

УДК 656:338.47

Євсєєва О.О.

доктор економічних наук,
професор кафедри обліку і аудиту

Українського державного університету залізничного транспорту

**МОДЕЛЮВАННЯ ЯК НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГНОЗІВ
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ****MODELING AS A SCIENTIFIC BASIS OF FORECASTS
OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT****АНОТАЦІЯ**

У статті запропоновано методичний підхід до моделювання розвитку залізничного транспорту за п'ятьма математичними моделями: лінійною, логарифмічною, поліноміальною, степеневою, експоненціальною. Доведено, що використання методичного підходу дозволить поліпшити планування довгострокового розвитку залізничного транспорту за рахунок наукового обґрунтування показників, застосування багатофакторного аналізу, забезпечення порівнянності даних.

Ключові слова: моделювання, прогноз, залізничний транспорт, модель, інновації, управління, планування.

АННОТАЦИЯ

В статье предложен методический подход к моделированию развития железнодорожного транспорта по пяти математическим моделям: линейной, логарифмической, полиномиальной, степенной, экспоненциальной. Доказано, что использование методического подхода позволит улучшить планирование долгосрочного развития железнодорожного транспорта за счет научного обоснования показателей, применения многофакторного анализа, обеспечения сопоставимости данных.

Ключевые слова: моделирование, прогноз, железнодорожный транспорт, модель, инновации, управление, планирование.

ANNOTATION

The methodical approach to the modeling of the development of railway transport by five mathematical models: linear, logarithmic, polynomial, degree, exponential. It is proved that the use of the methodical approach will improve the long-term planning of development of railway transport at the expense of scientific substantiation of the indicators, the application of multivariate analysis, comparability of data.

Keywords: modeling, forecasting, railway transportation, model, innovation, management, planning.

Постановка проблеми. Залізничний транспорт сьогодні є найбільш важливим соціально-економічним утворенням національного господарського комплексу України. Його функціонування пронизує всі площини економіки і суспільного життя, тому його ефективний та сталий розвиток, пристосування до зовнішнього середовища, де відбуваються економічні та соціально-суспільні трансформації, укріплюються ринкові відносини, має надзвичайно важливе значення [1, с. 67]. У самій сфері залізничного транспорту набули незворотного характеру процеси зміни власності, структури вантажопотоків, взаємовідносин з іншими видами економічної діяльності. Усе це потребує глибокого осмислення, дослідження і напрацювання нових форм, методів і механізмів управління залізничним транспортом, нової загальної ідеології свого реформування, основою якої є економіка, цілком влаштована за ринко-

вими критеріями функціонування. Додається до цього і постійно зростаючий вплив зовнішньоекономічних чинників, таких як глобалізація ринків товарів і послуг, вільне перетікання капіталу в трансконтинентальних масштабах, вимоги Євро-союзу щодо майбутніх форм господарювання залізниць у сфері міждержавної взаємодії. Тому моделювання розвитку залізничного транспорту як наукове обґрунтування прогнозів є актуальною науковою проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання обґрунтування прогнозів розвитку соціально-економічних систем та залізничного транспорту розглядали такі вчені, як Пакуліна А.А. [2], Пакулін С.Л. [2; 3], Божок Н.О. [4], Давидова Т.В. [5], Дикань В.Л., Гненний О.М., Сич Є.М. Аналіз сучасних наукових досліджень свідчить про необхідність удосконалення методичних підходів до моделювання розвитку залізничного транспорту, важливість наукових розробок у цьому напрямку.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Сучасні наукові дослідження присвячені моделюванню окремих напрямків діяльності залізничного транспорту. Проте вітчизняна наука приділяє недостатньо уваги обґрунтуванню економіко-математичних моделей розвитку залізничного транспорту в цілому, які необхідні для прогнозування сталого системного розвитку залізничного транспорту держави, виявлення тенденцій його функціонування в єдиній концепції соціально-домінантного територіального розвитку, поглибленого опрацювання питання визначення пріоритетів такого розвитку, конкретних заходів щодо стабілізації та комплексного покращання ситуації в економіці України. Саме цим обумовлені актуальність і вибір теми дослідження.

Мега статті полягає в обґрунтуванні методичного підходу до моделювання розвитку залізничного транспорту за п'ятьма математичними моделями: лінійною, логарифмічною, поліноміальною, степеневою, експоненціальною; доведенні, що використання методичного підходу дозволить поліпшити планування довгострокового розвитку залізничного транспорту за рахунок наукового обґрунтування показників, застосування багатофакторного аналізу, забезпечення порівнянності даних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Моделювання грає важливу роль у процесі ефективного вирішення проблем розвитку залізничного транспорту (рис. 1).

Використання новітніх економіко-математичних методів і моделей у системному підході до реалізації варіантів розвитку залізничного транспорту дозволить прийняти таке рішення, яке при реалізації вимагало б мінімуму матеріальних і фінансових витрат при найвищій ефективності його використання. Це особливо важливо, ураховуючи економічні негаразди в державі, а також той факт, що оснащення залізничного транспорту здебільшого досить витратне і сягає десятків мільйонів доларів США. Тому наукове обґрунтування управлінських рішень щодо розвитку залізничного транспорту має першочергове значення для підвищення його економічної ефективності.

Моделювання розвитку залізничного транспорту сприяє науковому обґрунтуванню прогнозів.

У ході дослідження нами було розраховано прогнозні значення розвитку залізничного транспорту України за п'ятьма математичними моделями: лінійною, логарифмічною, поліноміальною, степеневою, експоненціальною. Прогноз розвитку залізничного транспорту України за показниками «Питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, відсотків», «Перевезення вантажів, млн. т», «Відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом, млн.» та «Пасажирооборот транспорту загального користування, млрд. пас. км» був здійснений на підставі даних табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка розвитку залізничного транспорту України

Рік	Перевезення вантажів залізничним транспортом, млн. т	Питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, відсотків	Відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом, млн.	Пасажирооборот залізничного транспорту загального користування, млрд. пас. км
1995	360	14	577	63,8
2000	357	23	499	51,8
2005	450	25	445	52,7
2006	479	26	448	53,2
2007	514	26	447	53,1
2008	499	25	445	53,1
2009	391	24	426	48,3
2010	433	24	427	50,2
2011	469	25	430	50,6
2012	457	25	429	49,3
2013	444	24	425	49,0
2014	386	24	389	35,9

Джерело: [6, с. 201, 202, 209, 210; 7, с. 112, 116, 117]

При кореляційному зв'язку зміна результативної ознаки Y обумовлена впливом факторних ознак x_i не цілком (як при функціональному зв'язку), а лише частково, оскільки можливий вплив інших чинників. Середнє квадратичне відхилення показує відхилення ознаки від загальної середньої. Коефіцієнт кореляції (апроксимації) говорить про тісноту зв'язку між факторною та результативною ознаками. Він вимірюється в діапазоні від -1

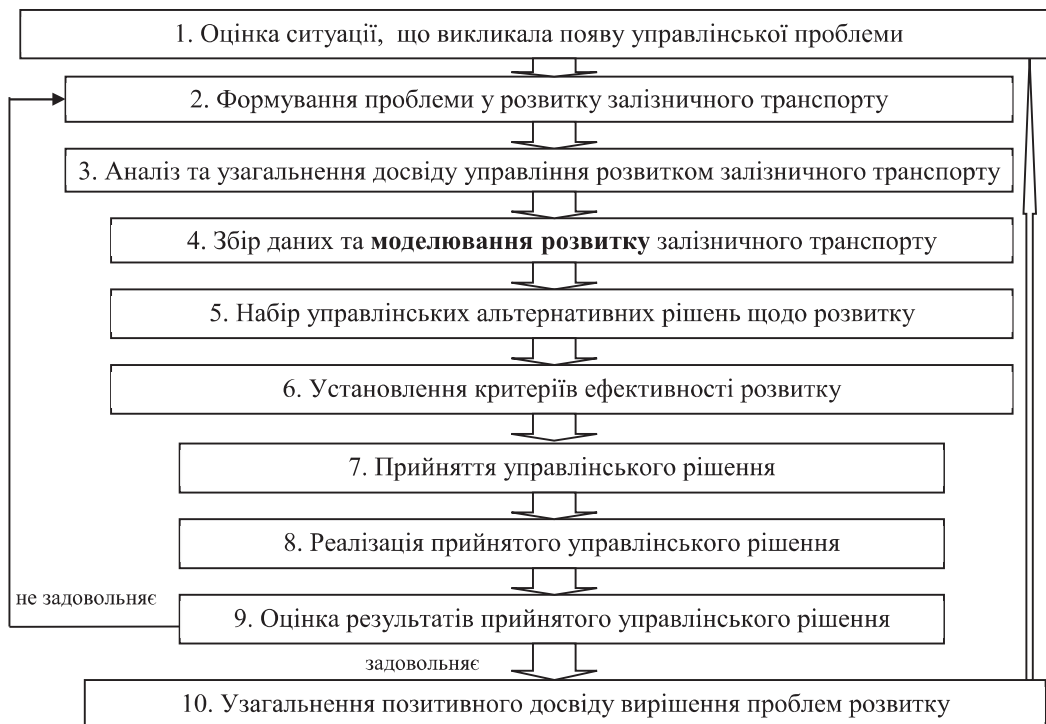


Рис. 1. Моделювання у процесі ефективного вирішення проблем розвитку залізничного транспорту

до +1: $R = [-1; +1]$. Чим ближче значення коефіцієнта кореляції до одиниці, тим тісніший кореляційний зв'язок, точніше знайдено нами залежність. Знак «+» перед коефіцієнтом кореляції говорить про те, що зв'язок прямий, тобто зі збільшенням x зростає Y , та навпаки.

Результати прогнозування питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням лінійної моделі наведено на рис. 2.

Лінійна модель має такий вигляд:

$$Y = 0,3741x + 21,318, \quad (1)$$

де Y – питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, %;
 x – роки.

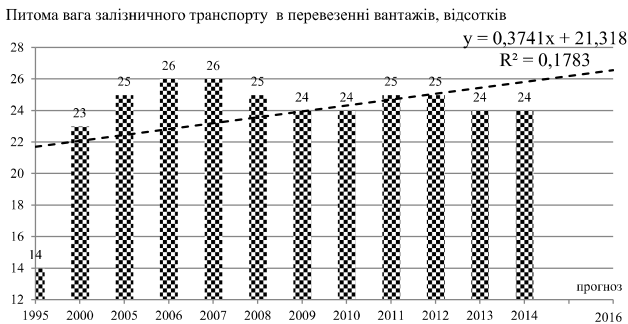


Рис. 2. Прогноз питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням лінійної моделі

Джерело: розроблено автором

Прогнозне значення питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів (2016 р.) у разі використання лінійної моделі складає 26,4%, величина достовірності апроксимації досить низька – 0,1783.

Результати прогнозування з використанням логарифмічної моделі наведено на рис. 3.

Логарифмічна модель має такий вигляд:

$$Y = 2,8143\ln(x) + 19,063. \quad (2)$$

Прогнозне значення питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів (2016 р.) у цьому разі складає 26,31%, величина достовірності апроксимації – 0,4434.



Рис. 3. Прогноз питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням логарифмічної моделі

Джерело: розроблено автором

Результати прогнозування з використанням поліноміальної моделі наведено на рис. 4.

Питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, відсотків

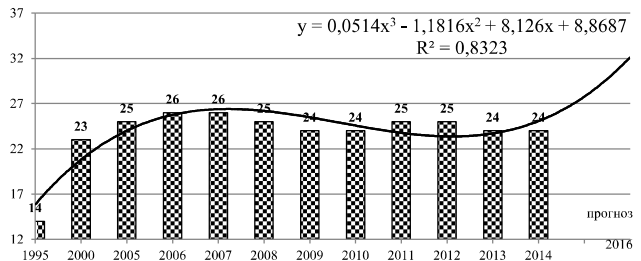


Рис. 4. Прогноз питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням поліноміальної моделі

Джерело: розроблено автором

Поліноміальна модель 3 міри має такий вигляд:

$$y = 0,0514x^3 - 1,1816x^2 + 8,126x + 8,8687. \quad (3)$$

Прогнозне значення питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів (2016 р.) у цьому разі складає 32,0%, величина достовірності апроксимації – 0,8223.

Результати прогнозування з використанням степеневі моделі наведено на рис. 5.

Степенева модель має такий вигляд:

$$18,299x^{0,1499}. \quad (4)$$

Питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, відсотків

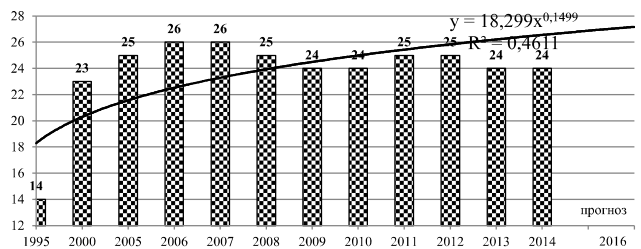


Рис. 5. Прогноз питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням степеневі моделі

Джерело: розроблено автором

Прогнозне значення питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів (2016 р.) у разі степеневі моделі складає 27,2%, величина достовірності апроксимації – 0,4611.

Результати прогнозування з використанням експоненціальної моделі наведено на рис. 6.

Питома вага залізничного транспорту в перевезенні вантажів, відсотків

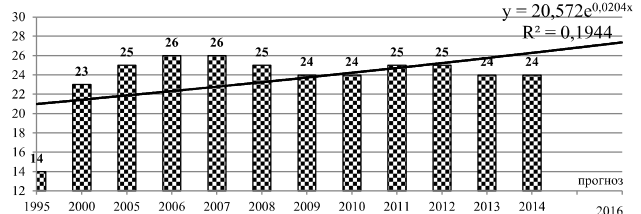


Рис. 6. Прогноз питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів із використанням експоненціальної моделі

Джерело: розроблено автором

Експоненціальна модель має такий вигляд:

$$y = 20,572e^{0,0204x}. \quad (5)$$

Прогнозне значення питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів (2016 р.) у разі експоненціальної моделі складає 27,4%, величина достовірності апроксимації – 0,1944.

Результати прогнозування питомої ваги залізничного транспорту в перевезенні вантажів узагальнено в табл. 2.

Як бачимо, оптимальним значенням питомої ваги залізничного

транспорту в перевезенні вантажів з точки зору статистичних параметрів є значення, обчислене з використанням поліноміальної моделі, – 32,0%.

Аналогічно складемо прогноз обсягу перевезення вантажів залізничним транспортом виходячи з динаміки цього показника за 1995–2014 рр.

У табл. 3 узагальнено результати прогнозування обсягу перевезення вантажів залізничним транспортом України.

Оптимальна модель при прогнозуванні обсягу перевезення вантажів залізничним транспортом виходячи з динаміки за 1995–2014 рр. (поліноміальна) має такий вигляд:

$$Y = 0,3879x^3 - 10,752x^2 + 84,877x + 270,63, \quad (6)$$

де Y – перевезення вантажів залізничним транспортом України, млн. т;

x – роки.

Прогнозне значення обсягу перевезення вантажів залізничним транспортом на перспективу (2016 р.) у разі поліноміальної моделі складає 412 млн. т, величина достовірності апроксимації – 0,5361.

Прогноз відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом виходячи з динаміки цього показника за 1995–2014 рр. також було здійснено за п'ятьма математичними моделями: лінійною, логарифмічною, поліноміальною, степеневою, експоненціальною.

У табл. 4 узагальнено результати прогнозування обсягу відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом України.

Оптимальна модель (степенева) має такий вигляд:

$$Y = 546,67x^{-0,121}, \quad (7)$$

де Y – відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом України, млн.;

x – роки.

Таблиця 2

Результати прогнозу питомої ваги залізничного транспорту України в перевезенні вантажів, %

Трендові моделі	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, од.	Прогнозне значення на 2016 р., %
1. Лінійна	$Y = 0,3741x + 21,318$	0,1783	26,4
2. Логарифмічна	$Y = 2,8143\ln(x) + 19,063$	0,4434	26,3
3. Поліноміальна	$Y = 0,0514x^3 - 1,1816x^2 + 8,126x + 8,8687$	0,8323	32,0
4. Степенева	$Y = 18,299x^{0,1499}$	0,4611	27,2
5. Експоненціальна	$Y = 20,572e^{0,0204x}$	0,1944	27,4
Оптимальна – поліноміальна	$Y = 0,0514x^3 - 1,1816x^2 + 8,126x + 8,8687$	0,8323	32,0

Джерело: розроблено автором

Таблиця 3

Результати прогнозу обсягу перевезення вантажів залізничним транспортом виходячи з динаміки за 1995–2014 рр.

Трендові моделі	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, од.	Прогнозне значення на 2016 р., млн. т
1. Лінійна	$Y = 2,507x + 420,29$	0,0297	453
2. Логарифмічна	$Y = 26,891\ln(x) + 391,79$	0,1503	462
3. Поліноміальна	$Y = 0,3879x^3 - 10,752x^2 + 84,877x + 270,63$	0,5361	412
4. Степенева	$Y = 387,33x^{0,0678}$	0,1738	462
5. Експоненціальна	$Y = 399,75e^{0,0153x}$	0,1706	506
Оптимальна – поліноміальна	$Y = 0,3879x^3 - 10,752x^2 + 84,877x + 270,63$	0,5361	412

Джерело: розроблено автором

Таблиця 4

Результати прогнозу перевезення пасажирів залізничним транспортом виходячи з динаміки за 1995–2014 рр.

Трендові моделі	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, од.	Прогнозне значення на 2017 р., млн.
1. Лінійна	$Y = -10,542x + 517,44$	0,6390	363
2. Логарифмічна	$Y = -58,05\ln(x) + 545,6$	0,8514	390
3. Поліноміальна	$Y = 1,5852x^2 - 31,149x + 565,52$	0,7738	435
4. Степенева	$Y = 546,67x^{-0,121}$	0,8628	395
5. Експоненціальна	$Y = 517,07e^{-0,022x}$	0,6756	375
Оптимальна – степенева	$Y = 546,67x^{-0,121}$	0,8628	395

Джерело: розроблено автором

Прогнозне значення обсягу відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом на перспективу (2016 р.) у разі степеневій моделі складає 395 млн., величина достовірності апроксимації – 0,8628.

Результати прогнозування з використанням оптимальної моделі наведено на рис. 7.

Перевезення пасажирів залізничним транспортом, млн.

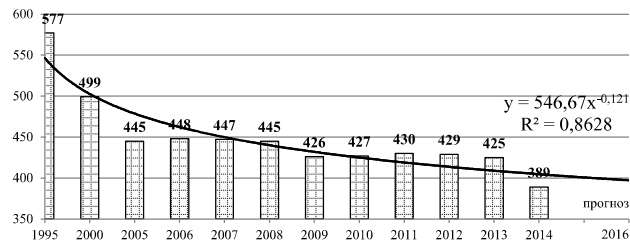


Рис. 7. Прогноз обсягу відправлення (перевезення) пасажирів залізничним транспортом із використанням степеневій моделі

Джерело: розроблено автором

У табл. 5 узагальнено результати прогнозування пасажирообороту залізничного транспорту України загального користування.

Оптимальна модель (поліноміальна) має такий вигляд:

$$Y = 59,734x^{-0,085}, \quad (8)$$

де Y – обсяг пасажирообороту залізничного транспорту України, млрд. пас. км;

x – роки.

Прогнозне значення обсягу пасажирообороту залізничного транспорту на перспективу (2016 р.) у разі степеневій моделі складає 38 млрд. пас. км, величина достовірності апроксимації – 0,6111. Результати прогнозування із використанням оптимальної моделі наведено на рис. 8.

Таким чином, у майбутньому ми бачимо неухильне зростання показників діяльності залізничного транспорту України, його значущості для розвитку економіки України. Радикальні економічні перегворення на залізничному транспорті України, спрямовані на становлення та розвиток ринкових механізмів, потребують формування нової концепції його розвитку. У зв'язку з цим виникає потреба в розробці нової системи поглядів на управління залізничним комплексом. Це обумовлено тим, що найважливішою проблемою існуючого механізму управ-

ління на залізничному транспорті є відсутність ефективної взаємодії між управлінням на всіх рівнях залізничної галузі, будь то забезпечення процесу перевезень, наявність відповідного і в достатній кількості рухомого складу, забезпечення якості колій, оптимального обороту вагонів, ефективних планових ремонтів, логістики, маркетингу тощо. Необхідне впровадження цільових підходів у процес якісного управління розвитком залізничного транспорту та його інфраструктури і розробки нової прогресивної системи управління, яка органічно охоплювала б усю систему управління і теоретично та методологічно обґрунтовувала її істотні риси. На разі актуальною є проблема розробки нової стратегії і моделі державного регулювання залізничним комплексом і його інфраструктури, заснованої на концепції збалансованої взаємодії всіх учасників транспортного ринку.

Пасажирооборот, млрд. пас. км

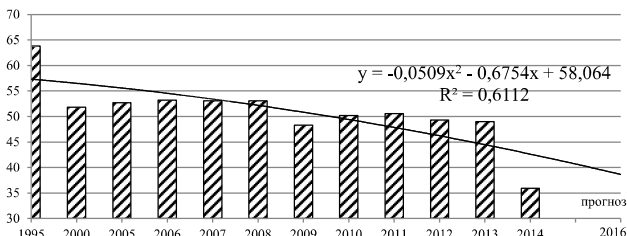


Рис. 8. Прогноз обсягу пасажирообороту залізничного транспорту із використанням поліноміальної моделі

Джерело: розроблено автором

Метою вдосконалення існуючого механізму управління на залізничному транспорті є досягнення його збалансованого розвитку з метою відповідності типу індустріального рівня розвитку країни, що забезпечує максимальне сприяння її економічному зростанню.

Система якісного управління розвитком залізничного транспорту та його інфраструктури потребує нетрадиційних підходів до підвищення економічної та управлінської культури ведення залізничного бізнесу. Нова система поглядів на якісне управління передбачає посилення ринкових факторів впливу, що передбачає розробку нової стратегії та моделі управління, заснованої на концепції активної взаємодії на принципах не тільки державного регулювання,

Таблиця 5

Результати прогнозу обсягу пасажирообороту залізничного транспорту України загального користування виходячи з динаміки за 1995–2014 рр.

Трендові моделі	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, од.	Прогнозне значення на 2017 р., млрд. пас. км
1. Лінійна	$Y = -1,3371x + 59,608$	0,6030	41
2. Логарифмічна	$Y = -6,325\ln(x) + 61,452$	0,5931	45
3. Поліноміальна	$Y = -0,0509x^2 - 0,6754x + 58,064$	0,6112	38
4. Степеневі	$Y = 62,155x^{-0,124}$	0,5241	45
5. Експоненціальна	$Y = 60,355e^{-0,027x}$	0,5764	42
Оптимальна – поліноміальна	$Y = -0,0509x^2 - 0,6754x + 58,064$	0,6112	38

Джерело: розроблено автором

але й державно-приватного партнерства як суб'єктів ринкових відносин. Модель якісного управління розвитком залізничного транспорту та його інфраструктури являє собою комплекс теоретичних, методологічних і практичних положень і висновків щодо формування та розвитку системи управління, адаптованої до конкретних умов функціонування. В основу побудови моделі покладено такі пріоритети: безпека руху, стимулювання економічного зростання, забезпечення збалансованості розвитку, поліпшення якості послуг тощо.

Запропонована система поглядів заснована на використанні ситуаційного, системного, інноваційного підходів, застосуванні основних принципів стратегічного менеджменту. Концепція інноваційного розвитку залізничного транспорту забезпечить такий рівень його розвитку, який дозволить задовольняти життєво важливі потреби країни і населення в перевезеннях в умовах сталого економічного зростання, тобто забезпечить швидкий перехід від інфраструктури запізненого типу до розвиненої інфраструктури, що відповідає запитам економіки [8, с. 68].

Останнім часом управління інноваційним процесом зазнало глибоких змін. Насамперед це пов'язано зі зростанням ролі людського фактора, розвитком інформаційних технологій і комунікацій. Підвищення ролі управління інноваційним процесом в українській економіці потребує зміни існуючої системи управління на нову управлінську парадигму. Раніше система управління інноваційним процесом виходила з того, що залізничний транспорт розглядався як замкнена система, а успіх його діяльності залежить від науково-дослідних організацій. При такій системі управління цілі і завдання вважаються заданими і стабільними тривалий період часу. Сучасне управління інноваційним процесом не відкидає повністю даний підхід, він залишається методологічною основою формування організаційних структур, функцій управління, економічних розрахунків. У певних екстремальних ситуаціях, що вимагають концентрації зусиль для вирішення певних виробничих завдань, переважними залишаються елементи жорсткого командного управління.

Сучасний розвиток залізничного транспорту України та його інфраструктури свідчить про те, що здійснену реструктуризацію можна розглядати як інновації в організації менеджменту, оскільки це створило передумови впровадження оптимальної ринкової структури і якісного управління та дозволило позиціонувати «Укрзалізницю» як компанію, орієнтовану на управління інноваційними процесами з метою досягнення довгострокових конкурентних переваг. Але реструктуризація залізничного транспорту та його інфраструктури,

економічні реформи вимагають перетворення і системи управління інноваційним процесом. У зв'язку з цим необхідне переосмислити парадигму управління інноваційним процесом на залізничному транспорті.

Висновки. Використання запропонованого нами методичного підходу до моделювання дозволить поліпшити планування довгострокового соціально-економічного розвитку залізничного транспорту за рахунок наукового обґрунтування показників, застосування багатфакторного аналізу, забезпечення порівнянності даних, аналітичну роботу економічних служб, наукову обґрунтованість прогнозів і стратегії розвитку економіки України в цілому. Методику доцільно використовувати під час моделювання довгострокового інноваційного розвитку залізничного транспорту. Подальші наукові розробки доцільно спрямувати на забезпечення збалансованості результатів прогнозування, отриманих за допомогою трендів, багатфакторного кореляційно-регресивного та кластерного методів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Євсєєва О.О. Методика оцінки ефективності діяльності та управління залізничного комплексу: методологічні аспекти моделювання соціально-економічної системи / О.О. Євсєєва // Економічний простір: зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 41. – С. 66–82.
2. Пакуліна А.А. Наукове обґрунтування прогнозу соціально-економічної системи Харківської області на підставі аналізу тенденцій її розвитку в трансформаційних умовах / С.Л. Пакулін, А.А. Пакуліна // Розвиток соціально-економічних систем у трансформаційних умовах: [монографія]. – Х.: ХНУБА, 2015. – С. 51–60.
3. Пакулін С.Л. Методологічний апарат прогнозування соціально-економічного розвитку / С.Л. Пакулін // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка». – 2011. – Вип. 5(3). – № 10/1. – Т. 19. – С. 246–255.
4. Божок Н.О. Методичний підхід щодо визначення перспективних обсягів пасажирських перевезень / Н.О. Божок // Вісник економіки транспорту і промисловості: зб. наук. пр. УкрДАСТ. – 2013. – № 44. – С. 38–43.
5. Давидова Т.В. Теоретичне обґрунтування привабливості інвестування інноваційного розвитку залізничного транспорту / Т.В. Давидова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Актуальні проблеми управління та фінансово-господарської діяльності підприємства». – 2013. – № 50(1023). – С. 24–29.
6. Статистичний щорічник України за 2014 рік / За ред. І.М. Жук; Державна служба статистики України. – К., 2015. – 586 с.
7. Україна у цифрах у 2014 році: статистичний збірник / За ред. І.М. Жук; Державна служба статистики України. – К., 2015. – 239 с.
8. Євсєєва О.О. Логіко-концептуальна модель дослідження оцінки ефективності діяльності та управління галузевого комплексу / О.О. Євсєєва // Економічний простір: зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 43. – С. 62–75.