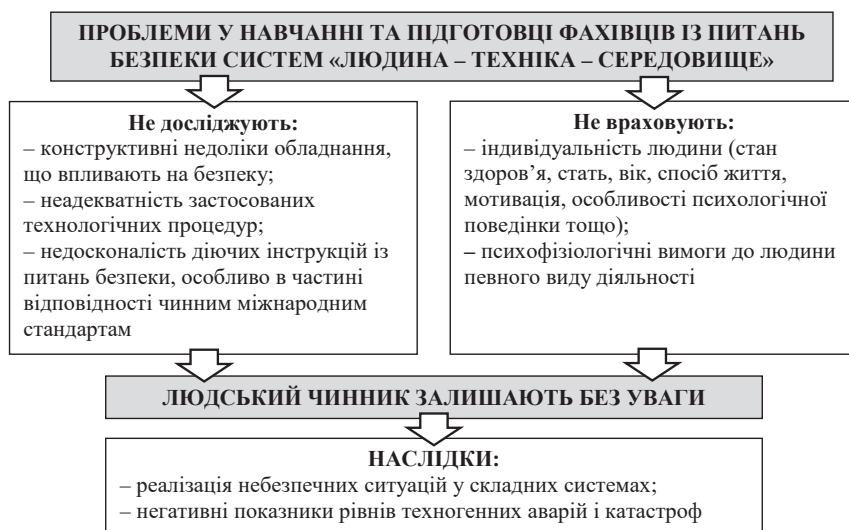


Рис. 1. Проблематика людського чинника в сфері освіти

яка сьогодні не реалізована у навчальному процесі, – забезпечення ефективності діяльності людини в системі «людина – техніка – середовище» на всіх етапах її життєдіяльності від проєктування до введення в експлуатацію. Саме її реалізація, як показує досвід інших країн [1, с. 377, 378], сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, робить стандарти з безпеки ефективно діючим інструментом, а не просто сукупністю теоретичних положень.

Якщо дослідити зміст дисципліни «Інженерія людського чинника» у її сучасному форматі, який використовує більшість закладів вищої освіти по всьому світу, то очевидно, що головний акцент у ній зроблено на врахуванні сильних і слабких психофізіологічних характеристик людини під час розроблення ергатичних систем, в яких задіяні люди, інструменти і технології, а також робоче середовище для забезпечення безпеки та ефективності діяльності. По суті, це застосування знань про обмеження людської природи до проєктування обладнання, систем і методів роботи, щоб підвищити безпеку, надійність і ефективність складних систем, що у вітчизняних закладах освіти не викладають у жодній із навчальних дисциплін професійного спрямування. Така дисципліна необхідна будь-якому сучасному інженеру (проєктувальнику, дизайнеру, менеджеру), який повинен враховувати під час проєктування та введення в експлуатацію особливості взаємодії людини і машини, стиль діяльності, а також вплив стрес-чинників середовища та діяльності (рис. 2).

Кінцева мета вивчення навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника» – забезпечити ефективність і безпеку діяльності людини в системі «людина – машина» на всіх етапах її життєвого циклу – від проєктування до експлуатації. Ключовий елемент для її досягнення – врахування безпосередньої залежності діяльності людини від психофізіологічних, психічних, біомеханічних,

антропометричних і інших характеристик, які є визначальними під час проєктування систем і технологій. Для цього інженерія людського чинника має у своєму арсеналі всі необхідні складники – когнітивну ергономіку, нейроергономіку, когнітивну психологію, біоінженерію людини і інші науки [5, с. 526; 6, с. 92, 93; 7, с. 264, 268–269; 8, с. 162, 163], тобто унікальне поєднання інженерних наук, інформаційних технологій, психології, медичної діагностики, нейро- та когнітивних наук для забезпечення безпеки, надійності і стійкості складних людино-машинних систем, людинозалежних технологій і процесів.

Щодо ключових проблем, які необхідно висвітлювати під час викладання дисципліни «Інженерія людського чинника», то це: людино-машинна взаємодія; людські чинники і ризики; проєктування через призму людських чинників (промислове, біоінженерія, системна інженерія, програмна інженерія тощо). Когнітивні аспекти дисципліни дають змогу забезпечити більш високу кваліфікацію майбутніх спеціалістів у їхній багатогранній діяльності у сферах вирішення проблем в аерокосмічній галузі, на транспорті. У системах підвищеної небезпеки та ризиків важливо: розуміння взаємодії між технічними і соціальними системами; розробки складних людино-машинних систем; управління безпекою в системах із високим ступенем ризику.

Загалом, викладання у вітчизняних закладах вищої освіти навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника» сприятиме підвищенню якості теоретичної і практичної підготовки студентів. Застосування сучасних концепцій і системних принципів, представлених в інженерії людського чинника й в когнітивній ергономіці, дадуть змогу оптимізувати взаємодію людини та складних технічних систем.

Також необхідно зазначити, що сьогодні вже є перший позитивний досвід викладання навчаль-

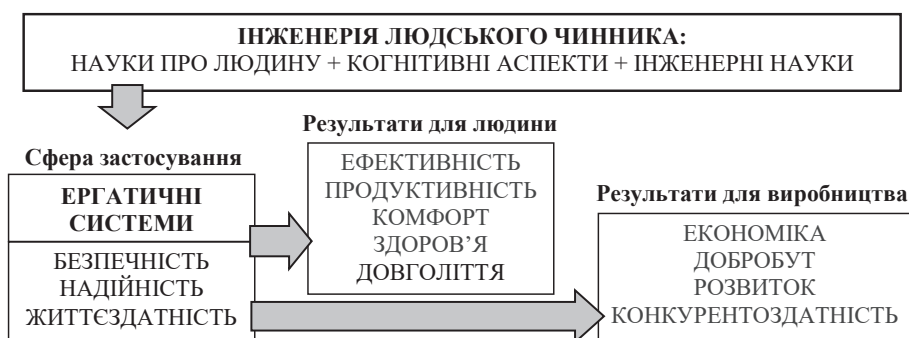


Рис. 2. Значення інженерії людського чинника для людини і виробництва

ної дисципліни «Інженерія людського чинника» у межах програми підготовки магістрів за спеціальностями «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», «Електроенергетика, електротехніка та електромережі», «Енергетичне машинобудування», «Теплоенергетика», «Авіаційний транспорт», «Автомобільний транспорт» у Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». Дисципліна входить до циклу загальної підготовки магістрів, тобто є обов'язковою для вивчення студентами. Цей факт свідчить про розуміння випускаючими спеціальностями актуальності проблеми осучаснення навчальних програм через введення нових дисциплін, які дають студентіві можливість одержати необхідні для роботи на сучасних підприємствах знання і навички. Це ще раз підтверджує актуальність навчальної дисципліни «Інженерія людського чинника» в сучасній освітянській програмі.

Висновки. Незважаючи на спрямованість навчання інженерів сучасних технологій, сьогодні є наслідки недостатньої уваги до людського чинника під час розгляду проблем безпеки та розроблення сучасних технічних комплексів. Це свідчить про необізнаність спеціалістів із когнітивними аспектами взаємодії людини і технологій та обладнання, що не дає змоги належним чином спроектувати життєдатні системи. Тому сьогодні є актуальним впровадження у навчальні програми підготовки студентів навчальної дисципліни, присвяченої питанням інженерії людського чинника як обов'язкової світоглядної компоненти. Це дасть змогу забезпечити більш високу кваліфікацію майбутніх спеціалістів у їхній багатогранній діяльності у сфері проєктування та експлуатації технологій. «Інженерія людського чинника» – це міждисциплінарний погляд на можливості людини в технічних середовищах, технологіях, машинах; її впровадження дасть змогу створити необхідне підґрунтя для підвищення якості підготовки спеціалістів інженерного спрямування.

Список літератури:

1. Dul Jan. A strategy for human factors / ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*. 2012. Vol. 55. No. 4. P. 377–395.
2. De Felice F., Petrillo A. Human Factors and Reliability Engineering for Safety and Security in Critical Infrastructures. *Springer International Publishing*. 2018. 263 p.
3. Dempsey P.G., Wogalter M.S., Hancock P.A. Defining Ergonomics / Human Factors. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. 2006. Vol. 3. P. 32–35.
4. Parasuraman R. Neuroergonomics: research and practice. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 2003. Vol. 4. No. 1–2. P. 5–20.
5. Carayon P. Human factors of complex sociotechnical systems. *Applied Ergonomics*. 2006. No 37 (4). P. 525–535.
6. Mygal G., Mygal V. Interdisciplinary approach to informational teaching environment formation. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2018. Вип. 1 (54). С. 92–98.
7. Мигаль В.П., Мигаль Г.В. Аналіз життєдатності університету як складної динамічної системи. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. 2018. № 27 (103). С. 264–272.
8. Мигаль Г.В., Протасенко О.Ф. Нові поняття сучасної ергономіки. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2018. Вып. 79. С. 162–170.

Mygal G.V., Protasenko O.F. HUMAN FACTOR ENGINEERING IN MODERN EDUCATION

Modern technologies and systems require the new formation specialists, who have a wide range of interdisciplinary knowledge. Today, most specialists have only a specific knowledge that is not enough for real situations. The implementation of such an approach stimulates the arising of new technologies that produce highly effective results through the combination of the achievements in different scientific fields. For example, modern digital technologies widely use the advances in neurosciences and cognitive sciences; medicine uses the advances of neurobiology and psychology, etc.

At the same time, training in some fields of knowledge (for example, mechanical engineering, manufacturing, and technology, transportation, etc.) detached from the current needs in the implementation of interdisciplinary sciences. However, these fields of knowledge need to create the most secure, reliable and efficient systems. In light of this, special attention deserves such a science direction as the engineering of the human factor. The applying of this discipline is a key point to the security of the ergatic system. Unfortunately, domestic educational institutions almost do not use this training discipline. However, the ability to prevent risks associated with the human factor is one of the most essential professional skills. That is why students need to study this discipline.

Thus, the purpose of the work is to show the importance of research and analysis of the role of the human factor at all stages of the life cycle of ergatic systems.

The main results of the work are as follows: a) the content of the discipline “Human factor engineering” in the format using by foreign educational institutions was studied; b) the necessity of studying the discipline in domestic educational institutions was substantiated; c) the key issues that students need to learn during the studying of discipline “Human factor engineering” are shown.

The positive experience of teaching the discipline “Human factor engineering” during the preparation of masters in several specialties at The National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute” (KhAI) appears the practical importance of the work.

Therefore, the introduction into the curriculum of students’ training the discipline “Human factor engineering” is essential for the successful preparation of students. This will allow future specialists to be more qualified in their diverse activities in the field of technology design and operation.

Key words: *safety, human factor, ergatic system, training.*