
**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ**

УДК 368:519.86

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2021-3-14>**Цеслів О.В.**кандидат технічних наук, доцент,
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Tsesliv Olga**National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ COVID-19
НА ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА****ECONOMICO-MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19
INFLUENCE AT TRANSPORTATION COMPANY FUNCTIONING**

У статті розглянуто тенденції впливу COVID-19 на економічну ситуацію автотранспортного підприємства в Україні. В результаті пандемії Україна отримала скорочення виробництва, зниження доходів підприємств, збільшення безробіття, зубожіння населення. В роботі досліджуються наслідки пандемії на автотранспортному підприємстві. На прикладі невеличкого автотранспортного підприємства розглядається зменшення прибутків, рентабельності підприємства під час пандемії. Аналізуються можливості оптимізації основних витрат. В результаті поширення корона вірусу очікуване скорочення зайнятості працівників у пасажирських перевезеннях становить 21%. Проведений аналіз чутливості роботи в пандемію, який полягає в підстановці різних гіпотетичних значень критичних параметрів в фінансову модель проекту з подальшим їх розрахунком. Аналіз ситуації доводить необхідність розробки нових методів для управління та планування середніх і великих автотранспортних підприємств під час пандемії.

Ключові слова: безробіття, ВВП, економічна криза, коронавірус, COVID-19, пандемія, рецесія.

В статье рассмотрены тенденции влияния COVID-19 на экономическую ситуацию автотранспортного предприятия в Украине. В результате пандемии Украины получила сокращение производства, снижение доходов предприятий, рост безработицы, обнищание населения. В работе исследуются последствия пандемии на автотранспортном предприятии. На примере небольшого автотранспортного предприятия рассматривается уменьшение прибыли, рентабельности предприятия во время пандемии. Анализируются возможности оптимизации основных расходов. В результате распространения корона вируса ожидается сокращение занятости работников в пассажирских перевозках составляет 21%. Проведен анализ чувствительности работы в пандемию, который заключается в подстановке различных гипотетических значений критических параметров в финансовую модель проекта с последующим их расчетом. Анализ ситуации показывает необходимость разработки новых методов для управления и планирования средних и крупных автотранспортных предприятий во время пандемии.

Ключевые слова: безработица, ВВП, экономический кризис, коронавирус, COVID-19, пандемия, рецессия.

The article covers the trends of COVID-19 influence on the economic situation of the motor transport enterprise in Ukraine. As a result of the pandemic, Ukraine has seen a reduction in production, reduction of corporate incomes, an increase of unemployment, and impoverishment. The paper investigates the consequences of the pandemic the motor transport. In the example of a small trucking company, profits and profitability decrease of the company during a pandemic is considered. An economic-mathematical model based on net present value and internal profitability is created. By changing the key parameters of the model, the sensitivity analysis is performed, which consists of substituting various hypothetical values of critical parameters into the financial model of the project with their subsequent calculation. Calculated indicators of variation. The coefficient of variation used to estimate the risk per unit of return is calcu-

lated. Recommendations on the work of the enterprise after the pandemic are given. Possibilities of basic expenses optimization are analyzed. As a result of the spread of the coronavirus, the expected reduction in employment in passenger traffic is 21%. During a pandemic, bank loans and deposits are important. However, given the economic and political instability in the country, banks face significant difficulties in formulating and implementing effective interest rate policies. Interest rates on active and passive operations of the NBU have currently risen to 7.5%. Because any loans need to be given, the internal rate of return, or internal rate of return (IRR), is analyzed. The internal rate of return is calculated using the IRR function MS Excel. For the case considered in the work, it will be impossible to give loans. Substantial assistance during a pandemic should be state support. The situation in which enterprises found themselves during the pandemic proved the need to develop new methods for the management and planning of medium and large transport enterprises. Currently, all models are based on outdated and inaccurate methods, which leads to significant differences between the desired and achieved results.

Key words: unemployment, GDP, economic crisis, coronavirus, COVID-19, pandemic, recession.

Постановка проблеми. Всесвітня епідемія COVID-19 призвела до тисячних людських втрат у всьому світі, наклала суттєві обмеження на соціально-культурне життя населення і кардинально змінила тренди глобальної економіки. Важко спрогнозувати, які остаточні людські жертви та економічні втрати зазнає Україна в перспективі.

До пандемії на автомобільному транспорті забезпечувалася достатньо висока рентабельність пасажирських перевезень, яка знаходилася в межах 15-20%. Високі показники рентабельності автомобільних перевезень, трималися за рахунок належної експлуатаційно-ремонтної бази.

Новизною даного дослідження є визначення тенденцій впливу COVID-19 на економічну ситуацію автотранспортного підприємства в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Обговорення проблеми поширення корона вірусної хвороби відбувається у засобах масової інформації, де свої погляди висловлюють міністри, представники владних структур, провідні економічні експерти, соціологи та політологи, інші провідні фахівці з цього питання. Зокрема, А. Блінов [1], К. Лагард [2], В. Кацельсон [3] та ін.

Метою дослідження. Метою статті є дослідження стану і тенденцій впливу COVID-19 на економічну ситуацію автотранспортного підприємства в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Автопідприємство, що займається автоперевезеннями пасажирів, під час пандемії, намагається виконуючи всі обмеження залишитися рентабельним підприємством. Для реалізації цього плану є декілька варіантів. Визначимо ключові параметри, які впливають на прибуток підприємства та межі їх змін.

Дослідження проекту проведемо на основі чистої приведеної вартості і внутрішньої прибутковості. Чиста приведена вартість NPV – різниця між наведеними грошовими доходами і величиною початкових витрат (1):

$$NPV = -I + \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} \quad (1)$$

де

$$CF_k = [Q_k (P_k - V_k) - F - A](1 - T),$$

Q_k – обсяг пасажирів; P_k – тарифи на проїзд; V_k – витрати; A – амортизаційні витрати; T – кількість періодів. Чистий потік платежів містить як доходи – прибуток від виробничої діяльності і амортизаційні відрахування.

Дисконтний множник $\frac{1}{(1+r)^T}$ перераховує значення NPV через T періодів. Оскільки в NPV входять випадкові чинники, то і NPV теж випадкова величина. Тоді необхідно знайти її математичне сподівання $M(NPV)$ і стандартне відхилення σ_{NPV} . Позначимо: x – значення NPV , p – імовірність реалізації. Тоді математичне сподівання NPV визначаємо за формулою:

$$M(NPV) = \sum x_i p_i \quad (2)$$

$$D(NPV) = \sum x_i^2 p_i - (M(NPV))^2; \quad \sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)}$$

Отже під час пандемії існують певні обмеження, кількість пасажирів зменшується, а відповідно зменшуються доходи підприємства.

Одночасно змінюються витрати на оплату праці. Деякі компанії перевели своїх працівників на режим роботи «на дому», або змушені відправляти своїх працівників у відпустку. Щоб не звільняти працівників, їх переводять на певний відсоток від ставки. Внаслідок цього відбувається зuboжіння населення, що в майбутньому призведе до скорочення попиту на ряд товарів і послуг.

Автопідприємство має наступні показники (таблиця 1). Як змінюється прибуток при зменшенні кількості пасажирів показано на рисунку 1.

Розглянемо як зміняться показники, якщо в таблиці 1 зменшиться заробітна плата на 30% (рис. 2). Як при цьому змінюється рентабельність показано на рисунку 3.

Досягнути збільшення рентабельності можна за рахунок тарифу послуг (рис. 4).

Проведемо аналіз чутливості такого режиму роботи, який полягає в підстановці різних

Таблиця 1

Показники автопідприємства

№/п	Показники	Розрахунки в різних режимах роботи(грн)		
		1	Обсяг пасажирів	120000
2.0	Витрати на перевезення	932969,5	832969,5	742969,5
2.1	Витрати на оплату праці	52500	52500	52500
2.2	Витрати паливно-мастильних матеріалів	10400	10400	10400
2.3	Постійні витрати (F)	50000	50000	50000
2.4	Амортизація (A)	50000	40000	40000
2.5	Ставка дисконту (r)	0,2	0,2	0,2
2.6	Податки (T)	540000	450000	360000
2.7	Інші витрати операційної діяльності	230069,5	230069,5	230069,5
3	Дохід (бажаний)	15%	15%	15%
4	Повна собівартість з урахуванням рентабельності	867030,5	667030,5	457030,5
5	Інші доходи	1072914,925	957914,925	854414,925
6	Інвестиційна складова	112620,4	112620,4	112620,4
7	Повна собівартість, з урахуванням інвестиційної складової	230949,3	230949,3	230949,3
8	Тариф послуг	1303864,225	1188864,225	1085364,225
9	Прибуток	15	15	15
10	Рентабельність	496135,78	311135,78	114635,78

Таблиця 2

Розрахунок NPV за трьома сценаріями

Варіант реалізації	Параметр, що змінюється	Значення NPV грн.	Імовірність реалізації
Песимістичний	Зменшення обсягу пасажирів 20%	114635,78	0,3
Базовий	Базовий обсяг пасажирів, в умовах пандемії, 1000000	311135,78	0,6
Оптимістичний	Збільшення обсягу пасажирів 20%	507635,78	0,1

гіпотетичних значень критичних параметрів в фінансову модель проекту з подальшим їх розрахунком. Робиться припущення про зменшення цих параметрів на 20% і про їх збільшення на 20%. Після цього математично

розраховується «поріг», за яким існування підприємства є нерентабельним. Базовий обсяг пасажирів, в умовах пандемії, 600000.

Коефіцієнт варіації застосовується для оцінки ризику, що приходиться на одиницю прибутковості:

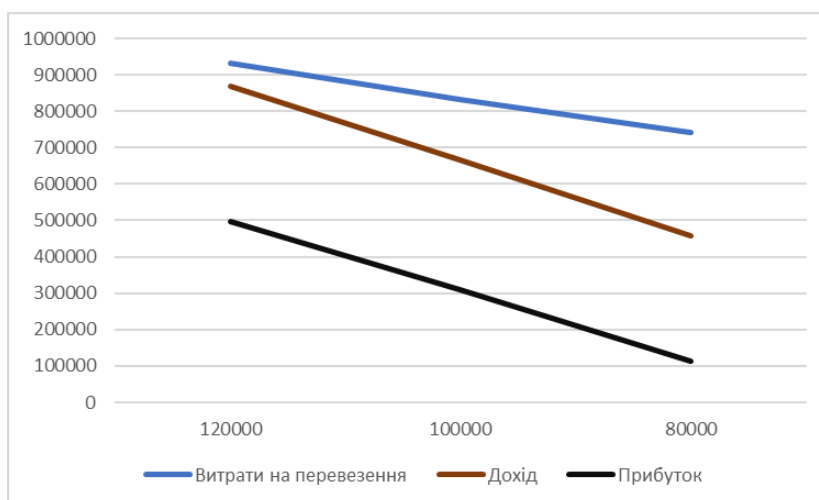


Рис. 1. Зміна прибутку при зменшенні кількості пасажирів

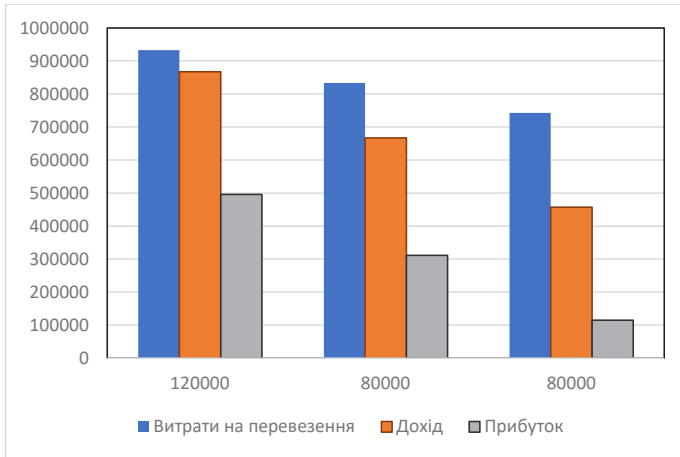


Рис. 2. Зміна прибутку при зменшенні заробітної плати

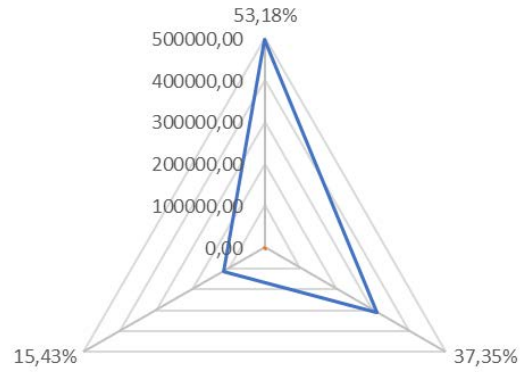


Рис. 3. Рентабельність підприємства при зміні обсягу пасажирів

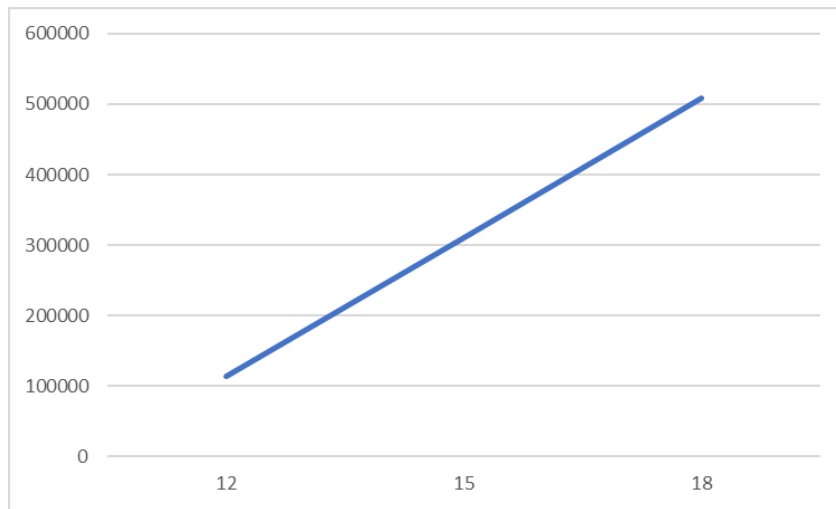


Рис. 4. Прибуток підприємства при збільшенні тарифу послуг, обсяг пасажирів 100000

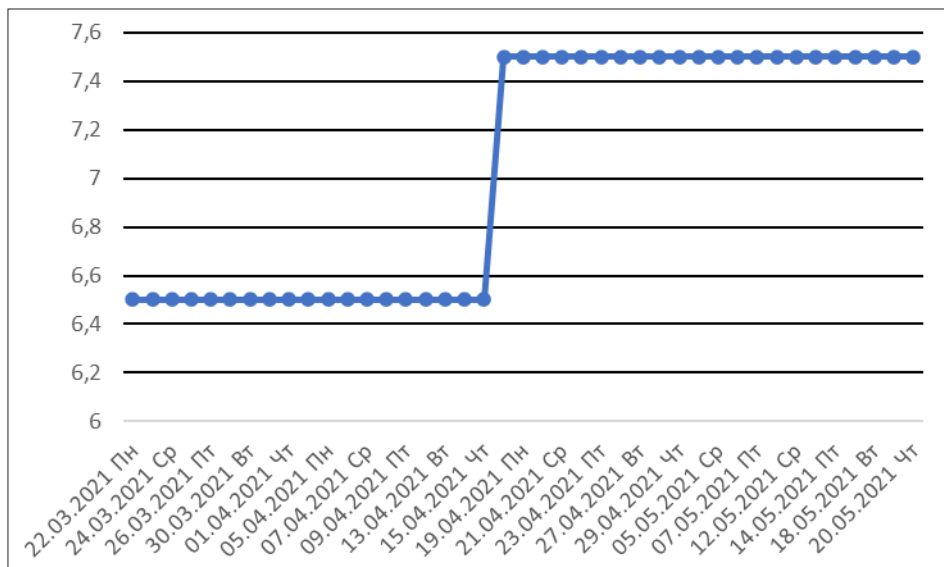


Рис. 5. Відсоткові ставки за активними та пасивними операціями НБУ з 22.03.2021 по 20.05.2021 (% річних)

$$CV = \frac{\sigma(NPV)}{M(NPV)} \quad (3)$$

Таблиця 3

Показники варіації	
Показники варіації	Значення
Математичне очікування	271835,78
Дисперсія	2,5 109
Середнє лінійне відхилення	196500
Коефіцієнт варіації	76%

Коефіцієнт варіації знаходиться в діапазоні від 0 до 100%. Чим більше коефіцієнт, тим більше коливання.

Значення коефіцієнта варіації свідчать про:

- слабкою коливання – до 10%;
- помірною коливання – 10-25%;
- високою коливання – понад 25%.

Оскільки коефіцієнт варіації є відносним показником, то на його значення не впливають абсолютні значення досліджуваних параметрів.

Проаналізувавши розрахунки бачимо, що збільшення пасажиропотоку на 20000 збільшує прибуток на 196500 грн. Аналогічний результат отримуємо збільшивши тариф на 3 грн. Тому попутки у київських передмістях подорожчали удвічі-утричі. Зменшення кількості пасажирів для даного підприємства в два рази робить роботу нерентабельною. Показники варіації наведені в таблиці 3.

Аналіз кризової ситуації доводить що тільки 16% компаній мали в своєму реєстрі ризик, схожий з ситуацією з COVID-19, тобто інші не були готові до ситуації.

Сьогодні основною задачею компаній є розробка плану безперервності діяльності компанії під час пандемії та після неї. Найперше, необхідно підвищити рівень використання нових технологій. Оскільки, очікується серйозний спад в діяльності компанії через масові банкрутства постачальників або споживачів. Частина співробітників будуть переведені на віддалений режим роботи, або скорочені. Деякі функції будуть переведені на аутсорсинг або скорочені.

Для тих хто вистроїть можливе збільшення ринку послуг за рахунок очищення ринку від конкурентів. Очевидно необхідною буде оптимізація діяльності та витрат. Суттєвим також буде підвищення кваліфікації персоналу та розвиток компетенцій. Пандемія супроводжується одночасним зниженням виробництва і доходів. Така ситуація вимагає втручання держави для надання допомоги найменш захищеним верствам населення, а також підтримки виробничої активності.

Під час пандемії, для розвитку економіки України велике значення мають кредитні та депозитні кредити банків. Проте за умов економічної і полі-

тичної нестабільності в країні банки стикаються зі значними труднощами у формуванні і реалізації ефективної процентної політики.

Як видно на рисунку 5, значення відсоткової ставки за активними та пасивними операціями НБУ зростає. Оскільки будь-які кредити необхідно віддавати, слід проаналізувати внутрішню норму рентабельності або внутрішню норму прибутку (IRR). Внутрішню норму прибутку, для нашого випадку можна розрахувати за допомогою функції ВСД (внутрішня ставка доходності).

Для нашого прикладу внутрішня ставка доходності дорівнює нулю, тобто віддавати кредити буде не можливо.

Висновки. В роботі досліджуються вплив COVID-19 на роботу невеликого автотранспортного підприємства в Україні, під час пандемії.

Розглянуто автопідприємство, що займається автоперевезеннями пасажирів, під час пандемії. Для того, щоб залишитись рентабельним, розглядаються різні варіанти. Визначені ключові параметри, які впливають на прибуток підприємства та межі їх змін. Створена економіко-математична модель на основі чистої приведеної вартості і внутрішньої прибутковості. Змінюючи ключові параметри моделі проведено аналіз чутливості, який полягає в підстановці різних гіпотетичних значень критичних параметрів в фінансову модель проекту з подальшим їх розрахунком. Розраховані показники варіації.

Обчислений коефіцієнт варіації, який застосовується для оцінки ризику, що приходиться на одиницю прибутковості. Подані рекомендації про роботу підприємства після пандемії.

В подальшому необхідно запропонувати методику моделювання процесів функціонування автотранспортних підприємств та визначення оптимальних значень показників ефективності на основі яких можна отримувати оптимальні управлінські рішення в епоху пандемії.

Список використаних джерел:

1. Блінов А. Вірус рецесії: чим обернеться епідемія COVID-19 і хто постраждає найбільше. *Слово і діло. Аналітичний портал*. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2020/03/18/pogljad/ekonomika/virus-recesiyichum-obernetsya-epidemiya-covid-19-xto-postrazhdaye-najbilshe> (дата звернення: 15.04.2021).
2. Коронавірус може призвести до масштабного економічного шоку в Європі – Лагард. *Суспільне*. URL: <https://suspilne.media/18912-koronavirus-moze-prizvesti-do-masstabnogo-ekonomichnogo-soku-v-evropi-lagard/> (дата звернення: 10.04.2021).

3. Каценельсон В. Коронавірус вб'є економіку? *НВ Преміум*. URL: <https://nv.ua/ukr/opinion/koronavirus-novini-yak-epidemiya-vpline-na-ekonomiku-kitayu-i-ssha-50074292.html> (дата звернення: 11.01.2021).
4. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание. Пер. с англ. Москва : «Вильямс», 2001. 912 с.
5. Онікієнко С.В. Постаудит інвестиційних проєктів. *Фінанси України*. 2001. № 1. С. 99–103.
6. Ястремська О.М. Інвестиційна діяльність промислових підприємств: методологічні та методичні засади. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2004. 488 с.

References:

1. Blinov A. (2020). Virus retsesii: chym obernetsia epidemiia COVID-19 i khto postrazhdaie naibilshe Slovo i dilo. Analitichnyi portal [Virus of the recession: how will the COVID-19 epidemic turn out and who will suffer the most]. Available at: <https://www.slovoidilo.ua/2020/03/18/pogljad/ekonomika/virus-recesiyi-chym-obernetsya-epidemiya-covid-19-xto-postrazhdaye-najbilshe> (accessed 15 April 2021).
2. Koronavirus mozhe pryzvesty do masshtabnoho ekonomichnoho shoku v Yevropi – Lahard (2020). *Suspilne*. [Coronavirus can cause a large-scale economic shock in Europe – Lagarde] Available at: <https://suspilne.media/18912-koronavirus-moze-prizvesti-do-masstabnogo-ekonomichnogo-soku-v-evropi-lagard/> (accessed 10 April 2021).
3. Katsenelson V. (2020). Koronavirus vbie ekonomiku? [Is the coronavirus hitting the economy?]. *NV Premium*. Available at: <https://nv.ua/ukr/opinion/koronavirus-novini-yak-epidemiya-vpline-na-ekonomiku-kitayu-i-ssha-50074292.html> (accessed 11 January 2021).
4. Takha Kh.A. (2001). Vvedenye v yssledovanye operatsyi [Introduction to Operations Research]. Moscow: "Williams", 912 p.
5. Onikiienko S.V. (2001) Postaudyt investytsiinykh proektiv [Onikinnko, S. V. Post-audit of investment projects]. *Finance of Ukraine*, no. 1, pp. 99–103.
6. Iastremska O.M. (2004) Investytsiina diialnist promyslovykh pidpriemstv: metodolohichni ta metodychni zasady [Investments in the diyalnist of fishing operations: methodological and methodical ambushes]. Kharkiv: VD "IN-Zhek", 488 p.