

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2023-279-3-25-30>

УДК 004.92[621:744]

## ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ЯК «АЗБУКА КОНСТРУЮВАННЯ» В МАШИНОБУДІВНОМУ КРЕСЛЕННІ

Карпюк Л. В., Давіденко Н. О., Лорія М. Г., Гурін О. М.

## ENGINEERING GRAPHICS AS «THE ALPHABET OF DESIGN» IN MECHANICAL DRAWING

Karpyuk L. V., Davydenko N. O., Loria M. G., Gurin O. M.

У статті розглядаються основні проблеми, з якими стикаються студенти графічних дисциплін у технічному ВНЗ. Автори діляться педагогічними спостереженнями про труднощі, що виникають у студентів у розділенні понять проєкційного креслення і машинобудівного. Запропоновано шляхи їх вирішення: систематизація навчального матеріалу, способи взаємопов'язувати конструкторську документацію, методи виявлення форм деталей на креслениках, логічне обґрунтування проставлення розмірів, використання умовностей. У статті також викладається роль інженерної графіки у подальшому придбанні навичок у проєктуванні. Назва дисципліни поєднала традиційні дисципліни «Нарисна геометрія» та «Комп'ютерна графіка», пов'язані з використанням обчислювальної техніки для побудови зображень. Таке об'єднання дисциплін дозволило скоротити загальну кількість найменувань предметів, що вивчаються у навчальних закладах. Інженерна графіка, її методи та положення застосовуються майже у всіх галузях науки та техніки. Вона вивчає питання зображення просторових форм на площині та питання конструювання графічних моделей просторових форм. Інженерна графіка готує до конструювання графічні моделі реально існуючих тривимірних просторових форм, що оточують людину у повсякденній практичній діяльності. Також вона включає елементи нарисної геометрії (теоретичні основи побудови креслеників геометричних фігур), технічного креслення (складання креслеників виробів) та машинної графіки. Основним завданням інженерної графіки є вивчення законів зображення технічних форм. Іншими словами, інженерна графіка вчить читати і конструювати та будувати кресленики. Основне завдання курсу інженерної графіки – навчити студентів правильно зображати на кресленку прості форми та читати кресленики цих виробів – визначає

роль, місце та зміст цього курсу як навчальної дисципліни. В результаті вивчення інженерної графіки студент повинен отримати знання, вміння та навички, які знадобляться інженеру для викладу технічної думки за допомогою кресленика, а також для розуміння за креслеником конструкції та принципу дії зображеного виробу. У сучасному світі актуальність таких професій як технік-технолог, технік-конструктор, технік-електромеханік, технік-електронщик, майстер, начальник цеху активно зростає, ці фахівці затребувані на ринку праці. Для підготовки даних спеціалістів необхідне знання «азбуки конструювання» – це, насамперед, інженерної графіки. Конструктор повинен вміти добре креслити, виконувати складні графічні побудови, чітко представляти в просторі графічну роботу, яку виконує.

**Ключові слова:** інженерна графіка, умовності, проєкції, конструювання, геометрія, кресленик, креслення.

**Вступ.** Інженерна графіка, що включає дисципліну «Нарисна геометрія» в якості теоретичного ядра, є однією з базових навчальних дисциплін інженерної освіти, що дає знання в галузі геометричного моделювання, способів відображення і перетворення геометричних фігур і технічних форм, вміння та навички створення та оформлення конструкторської документації. На сучасному етапі цю дисципліну можна розглядати як технологію візуального представлення та вираження когнітивного процесу інженерної та наукової діяльності, як метод графічної ілюстрації та інтерпретації технічних та наукових текстів.

В даний час як одна з освітніх технологій, починаючи зі шкільних ступенів, активно застосовується метод проєктів, який успішно вирішує не тільки навчальні, а й виховні завдання. Проєкт перекладу – «кинутий вперед», а проєктування – процес створення проєкту. Метод проєктів – це спільна креативна та продуктивна діяльність викладача та учнів, спрямована на пошук вирішення проблеми, що виникла. В основі цієї освітньої технології лежать ідеї американських філософів Дьюї, Лая, Торндайка про те, що освіта є процесом накопичення та реконструкції вже наявного досвіду з метою поглиблення його змісту.

Інженерна графіка є першою технічною дисципліною, при вивченні якої студент ознайомлюється з технічною термінологією, широким колом технічних понять, питаннями конструювання та технологій виготовлення машин та іншими спеціальними відомостями. Однак знань правил і прийомів нарисної геометрії та проєкційного креслення, що набуваються на початку курсу інженерної графіки виявляється недостатнім для машинобудівного креслення та застосування спрощень та умовностей креслення машин їх вузлів, деталей, пристосувань, металевих конструкцій тощо.

**Викладення основного матеріалу.** У техніці, машинобудуванні зображення отримують за допомогою особливого процесу, який називають проєктуванням. Таким чином, отримані зображення на ім'я цього процесу називають проєкціями. У цьому сенсі не тільки нарисну геометрію та проєкційне креслення, а й машинобудівне креслення, що викладається у ВНЗ, можна називати геометрією проєкцій.

Отже, наша наука відкриває можливості, досліджуючи зображення (або, іншими словами, вміння на них вирішувати позиційні та метричні завдання), тим самим судити про позиційні та метричні властивості оригіналу в просторі, тобто тривимірного образу по двовимірному образу, отриманого в результаті проєктування [1].

Такий підхід до справи був запропонований свого часу Гаспаром Монжем, який зображував не реальні об'єкти, а лише їхні геометричні моделі, що складаються з найпростіших геометричних образів: з точок, прямих, площин, поверхонь. Отже, інженер завжди реальний виріб, точніше його поверхню, може подати у вигляді поєднання цих найпростіших образів і вирішити всі геометричні завдання поверхні цього об'єкта. Після чого він зможе вирішувати й інші інженерні завдання: яку надати цій поверхні внутрішню фактуру, з якого матеріалу виготовити,

розрахувати характеристики та деформаційні характеристики і т.д.

До будь-якого робочого кресленика пред'являються дві основні вимоги: можливість представлення деталі і можливість виготовлення даної деталі за креслеником. Якщо в курсі нарисної геометрії або проєкційного креслення достатньо виконання першої вимоги, то в наступному курсі машинобудівного креслення необхідно дотримання обох вимог. Причому, основним є друге - можливість виготовлення, перевірки після виготовлення, що часто викликає труднощі сприйняття у студентів, які зазвичай не мають виробничих навичок.

Елементарний, але важливий факт, що є основою двох видів діяльності інженера. Пряме завдання нарисної геометрії є геометричним аналогом, принциповим елементом майбутньої конструкторської діяльності. А зворотнє: представимо діяльність технолога - він не створює кресленик виробу, він повинен організувати його виготовлення так, щоб люди, виконавці, робітники, техніки на обладнанні відрізали, свердлили, робили технологічні операції за цими розмірами кресленика. Отже, кресленик організує працю як конструктора, так і технолога, оскільки він за креслеником читає документацію і організує роботу устаткування. Проте навчальні кресленики з курсу «Інженерна графіка» складають студенти, які ще не вивчили цілого ряду загальноінженерних дисциплін. [2].

Якщо ми звернемося до діяльності конструктора чи діяльності технолога, ми побачимо, що вони вирішують або пряме, або зворотнє завдання геометрії, лише у складніших ситуаціях. Хороший інженер - він завжди грамотний конструктор та грамотний технолог. А це і є завдання навчання студентів – підготовка до інженерної діяльності висококласних, конкурентоспроможних фахівців, які потрібні на ринку інтелектуальної праці, які зможуть зробити свій внесок у розвиток економіки країни. [3].

В даний час прийнято керуватися правилом: якщо проєкція, що намічається, має більше одного рішення, вона необхідна [4]. Наприклад, при двох зображеннях деталі, що має форму паралелепіпеда, потрібно третє, інакше форма не буде однозначно визначена. Відповідно до цього правила чотиригранні призми вимагають подання трьома проєкціями або однією проєкцією та перетином.

Для визначення необхідності виконання тієї чи іншої проєкції слід оцінити можливість виготовлення деталі за креслеником, тобто можливість представлення найбільш простого

зображення, чіткого показу розмірів, обробки та інших технічних вказівок навіть при повному проєкційному прочитанні форми. Для цього доводиться вдаватися до деяких штучних прийомів. Історично, з розвитком креслення, стало більше інформації, що передається, на їх виконання стало йти більше часу. Відповідно, кресленики стали поступово спрощувати, застосовуючи різні умовності, написи та інше [5].

А як справи в машинобудівному кресленні? З'являється поняття конструкторської документації процесу проєктування виробів, а саме створення ескізного проєкту виробу, технічного проєкту, робочих креслеників деталей [6].

Наприклад, створення кресленика вентиля (рис. 1). На етапі технічної пропозиції має бути вирішено безліч питань про конструкцію вентиля (рис. 2), принцип його роботи, складові, габарити, нарешті, його вартість. Звідси виникають питання, які вирішує конструктор, а потім технолог, але в курсі проєкційного креслення такі аспекти не розглядаються.



Рис. 1. Вентиль

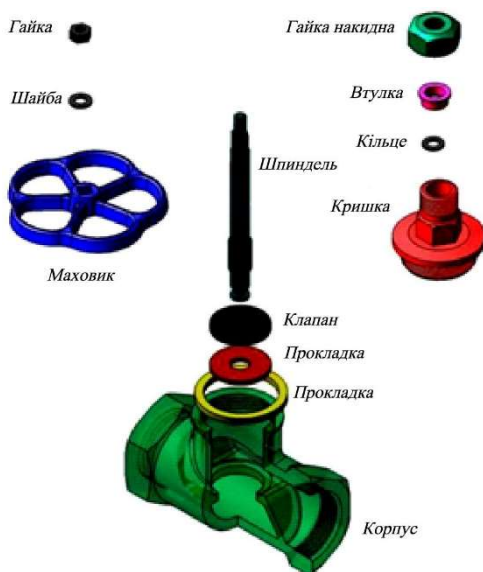


Рис. 2. Деталі, які входять до складу вентиля

На етапах ескізного проєкту та технічного вирішуються питання, що стосуються змісту конкретного втілення кожного виробу, що входить до цієї складальної одиниці. Наприклад, на робочому кресленику корпусу вентиля головне зображення вибирається, виходячи з того, як цей корпус розташований у робочому положенні (вертикально, горизонтально). Такі деталі, як вали, шпинделі, шатуни, гвинти ходові, виходячи з умов обробки, переважно зображують з віссю, паралельною основному напису. Плоскі деталі вимагають одного зображення - контурного обрису деталі, а друге зображення, де має бути показана товщина деталі, замінює рядкова літера *s*, включена до розміру. При виборі кількості зображень, наприклад, шпинделя, що має циліндричну форму, достатньо головного виду та знака діаметра, при цьому керуємося стандартами.

Виконання складального кресленика починають з викреслювання корпусу вентиля. Потім креслиться клапан, який повинен закрити отвір в корпусі. Наступним етапом виконується з'єднання клапана із штоком. Після цього викреслюється штуцер так, щоб він з'єднався за допомогою внутрішньої різьби зі штоком і зовнішньої різьби з корпусом. Наступний етап – набивка і втулка. Гайку накидну виконують з'єднанням на різьбі зі штуцером. Після виконання зображення наносять розміри. Проставляють номери позицій в тій послідовності, в якій вони записані в специфікації. Тому специфікацію потрібно заповнювати до простановки позицій на складальному кресленику.

Згідно з вимогами стандартів Єдиної системи конструкторської документації складальні кресленики необхідно виконувати зі спрощеннями.

На складальних креслениках допускається не показувати:

- фаски, галтелі, скруглення, отвори, проточки, поглиблення, виступи, накатки, насічки та інші дрібні елементи;
- принципово незначні зазори між стрижнями і стінками отворів;
- написи на шкалах, табличках, планках, тощо, зображуючи лише їх контур;
- видимі складові частини виробів та їх елементів, які розміщені за пружиною;
- різноманітні кришки, кожухи, перегородки, рукоятки (наприклад, пробкових кранів), маховики – коли потрібно показати, що за ними знаходяться частини виробу. При цьому на зображенні роблять напис типу «Кришку поз. 5 не показано». Згадану кришку зображують окремо з позначенням «А поз. 5»;

– шайби, пластини, тощо із товщиною до 2 мм на кресленні зображують однією суцільною товстою основною лінією.

В багатьох випадках при виконанні розрізів на складальних кресленнях в січну площину потрапляють такі деталі, як болти, шпильки, шпонки, шпindelі, рукоятки та ін. На продольному розрізі такі деталі показують умовно нерозсіченими. В поперечному розрізі ці деталі розрізають і заштриховують. Кульки завжди показують нерозсіченими. Як правило, нерозсіченими показують гайки і шайби.

За складальним кресленням виріб збирають з окремих деталей, виготовлених раніше. Тому розміри окремих деталей на складальному кресленні не потрібні і їх не наносять. На ньому потрібні лише ті розміри, які визначають правильне розміщення деталей у виробі, розміри поверхонь чи елементів, якими приєднують складальну одиницю до інших виробів. На всіх складальних кресленнях наносять розміри, які визначають найбільші довжину, висоту і ширину виробу, тобто габаритні розміри.

Однак умовності і спрощення, що встановлюються правилами, не можуть забезпечити все різноманіття ситуацій, що виникають, тому при виборі виявлення форми слід спиратися на такі основні положення.

По-перше, вірність прийому виявлення на кресленні, вибір основного зображення визначається можливістю подумки однозначно уявити форму об'єкта. Зрозуміло, креслення при цьому має бути загальнозрозумілим, що не допускає різночитань та відповідним сучасним вимогам стандартів.

По-друге, проекція або її частина на кресленні не обов'язкова, якщо її відсутність не перешкоджає чіткому проставлянню розмірів та технічних вказівок. Тобто, додаткові проекції або винесені перерізи для більш повного і точного показу розмірів та обробки необхідні навіть при проекційній визначеності даної деталі [7].

По-третє, кількісна достатність інформації може контролюватись відсутністю повторення видів, розрізів, перерізів, розмірів та інших написів і умовних знаків, тобто може служити підтвердженням ідентичності непоказаних елементів. Наприклад, за наявності кількох рівномірно розташованих елементів предмета (зубці колеса механізму і отворів на ньому) показують один-два таких елементи, а інші зображують спрощено або умовно, але так, щоб була збережена ясність розташування всіх елементів [2].

Із деталей, які входять до складу вентиля, розглянемо, як приклад, гайку накидну (рис. 3).

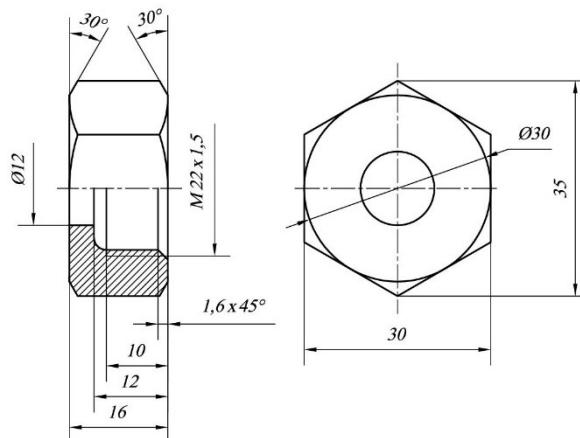


Рис. 3. Креслення деталі «Гайка накидна»

Найбільшу інформацію про поверхню дає проекція, на яку шестигранник проєктується трьома гранями. Також на головному зображенні виявляється утворююча фаски. Для виявлення форм деталі виконується і проекція, де шестигранна призма проєктується в шестикутник. Найбільша кількість поверхонь гайки отримана точенням, тому вісь розташовується паралельно основному напису. Для виявлення внутрішнього пристрою застосовується передній розріз.

**Результати.** Аналізуючи прийоми проставлення розмірів на робочих кресленнях, слід згадати: паралельність прямих, а також концентричність кривих для різних ліній (контурних, осевих тощо) розмірами можна не підтверджувати, прямий кут (перпендикулярність прямих) або розподіл кола на рівні частини також підтверджувати необов'язково. При виконанні складальних креслень виникає питання про пов'язані розміри, що забезпечують з'єднання деталей і роботу всього виробу та безліч інших питань, пов'язаних з виконанням конструкторської документації. Аналіз головних умовностей розрізів, перерізів, знака діаметра, недомовленостей та спрощених зображень допомагає отримати низку необхідних у практиці креслення результатів.

- Розріз, виконаний будь-якою кількістю січних площин або циліндричних поверхонь, буде вірним, якщо він не приведе до появи ліній, що не існують при даному напрямку проєктування до розрізу.

- Знаки при розмірах діаметра потрібно розуміти не лише як знаки, що підтверджують кола, а головним чином як знаки, що замінюють проекції. Проекції у вигляді концентричних кіл на робочих кресленнях не мають сенсу,

оскільки їх цілком замінюють знаки діаметра при розмірах діаметра.

- Знак діаметра є головною умовністю, тобто умовністю, від якої практика креслення ніколи і в жодній країні не відмовиться. Усі хорди кола, що проходять через центр, називають словом «діаметр», яке замінюють знаком. Також називають прямою, що проходить через центр сфери та з'єднує її протилежні точки. У машинобудуванні поверхні обертання мають широке застосування (80 – 90 % всіх кривих поверхонь), тоді як квадрати трапляються відносно рідко. Знак діаметра не можна прирівнювати за значенням до знаку квадрата при розмірах квадрата так як: знак діаметр замінює собою проєкцію і полегшує постановку технічних вказівок на кресленнях, в той час як відсутність другої проєкції не дозволяє поставити різну чистоту поверхні на різних гранях квадрата.

- З практичної точки зору на кресленнях деталей об'єднання половини виду з половиною розрізу для симетричних проєкцій можна допускати тільки в тих випадках, коли при складанні і читанні креслення обійтися без зовнішнього вигляду неможливо. Наприклад, зображати половину виду і половину розрізу для шківів або втулки безглуздо, оскільки таке об'єднання може призвести до труднощів при проставленні розмірів, обробки та інших технічних вказівок.

Призначення розрізу, наведене у стандарті, є неповним, тому у навчальних цілях його слід замінити таким:

- розрізи, як і інші головні умовності машинобудівного креслення (перетину, знак діаметра, недомовленості та спрощення), служать для поліпшення звичайних проєкцій. Зокрема, для заміни необхідних, але невидимих штрихових ліній суцільними;

- видалення частин деталі, виявлених іншими проєкціями; видалення з проєкцій спотворених геометричних форм та складних побудов ліній переходу;

- для об'єднання на одній проєкції двох напрямків проєктування без спотворення геометричних форм і без зниження зручності проставлення розмірів та інших технічних вказівок.

**Висновки.** В результаті вивчення курсу інженерної графіки студент повинен розуміти основні правила створення креслень, вміти оцінити композивання креслення, розглянути кількість проєкцій, простежити правильність розміщення розмірів. Це і є так званою «азбукою конструювання». Машинобудівне креслення, на сьогоднішній день, необхідне студентам, оскільки дозволяє розуміти та виконувати будь-які

машинобудівні креслення та самостійно розбиратися у всій технічній документації, що відноситься до креслення. Особливого значення набуває вивчення стандартів креслень, які створюють єдність в оформленні креслень та забезпечують тісний зв'язок між вивченням у ВНЗ та тим, що застосовується на практиці.

#### Л і т е р а т у р а

1. Кривцов В. В., Козяр М. М. Нарисна геометрія (базовий курс) : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2019. 234 с.
2. Боголюбов С. К. Инженерная графика: Учебник для средних специальных учебных заведений / С. К. Боголюбов. 3-е изд., испр. и дополн. М.: Машиностроение, 2002. 352 с.
3. Карпюк Л. В., Давіденко Н. О. Просторове мислення студентів при вивченні графічних дисциплін. ВІСНИК СХУ ім. В. Даля № 2 (272). 2022. С. 23 – 28.
4. Карпюк Л. В., Гуліда М. І., Ревенко С. А. Комп'ютерна графіка в машинобудівних кресленнях: Навч. посібник. Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2007. 132 с.
5. Фролов С. А., Воинов А. В., Феоктистова Е. Д. Машиностроительное черчение. М.: Машиностроение. 1981. 304 с.
6. Ботвинников А. Д. Черчение: учеб. для общеобразоват. учреждений / А. Д. Ботвинников, В. Н. Виноградов, И. С. Вышнепольский. 4-е изд., дораб. М.: АСТ: Астрель, 2008. 221 с.
7. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. Чинний від 2013-12-11. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2013. 30 с.

#### References

1. Krivtsov V. V., Koziar M. M. Narysna heo-metriia (bazovyi kurs) : navch. posibnyk. Rivne : NUVHP, 2019. 234 s.
2. Boholiubov S. K. Ynzhenernaia hrafyka: Uchebnyk dlia srednykh spetsyalnykh uchebnykh za-vedenyi / S. K. Boholiubov. 3-e yzd., yspr. y dopoln. M.: Mashynostroeny, 2002. 352 s.
3. Karpiuk L. V., Davidenko N. O. Prostorove myslennia studentiv pry vyvchenni hrafichnykh dystsyplin. VISNYK SNU im. V. Dalia № 2 (272). 2022. S. 23 – 28.
4. Karpiuk L. V., Hulida M. I., Revenko S. A. Komp'uterna hrafika v mashynobudivnykh kresleniakh: Navch. posibnyk. Luhansk: Vyd-vo Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia. 2007. 132 s.
5. Frolov S. A., Voynov A. V., Feoktystova E. D. Mashynostroytelnoe cherchenye. M.: Ma-shynostroeny. 1981. 304 s.

6. Botvynnykov A. D. Cherchenye: ucheb. dlia obshcheobrazovat. uchrezhdenyi / A. D. Botvynnykov, V. N. Vynohradov, Y. S. Vushnepolskyi. 4-e yzd., dorab. M.: ACT: Astrel, 2008. 221 s.
7. DSTU HOST 2.307:2013 Edynaia systema konstruktorskoï dokumentatsyy. Nanesenye raz-merov y predelnukh otklonenyi. Chynnyi vid 2013-12-11. Vyd. ofits. Kyiv : UkrNDNTs, 2013. 30 s.

**Karpyuk L. V., Davydenko N. O., Loria M. G., Gurin O. M. Engineering graphics as «the alphabet of design» in mechanical drawing**

*The article examines the main problems faced by students of graphic disciplines at a technical university. The authors share pedagogical observations about the difficulties students have in separating the concepts of projection drawing and mechanical engineering. Ways to solve them are proposed: systematization of educational material, methods of interlinking design documentation, methods of identifying the forms of details on drawings, logical justification of setting dimensions, use of conventions. The article also describes the role of engineering graphics in the further acquisition of design skills. The name of the discipline combined the traditional disciplines «Descriptive Geometry» and «Computer Graphics», related to the use of computer technology for the construction of images. Such unification of disciplines made it possible to reduce the total number of subjects studied names in educational institutions. Engineering graphics, its methods and provisions are used in almost all fields of science and technology. She studies the issue of depicting spatial forms on a plane and the issue of constructing graphic models of spatial forms. Engineering graphics prepares for construction graphic models of actually existing three-dimensional spatial forms that surround a person in everyday practical activities. It also includes elements of sketch geometry (theoretical foundations of drawing drawings of geometric figures), technical drawing (compilation of drawings of products) and machine graphics. The main task of engineering graphics is the study of the laws of the technical forms representation. In other words, engineering graphics teaches you to read and design and build blueprints. The main task of the engineering graphics course is*

*to teach students to correctly depict simple products on a drawing and to read the drawings of these products. It determines the role, place and content of this course as an educational discipline. As a result of studying engineering graphics, a student should acquire the knowledge, skills and abilities that an engineer will need to express a technical opinion with the help of a drawing, as well as to understand the design and operation principle of the depicted product from the drawing. In today's world, the relevance of such professions as technology technician, design technician, electromechanical technician, electronics technician, foreman, shop manager is actively growing, these specialists are in demand on the labor market. For the preparation of these specialists, knowledge of the «alphabet of construction» is required. It is, first of all, engineering graphics. The designer must be able to draw well, perform complex graphic constructions, clearly present the graphic work he performs in space.*

**Keywords:** *engineering graphics, conventions, projections, construction, geometry, draftsman, drawing.*

**Карпюк Людмила Вікторівна**, старший викладач кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, [karp224@gmail.com](mailto:karp224@gmail.com)

**Давіденко Наталія Олександрівна**, старший викладач кафедри іноземних мов та професійної комунікації, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, [nat.davidenko11@gmail.com](mailto:nat.davidenko11@gmail.com)

**Лорія Марина Геннадіївна**, д.т.н., професор, в.о. завідувача кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, [m\\_loria@snu.edu.ua](mailto:m_loria@snu.edu.ua)

**Гурін Олександр Миколайович**, аспірант кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, [gurin@ukr.net](mailto:gurin@ukr.net)

Стаття подана 19.10.2023.