

УДК 681.3.06

*Запропонована марківська модель дозволяє моделювати параметри якісних дій, направлених на покращення рівня досконалості показників функціонування навчального закладу*

*Ключові слова: моделювання, однорідний марківський ланцюг*

*Предложенная марковская модель позволяет моделировать параметры качественных действий, направленных на улучшение уровня функционирования учебного заведения*

*Ключевые слова: моделирование, однородная марковская цепь*

*The developed Markov model allows to design the parameters of high-quality actions, directed on the improvement of level of perfection of indexes of functioning of educational establishment*

*Keywords: homogeneous homogeneous chain of Markov*

## ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОРІДНОГО МАРКІВСЬКОГО ЛАНЦЮГА З ДИСКРЕТНИМ ЧАСОМ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

**Г. Г. Оборська**

Кандидат технічних наук, старший викладач\*

Контактний тел.: 050-336-27-09

E-mail: oborska@ukr.net

**О. В. Власенко**

Асистент\*

Контактний тел.: 067-488-30-13

E-mail: olena.vlasenko@gmail.com

\*Кафедра управління системами безпеки життєдіяльності  
Одеський національний політехнічний університет  
пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044

### Вступ

Проектне управління якістю діяльності навчального закладу (НЗ) включає підсистеми управління організаційною структурою закладу, технологіями і процесами навчання, зовнішніми та внутрішніми комунікаціями, стратегією розвитку навчального закладу щодо кадрового забезпечення та оснащення сучасним обладнанням тощо. У даний час гарантією якості освіти стає контроль якості діяльності НЗ на базі національних систем атестації і акредитації. Стандарти і Директиви для гарантії якості Вищої освіти в Європейському регіоні, що розроблені ENQA, декларують, що оцінка НЗ є відправною точкою для ефективної гарантії якості [1].

### Аналіз сучасних підходів та задачі досліджень

Дотепер відсутні вичерпні дослідження в області управління системами якості НЗ, немає загальноприйнятих, формалізованих підходів оцінювання результатів діяльності НЗ [2 – 4]. Кількісне оцінювання (вимірювання) якості освіти відноситься до найбільш складних задач і є найменш дослідженим, тоді як необхідність, актуальність і практичне значення таких робіт достатньо велика.

У разі визначення якості діяльності НЗ та його оцінювання експерти зазвичай враховують такі складові навчального середовища [4]:

– державні еталони та стандарти діяльності кожної категорії працівників;

– методіку експертного оцінювання, що містить задані параметри розвитку НЗ і критерії оцінок цих параметрів та спосіб оцінювання;

– технологію контролю, яка поєднує процеси зовнішньої оцінки та самооцінки з поточним корегуванням та поліпшенням процесів, що спрямовані на досягнення певних результатів.

Рекомендації [2] щодо експертного оцінювання діяльності НЗ орієнтують на використання ступенів досконалості показників функціонування з переводом нечітких висловлювань експертів у бальні оцінки (табл. 1).

У відповідності до табл. 1 пропонується модель станів - «модель 5Н» - п'яти рівнів досконалості (критеріїв): **Незадовільно**, **Нижче норми**, **Норма**, **Нормативи перевищені**, **Набагато вище норми**. Ця модель є універсальною і може бути застосована для будь-яких показників і їх складових, що характеризують основні аспекти діяльності НЗ з позицій менеджменту якості.

Для оцінки рівня досконалості системи якості за всіма показниками і складовими процесів з урахуванням вимірювань розроблені спеціальні кваліметричні шкали, які вербально описують п'ять впорядкованих рівнів досконалості або стадії поліпшення показників

якості діяльності НЗ і їх складових. Цим п'ятьом рівням досконалості поставлена у відповідність 5-ти бальна числова шкала (табл. 1).

Перехід показника з одного рівня досконалості до наступного, вищого, здійснюється за допомогою різних методів і прийомів застосування принципів проєктного управління і пошуку заходів для постійного поліпшення процесів і технологій навчання. Перехід з одного рівня досконалості на другий значною мірою визначається якістю даного показника і залежить від того, якою мірою замовник задоволений всіма характеристиками діяльності НЗ взагалі, і кожним показником окремо.

Ступені досконалості показників функціонування НЗ

Ступінь досконалості	Характеристика стану у моделі 5Н	Бал	Стан
Немає формального підходу (незадовільно)	Немає системного підходу, немає результатів, низькі або не прогнозовані результати	1	D1
Реагувальний підхід (нижче норми)	Реактивне управління для усунення проблем чи коригування, наявні мінімальні дані про результати стосовно поліпшування	2	D2
Стабільний формальний системний процес (норма)	Системний підхід, в основу якого покладено процеси, початкова стадія систематичних поліпшень, наявні дані про відповідність цілям та існування тенденцій до поліпшення	3	D3
Зосередженість на постійному поліпшуванні (нормативи перевищені)	Застосовують процес поліпшування, добрі результати і сталі тенденції до поліпшення	4	D4
Найкращі показники (набагато вище норми)	Активно інтегрований процес поліпшування, продемонстровані найкращі результати за зівставною оцінкою з відомими еталонами	5	D5

**Розробка моделі 5Н для оцінки ефективності діяльності НЗ**

Оцінювання діяльності НЗ розвивається як випадковий процес, хід і результат, якого залежать від ряду випадкових чинників, що впливають на його показники і загальні результати діяльності.

У першому наближенні рівні досконалості  $d_i$  можна виразити як відношення  $q_i$  фактичного рівня задоволення потреб споживачів до  $q_n$  нормативного показника, визначеного освітньо-кваліфікаційною характеристикою фахівця:

$$d_i = \frac{q_i}{q_n}$$

де  $i$  – індекс показника діяльності НЗ,  $i=1,2,\dots,m$ .

Оскільки всі показники є рівноправними, то їх вплив на узагальнену оцінку  $D$  рівня досконалості організації навчального процесу у НЗ можна розглядати за схемою випадкових паралельних процесів, для яких

$$D=1-\sum_{i=1}^m(1-d_i)$$

$$D=\{p_1(t),p_2(t),p_3(t),p_4(t),p_5(t)\}$$

де  $d_i$  – ймовірнісна величина рівня досконалості НЗ за  $i$ -им показником;

$p_j(t)$  – ймовірність знаходження об'єкта у стані  $j; j=1,\dots,5$  у момент часу  $t$ .

Модель 5Н дозволяє виконати якісну оцінку ефективності діяльності НЗ у різних напрямках і розробляти найбільш ефективну стратегію просування конкретного показника на вищий рівень досконалості. Ймовірнісна суть моделі 5Н може бути відображена за допомогою марковських процесів, яким властиве те, що для кожного моменту часу  $t_0$  ймовірність будь-якого

Таблиця 1

стану показника в майбутньому при  $t>t_0$  залежить тільки від стану при  $t=t_0$  і не залежить від того, коли і яким чином система прийшла в цей стан.

**Математичний опис та рішення марківського ланцюга з дискретним часом для моделі 5Н**

Опишемо однорідний марковський ланцюг з дискретними станами і дискретним часом, що змінюється по кроках і обчислюється за допомогою методу ймовірності станів [5]. Під кроком розумітимемо деякий комплекс реалізованих заходів-дій на об'єкт, який змінює показник  $D$ .

Нехай у будь-який момент часу  $t$  (після будь-якого  $k$ -го кроку) показник  $D$  може бути в одному із станів:  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ , тобто здійсниться одне з повної групи несумісних подій:  $D_1^{(k)}, D_2^{(k)}, \dots, D_n^{(k)}$ . У такому випадку показник  $D$  може змінюватись на кожному кроці  $k$

$$D=\{p_1(k),p_2(k),\dots,p_n(k)\}$$

Позначимо ймовірність знаходження об'єкта у станах  $j; j = 1$  у моменти завершення кроків  $k$ :

$$k = 1; p_1(1) = p(D_1^{(1)}); p_2(1) = p(D_2^{(1)}); \dots p_n(1) = p(D_n^{(1)}).$$

$$k = 2; p_1(2) = p(D_1^{(2)}); p_2(2) = p(D_2^{(2)}); \dots p_n(2) = p(D_n^{(2)});$$

.....

$$k = L; p_1(L) = p(D_1^{(L)}); p_2(L) = p(D_2^{(L)}); \dots p_n(L) = p(D_n^{(L)}).$$

Ймовірності  $p_1(k), p_2(k), \dots, p_n(k)$  являються ймовірністю стану однорідного марковського ланцюга, в якому перехідні ймовірності не залежать від номеру кроку. З огляду на властивість ймовірності несумісних дій, що утворюють повну групу, для кожного кроку  $k$ :

$$p_1(k) + p_2(k) + \dots + p_n(k) = 1$$

Наведені вище залежності дозволяють виконати моделювання ефективності впливу комплексу реалізованих заходів-дій  $X$  на конкретний критерій. Випадковий процес (марковський ланцюг) можна представити, як переміщення точки (показник  $D_i$ ) по графу станів випадковим чином з перескакуванням із одного стану на інший у моменти  $t_1, t_2, \dots, t_k$ , які відповідають часу дії деякого комплексу реалізованих заходів. При цьому стан  $D_i$  може не змінюватися у деяких кроках (рис.1). Тому для будь-якого кроку (моменту часу  $t_1, t_2, \dots, t_k$ ) існують ймовірності переходу показника із деякого стану в будь-який інший, а також ймовірність затримки показника у даному стані. При дослідженні безперервних і дискретних випадкових ланцюгів користуємось графічним представленням функціонування системи. Граф станів показника представляє собою сукупність вершин, що зображають можливі стани показника  $D_i$ , і сукупність гілок, які відображають можливі переходи показника із одного стану в інший.

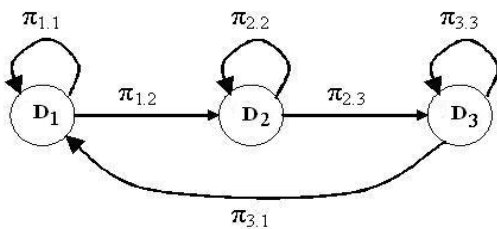


Рис. 1. Розмічений граф станів системи

Перехідні ймовірності  $\pi_{ik}$   $\{i = 1..n; k = 1..n; n=3\}$  можуть бути отримані експертними методами. «Ймовірності затримки»  $\pi_{ii}$ , доповнюють до одиниці суму перехідних ймовірностей щодо переходу до інших станів. Наприклад, для стану  $D_1$  справедливе рівняння:  $\pi_{11} = 1 - (\pi_{1,2} + \pi_{1,3})$ .

На основі матриці перехідних станів, при умові, що початковий стан показника відомий, можна знайти ймовірності станів  $p_1(k), p_2(k), \dots, p_3(k)$  після кожного  $k$ -го кроку управлінських дій на даний показник. Так як в початковий момент показник знаходиться у стані  $D_1$ , то можна прийняти  $p_1(0) = 1$ . Ймовірності станів після першого кроку беруться з першого рядка матриці.

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{vmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & 0 \\ 0 & \pi_{22} & \pi_{23} \\ \pi_{31} & 0 & \pi_{33} \end{vmatrix}$$

Ймовірності станів другого і наступного будь-якого  $k$ -го кроку:

$$p_i(k) = \sum_{j=1}^m [p_j(k-1) \cdot \pi_{ji}]_{m=3}; \quad i=1, 2, 3.$$

Система рівнянь для розрахунку ймовірностей має вигляд:

$$\begin{aligned} p_1(k+1) &= p_1(k) \cdot \pi_{1,1} + p_2(k) \cdot \pi_{2,1} + p_3(k) \cdot \pi_{3,1} \\ p_2(k+1) &= p_1(k) \cdot \pi_{1,2} + p_2(k) \cdot \pi_{2,2} + p_3(k) \cdot \pi_{3,2} \\ p_3(k+1) &= p_1(k) \cdot \pi_{1,3} + p_2(k) \cdot \pi_{2,3} + p_3(k) \cdot \pi_{3,3} \end{aligned}$$

Вважаючи на відсутність деяких зв'язків системи, система рівнянь запишеться таким чином:

$$\begin{aligned} p_1(k+1) &= p_1(k) \cdot \pi_{1,1} + 0 + p_3(k) \cdot \pi_{3,1} \\ p_2(k+1) &= p_1(k) \cdot \pi_{1,2} + p_2(k) \cdot \pi_{2,2} + 0 \\ p_3(k+1) &= 0 + p_2(k) \cdot \pi_{2,3} + p_3(k) \cdot \pi_{3,3} \end{aligned}$$

У цій системі рівнянь шість змінних, перехідні ймовірності відомі. Маємо у трьох рівняннях шість невідомих. Для вирішення цієї системи необхідно, щоб число рівнянь дорівнювало числу невідомих, тобто необхідно додати, виходячи з початкових умов, ще три рівняння. Зазвичай у якості відомих змінних задають ймовірності станів на  $k$ -му кроці:

$$\begin{aligned} p_1(k) &= a \\ p_2(k) &= b \\ p_3(k) &= c \end{aligned}$$

де  $a + b + c = 1$ ;  $a$  номер кроку змінюється від нуля до  $n - k = 0, 1, 2, \dots, n$ .

В цьому випадку три змінні – ймовірності станів на  $(k+1)$ -ому кроці розраховується з наведених систем.

Проведемо перевірочні перетворення. Для цього сумуємо всі три рівняння першої системи та після приведення подібних членів отримаємо:

$$p_1(k+1) + p_2(k+1) + p_3(k+1) = p_1(k) \cdot (\pi_{1,1} + \pi_{1,2}) + p_2(k) \cdot (\pi_{2,2} + \pi_{2,3}) + p_3(k) \cdot (\pi_{3,1} + \pi_{3,3})$$

Суми перехідних ймовірностей, наведених у дужках, дорівнюють одиниці по визначенню, тому можна записати:

$$p_1(k+1) + p_2(k+1) + p_3(k+1) = p_1(k) + p_2(k) + p_3(k)$$

Отже, з цього слідує, що на кроці  $k$ , на кроці  $(k+1)$  та будь-яких інших сума ймовірності станів дорівнює одиниці.

Вказаними властивостями володіють стани якісної моделі 5Н, граф якої приведений на рис. 2.

Позначимо через  $D$  можливі ступені показника, викликані проведенням деяких заходів  $X$  (рис. 1):  $D_1$  – незадовільно;  $D_2$  – нижче норми;  $D_3$  – норма;  $D_4$  – нормативи перевищені;  $D_5$  – набагато вище норми.

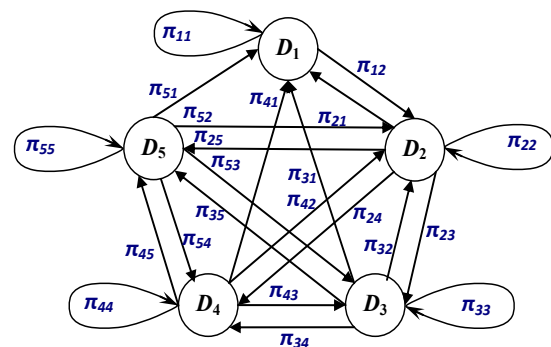


Рис. 2. Розмічений граф станів моделі 5Н

Стан системи представлений у вигляді розміченого графа (рис. 2), де стрілками вказані можливі переходи

із одного стану в інший за один крок і позначені перехідні ймовірності  $\pi_{ik} \{i=1...n; k=1...n; n=5\}$ . Стани системи, тобто можливі рівні досконалості, а також засоби впливу для зміни стану системи вказані вище.

Матриця переходів дозволяє побудувати прогноз станів системи на декілька кроків вперед. Марківський ланцюг (рис. 2) дозволяє моделювати стан рівня досконалості системи у залежності від тих або інших дій на різні показники. Для цього достатньо задати збурення (дію) відповідної ймовірності у матриці переходів щоб оцінити наслідки різних управлінських дій на оцінку якості діяльності НЗ. Під дією управлінських, інвестиційних заходів, маркетингових досліджень значення показника може або покращитися, або стати гіршим, або залишитися таким же. Припустимо, що за певним показником спостерігається погіршення діяльності НЗ. За допомогою марківської моделі можна визначити проблемні ймовірності переходу ліній, які характеризують недостатній ступінь дії на показник. З урахуванням побудованої залежності збільшення ймовірності переходу від кількості дій на показник проводиться корегування значень ймовірності в матриці переходу і визначається необхідне число дій.

Отримані ймовірності всіх результатів проведеного комплексу дій дозволяють прогнозувати ефективність діяльності НЗ. На рис. 3 приведено приклад результатів моделювання станів системи у процесі проведення комплексу заходів.

Результати моделювання показують, що ймовірність перебування показника в незадовільному стані при деякій дії на цей показник, достатньо швидко зменшується, досягаючи мінімального значення (крива – 1).

Ймовірність стану, при якому показник знаходиться в стані “нижче норми” (крива – 2), спочатку збільшується до максимуму, а потім зменшується за рахунок недостатнього впливу на цей показник ефективних дій.

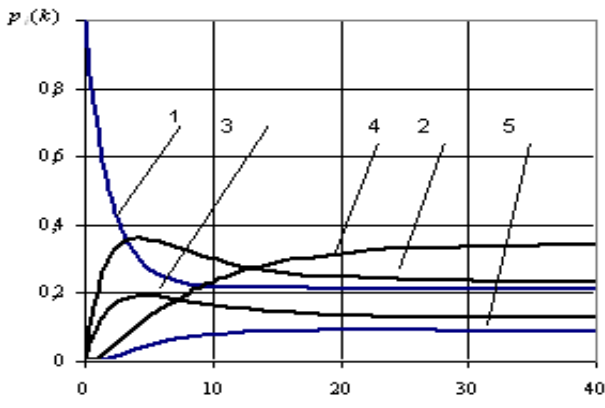


Рис. 3. Зміна ймовірності стану показника у процесі проведення комплексу заходів-дій X: 1 – незадовільно; 2 – нижче норми; 3 – норма; 4 – нормативи перевищені; 5 – набагато вище норми;  $P_{51} > 0$

Ймовірність стану, при якому показник знаходиться в стані “норма” (крива – 3) повторює з деяким запізненням характер зміни кривої 2, відрізняючись від неї меншим значенням ймовірності і більш плавною зміною значень: до 7-го кроку вплив дій збільшується,

а потім приймає деяке постійне значення. Тому після 7 кроку можна припинити вплив на цей показник.

Крива 4 – ймовірність стану показника “нормативи перевищені” має тенденцію на покращення ймовірності переходу показника в цей стан з кожним кроком управляючих дій. І через деякий час приймає постійне значення.

Крива 5 відображає ріст ймовірності стану показника “набагато вище норми” від кроків ефективних дій і показує, що ймовірність переходу показника в цей стан після ряду заходів-дій суттєво не збільшується, приймаючи невелике постійне значення. Залежність 5 на рис. 2 відображає незначне підвищення ймовірності переходу при  $\pi_{51}=0,2$ . Тобто, коли показник знаходиться в “незадовільному” стані, то ймовірність його переходу в стан “набагато вище норми” дуже мала і ніякі управляючі дії не зможуть позитивно вплинути на цю ситуацію.

Отримані результати підтверджують якісні оцінки, виконані з використанням моделі 5Н. Аналізуючи залежності, можна надати рекомендації управлінському складу НЗ: не треба доводити жоден показник діяльності НЗ до незадовільного стану, так як вивести його в позитивний стан буде складно.

Змоделюємо ситуацію, коли показник діяльності НЗ не переходить у незадовільний стан, тобто  $P_{51}=0$  (рис. 4). Коли значення показника не опускається до незадовільного стану, то існує ймовірність перевести його в позитивний стан, і з кожним кроком управляючих дій ця ймовірність збільшується – крива 5, «набагато вище норми».

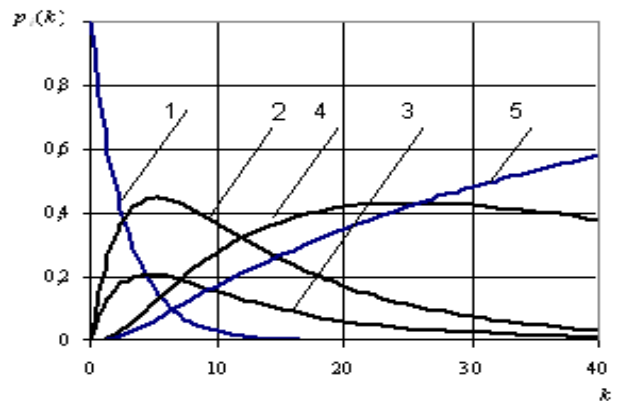


Рис. 4. Зміна ймовірності стану показника у процесі проведення комплексу засобів - дій X: 0 – незадовільно; 1 – нижче норми; 2 – норма; 3 – нормативи перевищені; 4 – набагато вище норми;  $P_{51}=0$

Отримані результати дозволяють запропонувати метод удосконалення діяльності на основі прогнозування стану показників якості діяльності НЗ із застосуванням моделі 5Н (рис. 4). Якщо при проведенні самоаналізу та при порівнянні професійної діяльності випускника з вимогами замовника і нормативними показниками спостерігається невідповідність, то особи які приймають рішення пропонують комплекс управлінських дій на покращення кожного показника. Для визначення оптимального комплексу дій можна спрогнозувати ці дії за допомогою моделі 5Н.

### Висновки

Приведений метод оцінки результативності ряду випадкових факторів, які супроводжують показники, може використовуватися в системах оцінки діяльності

НЗ. Розроблено математичний опис моделі 5Н та рівнів досконалості показників у вигляді марковських процесів. Запропонований підхід дозволяє моделювати параметри якісних дій  $X$ , направлених на покращення рівня досконалості кожного показника.

### Література

1. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти. – Київ : Ленвіт, 2006. – 36 с. : ISBN 966-7043-96-7
2. ДСТУ-П ІWA 2:2007. Системи управління якістю. Настанови щодо застосування ISO 9001:2000 у сфері освіти (Чинний від 2008-01-01). – Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – 70 с.
3. Практические рекомендации по выбору типовой модели системы управления качеством образования для вузов и ссузов. [Текст] – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. – 209 с.
4. Яковенко В.Д. Узагальнений показник ефективності в управлінні якістю діяльності навчального закладу [Текст] / О.Є. Яковенко, А.Ф. Ускач, В.Д. Яковенко // – К. : Вища освіта України. – Додаток 3 (т.6) – 2007. – С. 311.
5. Оборская А.Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами [текст] / А.Г. Оборская, В.Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. - Спецвып.: «Компьютерные и информационные системы.» - Одесса : ОНПУ, 2005. - С. 31 – 34.

*На основі аналізу, попереднього досвіду і теоретичних досліджень розроблена модель оцінки результативності виробничого процесу за параметрами прибутковості і рівня використання потужностей виробничої бази підприємства автосервісу. Визначено вимоги та умови використання моделі*

*Ключові слова: результативність процесу, показники, оцінка якості*

*На основании анализа, предыдущего опыта и теоретических исследований разработана модель оценки результативности производственного процесса по параметрам прибыльности и уровня использования мощностей производственной базы предприятия автосервиса. Определены требования и условия использования модели*

*Ключевые слова: результативность процесса, показатели, оценка качества*

*On the basis of the analysis, the previous experience and theoretical researches the model of an estimation of the enterprise of car-care centre is developed. Requirements and conditions of use of model are defined*

*Keywords: productivity of process, indicators, a quality estimation*

УДК 629.113.004

## ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА АВТОСЕРВІСУ

**С. М. Мастепан**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра "Технічна експлуатація і автосервіс"  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
м. Харків, Україна  
E-mail: mastepansn@mail.ru

**В. С. Кузьмін**

Асистент\*  
Контактний тел.: 050-863-89-76  
E-mail: vsk85@yandex.ru

**В. В. Масло**

Магістр\*  
E-mail: inst@adi.gorlovka.net  
\*Кафедра "Технічна експлуатація автомобілів"  
Автомобільно-дорожній інститут державного вищого  
навчального закладу "Донецький національний технічний  
університет"  
вул. Кірова, 51, м.Горлівка, 84646