

9. Журнал опису пожеж Залізничного районного відділу м. Львова ГУ МНС України у Львівській області // Журнал заведений 20.02 2008 р.
10. Мовчан І.О., Гуліда Е.М., Войтович Д.П. Визначення прогнозованого часу гасіння пожежі на промислових підприємствах // Проблеми пожежної безпеки, Вип. 21 – Харків: УЦЗУ, 2008. – С. 241-247.

Э.М. Гулида, д-р техн. наук, проф., Д.П. Войтович

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ В ГОРОДАХ

Рассмотрено и проанализировано существующие критерии принятия решений в процессе организации ликвидации пожаров в городах. На основании этого анализа рекомендовано для выполнения действий, связанных с организацией ликвидации пожаров в городах, использовать разностный критерий

Ключевые слова: пожар, критерий, матрица принятия решений, затраты от пожаров, силы и средства ликвидации пожара

E.M. Hulida, Doctor of Science (Engineering), Professor, D.P. Voitovych

A CHOICE AND BASING OF SOLUTIONS ACCEPTANCE DURING THE PROCESS OF FIRE SUPPRESSION ORGANIZATION IN CITIES

The article deals with the solutions acceptance during the process of fire suppression organization in cities. It is recommended to use a residual criterion considering such an analysis.

Key words: fire, criterion, "decision matrix" system, fire consumption, force and means of fire suppression

УДК 614.842.616

Д.В. Руденко, О.Е. Васильєва, к.т.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАСІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ АУТОНОМНОЇ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНОЇ УСТАНОВКИ (РОБОТИЗОВАНОЇ УСТАНОВКИ)

Визначено похибки відхилень відносно осі під час зміни руху шасі та керуванні поворотною баштою автономної дистанційно керованої установки

Ключові слова: роботизовані установки, похибки позиціонування, покращення гасіння

Постановка проблеми. Одним з найважливіших показників якості роботи дистанційно керованого ствола є величина і характер похибок, які виникають при русі автономної дистанційно керованої установки по заданій траєкторії і особливо при підході її до цільової точки робочої зони. Такі похибки з'являються внаслідок різних причин і в кінцевому результаті зводяться до похибок кінематичних пар. Ці первинні похибки обумовлюють, в свою чергу, похибки в координатах полюса дистанційно керованого ствола і в його позиціонуванні.

Аналіз останніх досліджень. При розробленні автономної дистанційно керованої установки однією з основних задач є забезпечення такої точності складових модулів, щоб похибка позиціонування, приведена до дистанційно керованого ствола, з одного боку, не перевищувала заданого значення допустимої похибки, а з іншого, максимально до неї наближалась [1,4].

Мета. Для вирішення цієї задачі необхідно встановити зв'язок між похибками модулів і загальною похибкою автономної дистанційно керованої установки.

Основна частина. На рис.1 представлена загальна схема процесу позиціонування автономної дистанційно керованої установки. Процес позиціонування відбувається у системі координат OXY.

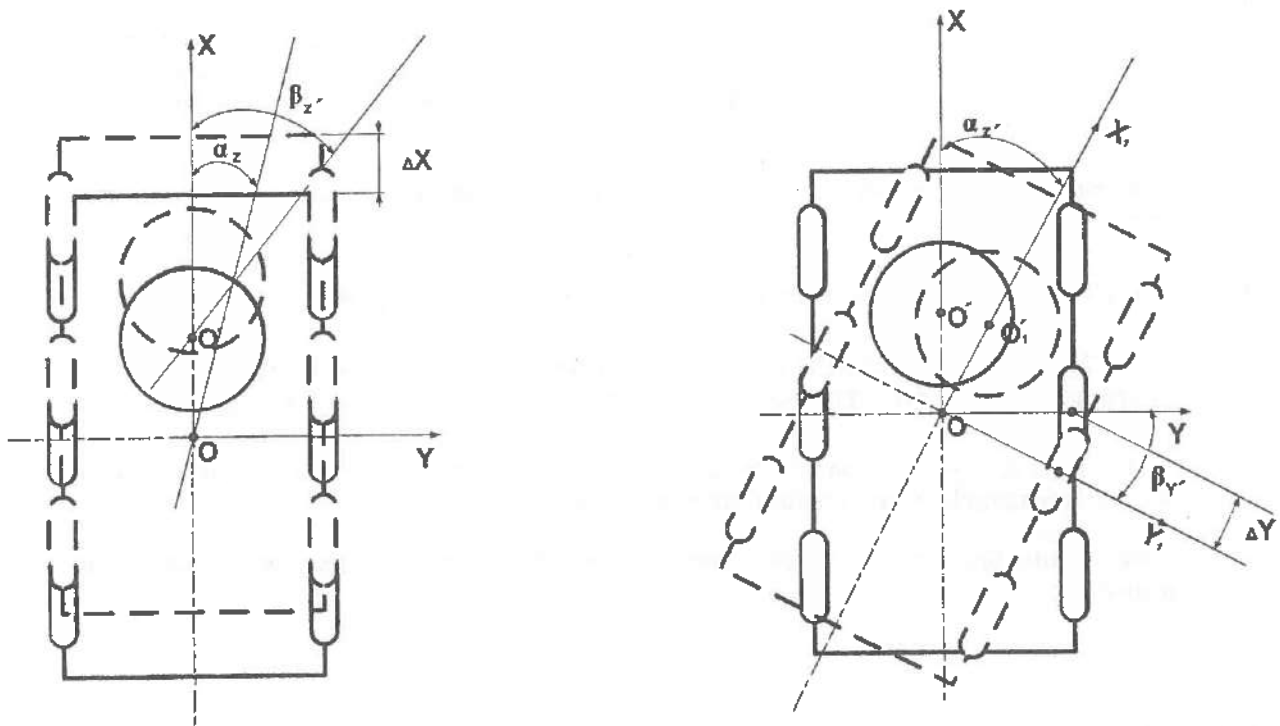


Рис. 1. Схема процесу позиціонування автономної дистанційно керованої установки

Автономна дистанційно керована установка споряджена двома модулями лінійного типу та дистанційно керованого ствола, який може здійснювати обертові рухи навколо однієї перпендикулярної осі. З кожним модулем зв'язана окрема система координат $O_k X_k Y_k$. Під впливом виникаючих похибок ці системи зміщуються відносно базової на величину, яка залежить від похибки позиціонування k -того модуля і в загальному випадку модуля може бути визначена векторами лінійної $\Delta \vec{r}_k$ і кутової $\Delta \vec{\varphi}_k$ похибок. Отже, процес позиціонування автономної дистанційно керованої установки переміщується з системи OXY у систему $O_1 X_1 Y_1$, набуваючи лінійних $\Delta x_z, \Delta y_z$ і кутових α_z, β_z похибок. Розглядаючи проекції векторів цих похибок на осі системи координат OXY вихідної ланки модуля у номінальному положенні, отримуємо чотиримірний вектор складових:

$$\Delta \vec{r} = [\Delta x_k, \Delta y_k, \alpha_k, \beta_k]^T, \quad (1)$$

де $\Delta x_k, \Delta y_k$ - лінійні похибки k -того модуля по осях OX, OY;
 α_k, β_k - кутові похибки модуля відносно цих осей.

Лінійні похибки $\Delta \vec{r}_k$ модулів переносяться на вихідну ланку робота, враховуючи функціонал ∇ , який залежить від закону розподілу цих похибок у структурі сумарної похибки позиціонування вихідної ланки робота:

$$\Delta \vec{r}_s = \nabla \sum_{k=1}^n \Delta \vec{r}_k \quad (2)$$

Кожне кутове переміщення вихідної ланки k -того модуля викликає лінійне зміщення вихідної ланки робота $\Delta \vec{r}_{\psi k}$, яке можна знайти за формулою:

$$\Delta \vec{r}_{\psi k} = \Delta \vec{\psi}_k \cdot \vec{r}_k \quad (3)$$

де \vec{r}_k - радіус-вектор, який визначає положення початку системи координат вихідної ланки робота відносно початку системи координат вихідної ланки k -того модуля у номінальному положенні.

Тоді за наявності кутових похибок у кожному модулі лінійну похибку вихідної ланки робота можна визначити так

$$\Delta \vec{r}_{\psi} = \sum_{k=1}^n \Delta \vec{r}_{\psi k} = \sum_{k=1}^n (\Delta \vec{\psi}_k \Delta \vec{r}_k) \quad (4)$$

а повну лінійну похибку:

$$\Delta \vec{r} = \Delta \vec{r}_s + \Delta \vec{r}_{\psi} \quad (5)$$

Формули (2) і (4) показують, що проєкції лінійних та кутових похибок робота знаходяться як лінійні форми від кутових і лінійних похибок модулів. При цьому найбільший вплив здійснюють похибки модулів, які розташовані ближче до основи робота [1,2,3].

Дослідимо вплив на результуючу похибку позиціонування окремих первинних похибок, а саме:

- 1) статичних похибок, зумовлених подаєтливістю ланок робота;
- 2) технологічних похибок виготовлення і монтажу деталей робота;
- 3) кінематичних похибок відпрацювання приводами програмних рухів (поздовжньо-поступальних і обертових).

Такі дослідження дозволять в подальшому використати отримані математичні залежності для встановлення сумарної похибки позиціонування, а також сформулювати єдину модель задачі визначення оптимального конструктивно-технологічного рішення компоновки модульного робота.

Для роботизованої установки, процес гасіння пожежі є об'єктом керування. Виходячи з цього, очевидно, що вхідними величинами процесу гасіння як об'єкта керування є координати початкового положення \vec{q} і швидкості $\dot{\vec{q}}$ робочого органа роботизованої установки. Вхідними величинами процесу гасіння є також координати \vec{q}_n положення місця пожежі.

Для спрощення задачі вважатимемо, що місце пожежі в процесі гасіння знаходиться на певній точці, тобто величина \vec{q}_n є постійною. Керованою координатою, чи вихідною величиною є вектор необхідного позиціонування \vec{Q} , який утворюється в результаті виникнення геометричних і силових зв'язків між елементами конструкції робота. Крім цього, на вихідну величину здійснює значний вплив вектор сил і моментів \vec{F} , який залежить від величини сили, що виникає в процесі гасіння, а також від умов процесу гасіння. Виходячи з цього, вихідна координата \vec{Q} є складною функцією (рис. 2):

$$\vec{Q} = f(\vec{q}, \dot{\vec{q}}, \vec{q}_n, \vec{F}) \quad (6)$$

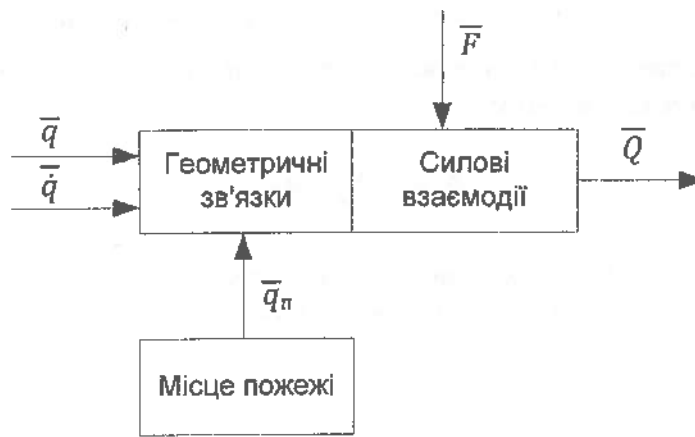


Рис. 2. Блок-схема процесу позиціонування з використанням роботизованої установки

Похибка позиціонування (відповідно, загальна похибка під час гасіння пожежі) буде мінімальною при виконанні умови максимального зміщення координат векторів позиціонування пожежного ствола і положення місця пожежі, тобто:

$$\bar{q} \rightarrow \bar{q}_n \quad (7)$$

за наявності геометричних (початкові координати пожежного ствола роботизованої установки \bar{q}), кінематичних (швидкість \dot{q} , з якою здійснюється процес позиціонування) та динамічних (режими складання, дія зовнішніх впливів \bar{F}) зв'язків.

Для виконання умови (7) введемо функцію мети:

$$|\bar{q} - \bar{q}_n| \rightarrow \min \quad (8)$$

Знаходження розв'язків функції (8) дозволить досягти оптимальної точності процесу гасіння. З іншого боку, у процесах гасіння з використанням роботизованих установок проблема мінімізації похибки позиціонування не завжди актуальна. Для таких процесів оптимумом буде значення похибки позиціонування, яке максимально наближене до гранично допустимого її значення, що визначається з умов складуваності вузла і залежить від геометрії та технології виготовлення деталей, які входять у вузол.

У загальному випадку сумарна похибка позиціонування визначається двома лінійними ΔX , ΔY , і двома кутовими $\Delta \alpha$, $\Delta \beta$ похибками, які виникають в результаті несуміщення координат векторів позиціонування $X_{пз}$, $Y_{пз}$, $\alpha_{пз}$, $\beta_{пз}$ пожежного ствола і положення $X_{пл}$, $Y_{пл}$, $\alpha_{пл}$, $\beta_{пл}$ місця пожежі. Кутові похибки визначають кут несуміщення осей θ_Σ між пожежним стволем та місцем пожежі. Отже, якщо задати значення максимально допустимих лінійних похибок T_X , T_Y та максимально допустимий кут несуміщення осей T_θ (ці значення залежать від умов гасіння), то функція мети, згідно з (4), набуде вигляду:

$$[T_X - \Delta X_\Sigma] + [T_Y - \Delta Y_\Sigma] \rightarrow \min \quad (9)$$

$$[T_\theta - \theta_\Sigma] \rightarrow \min$$

Знаходження максимально граничних значень допустимих похибок ΔX_Σ , ΔY_Σ , θ_Σ дає змогу забезпечити максимальну ефективність використання роботизованої установки у процесі гасіння пожежі при гарантованій якості складання вузла.

При вирішенні задач аналізу роботизованого процесу гасіння, розрахунку точності позиціонування роботизованої установки, що використовується у такому процесі, обмежитися виключно статичними характеристиками неможливо. Більш повне представлення про процес

гасіння можна отримати тоді, коли він розглядається у розвитку, тобто визначаються його динамічні характеристики. У зв'язку зі стохастичною природою вхідних і вихідних перемінних процесу гасіння для динамічної моделі розглянемо їх як випадкові функції, які позначимо як $Y(t)$ - вихідна випадкова функція, а $X_1(s), X_2(s), \dots, X_n(s)$ - вхідні випадкові функції. Тоді рівняння зв'язку для динамічної моделі буде мати вигляд

$$Y(t) = f(X_1(s), X_2(s), \dots, X_n(s)), \quad s \in S, \quad (10)$$

тобто в цьому випадку встановлюється зв'язок між вихідною змінною для будь-якого значення аргументу зі значеннями вхідних змінних для всієї області S їх зміни.

При побудові стохастичної моделі неможливо врахувати абсолютно всі фактори, які впливають на вихідну змінну. Тому рівняння зв'язку для Y і $Y(t)$ треба розуміти як імовірнісні, а не детерміновані, тобто будемо вважати, що ці співвідношення встановлюються для числових характеристик чи законів розподілу Y або $Y(t)$.

Розглянемо загальну постановку задачі побудови динамічної моделі процесу гасіння пожежі.

На вході одновимірного об'єкта, яким є процес гасіння роботизованою установкою (рис. 3), діє векторна випадкова функція $X(s)$ з компонентами $X_1(s), X_2(s), \dots, X_n(s)$, а на виході маємо векторну випадкову функцію $Y(t)$. Величини функцій $X(s)$ і $Y(t)$ можна виміряти, і в процесі функціонування об'єкта є можливість забезпечити отримання їх реалізацій. У такому випадку необхідно знайти характеристику процесу гасіння, яка приводить у відповідність функції $X(s)$ і $Y(t)$. Такою динамічною характеристикою у загальному випадку є оператор, тобто закон, у відповідності з яким за однією функцією визначається друга. Дійсно, якщо оператор процесу гасіння є відомим, то таким чином відома математична модель процесу, оскільки відома математична закономірність перетворення $X(s)$ в $Y(t)$.

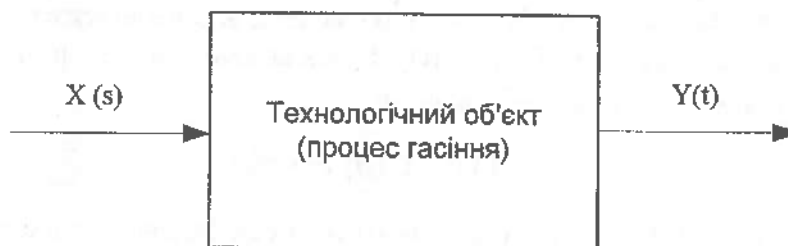


Рис. 3. Схема одновимірного технологічного об'єкта.

Відповідність між вхідними $X(s)$ і вихідною $Y(t)$ функціями, яка встановлюється оператором A_t можна записати так:

$$Y(t) = A_t X(s) \quad (11)$$

Оператор A_t знаходиться за результатами вимірювань $X(s)$ і $Y(t)$, отриманих у процесі нормального функціонування об'єкта. Результати вимірювань $X(s)$ і $Y(t)$ будемо розглядати як реалізацію випадкових функцій $X(s)$ і $Y(t)$. За реалізаціями $X(s)$ і $Y(t)$ необхідно визначити не власне оператор A_t а його оцінку A_t^* , яка використовуватиметься як характеристика невідомого істинного оператора A_t . При цьому ставиться задача максимального наближення оцінки A_t^* до оператора A_t . На рис. 4 наведено схему ідентифікації технологічного об'єкта (процесу гасіння), на вході якого діє випадкова функція $X(s)$, а на виході маємо випадкову функцію $Y(t)$.

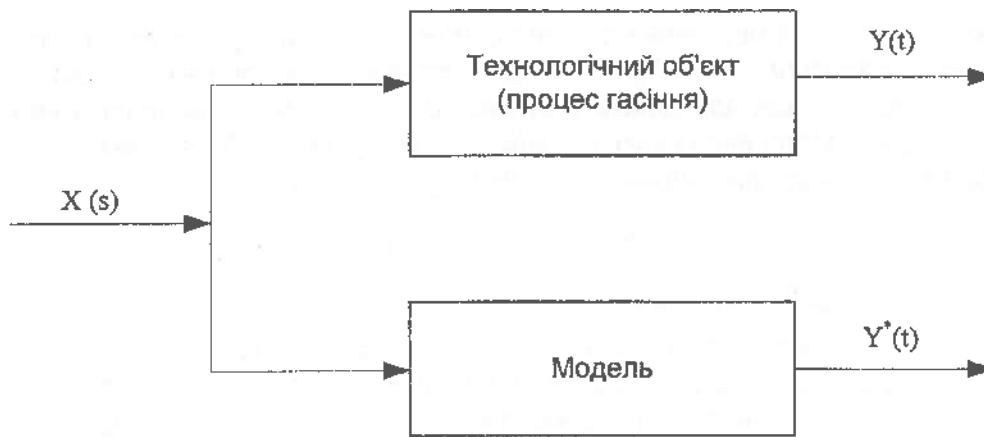


Рис. 4. Схема ідентифікації технологічного об'єкта.

Істинною характеристикою об'єкта є невідомий оператор A_t який, згідно з (11) встановлює зв'язок між $X(s)$ і $Y(t)$. За реалізаціями $X(s)$ і $Y(t)$ необхідно визначити оператор A_t^* , який є характеристикою моделі даного технологічного процесу. Оператор A_t^* встановлює зв'язок між входом $X(s)$ і виходом $Y^*(t)$ моделі:

$$Y^*(t) = A_t^* X(s) \quad (12)$$

За таких обставин при максимальному наближенні оцінки A_t^* до оператора A_t вихід моделі $Y^*(t)$ буде максимально наближеним до виходу об'єкту $Y(t)$:

$$\{ A_t^* \rightarrow A(t) \} \rightarrow \{ Y^*(t) \rightarrow Y(t) \} \quad (13)$$

Для того, щоб конкретизувати задачу, введемо функцію похибки (функцію втрат), яка залежить від вихідних змінних $Y(t)$ об'єкта і $Y^*(t)$ моделі, але не залежить від оператора A_t . Позначимо цю функцію через $\vartheta[Y(t), Y^*(t)]$ і накладемо на неї вимогу мінімального середнього значення (математичного очікування):

$$M \{ \vartheta[Y(t), Y^*(t)] \} \rightarrow \min. \quad (14)$$

Тепер задача побудови моделі набуває строгого змісту. Задано процес гасіння і при його нормальному здійсненні отримано реалізацію вхідної $X(s)$ і вихідної $Y(t)$ випадкових функцій. Необхідно за цими реалізаціями знайти оптимальну оцінку A_t^* невідомого оператора A_t об'єкта як мінімум математичного очікування функції похибки $\vartheta[Y(t), Y^*(t)]$. Вибір конкретного критерію для постановки і вирішення задачі побудови математичної моделі процесу гасіння роботизованою установкою залежить від конкретних умов протікання цього процесу. У практичних додатках для вирішення задач точності найчастіше використовують критерій мінімуму середнього квадрату відносної похибки [4, 5, 6], тобто

$$M \{ \vartheta[Y(t), Y^*(t)] = M \{ [Y(t) - Y^*(t)]^2 \} \rightarrow \min \quad (15)$$

Для лінійних стаціонарних стохастичних моделей, якими є динамічні моделі роботизованих установок, величина згаданого критерію (функції похибки) лежить у межах 14 ... 18 %.

Висновки. Отже з визначень видно, що проєкції лінійних та кутових похибок робота можна отримати як лінійні форми від кутових і лінійних похибок модулів. При цьому найбільший вплив здійснюють похибки модулів, які розташовані ближче до основи робота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. – М.: Высшая школа, 1986. - 264 с.
2. Дашенко А.И., Золотаревский Ю.М., Ламин И.И. и др. Технологические основы агрегатирования сборочного оборудования. – М.: Машиностроение, 1991. – 263 с.
3. Механика промышленных роботов: В 3 кн./ Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. – М.: Высшая школа, 1989.
4. Бербюк В.Е., Демидюк М.В., Ивах Г.Ф. Задачи оптимизации конструкций и законов управления движения электромеханических манипуляторов // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика, 1987. - №3-С. 113-123.
5. Точность производства в машиностроении и приборостроении / Под ред. А.Н. Гаврилова, 1973. - 567 с.
6. Veitscheger W., Wu C. Robot accuracy analysis // IEEE Proc. Int. Conf. and Soc. - Tucson, Arizona, 1985. - P. 425-430.

Д.В. Руденко, О.Э. Васильева, к.т.н., доцент

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРОЦЕССА ТУШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНОЙ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОЙ УСТАНОВКОЙ (РОБОТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКОЙ)

Определены погрешности отклонений относительно оси во время изменения движения шасси и управления поворотной башней автономной дистанционно управляемой установки

Ключевые слова: роботизированные установки, погрешности позиционирования, улучшение тушения

D.V. Rudenko, O.Ye. Vasylyeva, Candidate of Science (Engineering), Docent

INITIAL STATUTES OF TECHNOLOGICAL PROVIDING OF EXACTNESS OF PROCESS OF EXTINGUISHING ARE FOR HELP OF THE AUTONOMOUS REMOTELY GUIDED SETTING

The error deviation calculation as to an axis during the motion change of chassis and management of rotary tower of automotive remote control unit is conducted

Keywords: technical robot options, errors of keeping, improvement of extinguishing

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Університет готує фахівців на факультетах:

- пожежної та техногенної безпеки;
- цивільного захисту;
- пожежно-рятувальної справи;
- заочного та дистанційного навчання;
- інформаційної та транспортної безпеки;
- післядипломної освіти.

Університет здійснює прийом на навчання:

- за освітньо-професійними програмами підготовки бакалавра:

Галузь знань	Напрямок підготовки	Перелік предметів, з яких проводиться конкурсний відбір
1702 Цивільна безпека	6.170203 Пожежна безпека	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Фізика
	6.170202 Охорона праці	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Фізика
	6.170201 Цивільний захист	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Фізика
1701 Інформаційна безпека	6.170103 Управління інформаційною безпекою	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Фізика
0701 Транспорт та транспортна інфраструктура	6.070101 Транспортні технології	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Фізика
0401 Природничі науки	6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування	1. Математика 2. Українська мова та література 3. Біологія або хімія (за вибором)
0301 Соціально-політичні науки	6.030103 Практична психологія	1. Історія України 2. Українська мова та література 3. Біологія

Прийом до Університету за освітньо-професійними програмами підготовки бакалавра здійснюється за конкурсом на підставі результатів незалежного зовнішнього оцінювання навчальних досягнень кандидатів на навчання та/або вступних випробувань.

Прийом документів проводиться у такі терміни:

- на денну форму навчання— з 15 липня до 31 липня;
- на заочну форму навчання — з 16 серпня до 12 вересня.

Кандидати на навчання за державним замовленням обов'язково проходять:

- медичний огляд військово-лікарською комісією;
- психофізіологічне тестування (оцінка рівня нервово-психологічної стійкості та оцінка спроможності вступника виконувати в майбутньому обов'язки працівника оперативно-рятувальних підрозділів МНС України);
- оцінку рівня фізичної підготовки (виконання спортивних нормативів).

Сертифікати з кількістю балів нижче 124 балів до участі у конкурсному відборі не допускаються.

Оцінювання знань, рівня фізичної підготовки абітурієнтів на вступних випробуваннях у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності здійснюється за 100-бальною шкалою від 100 до 200 балів.

Під час конкурсного відбору результати випробування з оцінки рівня фізичної підготовки враховуються нарівні з результатами зовнішнього незалежного оцінювання.