УДК.330.115

Жуковська О. А.
канд. фіз.- мат. наук, доцент,
Одінцова К.О.
Національний технічний університет України «КПІ»

МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ОПТИМАЛЬНОЇ КРЕДИТНОЇ СТРАТЕГІЇ ЗА УМОВ НЕПОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

MODEL ECONOMIC DECISIONS ON THE OPTIMAL CREDIT STRATEGIES UNDER INCOMPLETE INFORMATION

В даній статті запропоновано моделі інвестування об'єктів ринку нерухомості, а також, прийняття кредитного рішення з позиції інвестора в умовах неповної апріорної інформації про ємність ринку нерухомості. В умовах сучасного економічного розвитку ринок нерухомості суттєво впливає на ефективне функціонування ринкової системи. Сьогодні український ринок нерухомості перебуває в стані стагнації, ціни падають, а обсяги продажу малі. Існує багато моделей, які оцінюють інвестиційну діяльність. У даній статті будуть запропоновані до розгляду інвестиційні моделі з урахуванням попиту на нерухомість. Якщо не враховувати цей фактор, то це можемо призвести до надмірного будівництву нерухомості і, як наслідок простою об'єктів, що в свою чергу призведе до зниження цін і втрати очікуваного доходу інвестора. Щоб уникнути вищенаведених проблем необхідно врахувати ємність ринку нерухомості. Запропоновані моделі допоможуть інвестору визначити розмір кредиту для його подальшого інвестування в нерухомість з метою максимізації прибутку. Також дані моделі допоможуть визначити насиченість ринку нерухомості, що у свою чергу дозволить розрахувати необхідну кількість об'єктів для будівництва. Наведено модельний приклад.

В данной статье рассмотрены модели инвестирования объектов рынка недвижимости, а также принятие кредитного решения с позиции инвестора в условиях неполной априорной информации о емкости рынка недвижимости. В условиях современного экономического развития рынок недвижимости существенно влияет на эффективное функционирование рыночной системы. Сегодня украинский рынок недвижимости находится в состоянии стагнации, цены падают, а объемы продаж уменьшаются. Существует много моделей, которые оценивают инвестиционную деятельность. В данной статье будут рассмотрены инвестиционные модели, с учетом спроса на недвижимость. Если же не учитывать данный фактор, то это можем привести к чрезмерному строительству недвижимости и, как следствие простою объектов, что в свою очередь приведет к снижению цен и потере ожидаемого дохода инвестора. Во избежание данной проблемы необходимо учесть емкость рынка недвижимости. Предложенные модели помогут инвестору определить размер кредита для его дальнейшего инвестирование в недвижимость с целью максимизации прибыли. Так же данные модели помогут определить насыщенность рынка недвижимости, что в свою очередь позволит рассчитать необходимое количество объектов строительства. Приведен модельный пример.

This article examines the investment model object property market and credit decisions from *the perspective of the investor with incomplete prior information about the capacity of the real estate market. In the modern economic development the real estate market affects the efficient functioning of the market system. Today the Ukrainian real estate market is stagnant. Prices are down, and sales are small. There are many models that evaluate the investment. This article will review the investment model, taking into account the demand for Real property. If you do not consider this factor it can lead to exorbitant building of real estate, and as a consequence of a simple property, which will lead to lower prices and thus the loss of income of the investor. In order to avoid this problem, you must take into account the size of the market.*

This model will be useful for the investor to determine the size of the loan and its continued investment in real estate in order to maximize profits. It also will help to determine the saturation of the real estate market, which in turn will calculate the required amount of objects which are being built.

Ключові слова: кредитне рішення, кредитні лінія, ємність ринку, інтервальна модель.

Вступ. В умовах сучасного економічного розвитку ринок нерухомості суттєво впливає на ефективне функціонування ринкової системи. Сьогодні український ринок нерухомості перебуває в стагнації. Ціни знижаються, а обсяги продажу малі. Це викликано відсутністю достатнього платоспроможного попиту. Відповідно обмеженість ресурсів інвесторів та недостатній рівень державного фінансування на ринку нерухомості зумовлює активізацію інвестиційної діяльності.

Важливу роль у створенні належних умов функціонування ринку нерухомості відіграє також формування системи управління нерухомістю, функціонування якої спрямоване на створення ключових елементів інфраструктури ринку нерухомості, збільшення надходжень до місцевих бюджетів, проведення єдиної довгострокової політики в сфері управління майново-земельним комплексом. Прийнята в Україні система державної реєстрації прав на нерухомість є однією з головних умов ефективного державного регулювання ринку нерухомості.

Що ж до самого ринку нерухомості, то на ньому можуть виникнути ряд проблем пов'язаних з надмірним будівництвом споруд або навпаки недостатнім будівництвом, що відповідно призведе до втрати прибутку інвестора та не повного задоволення потреб населення. Для уникнення цих проблем , необхідно враховувати ряд факторів, зокрема, оцінки прогнозного розвитку будівництва нерухомості та ємності ринку при коливанні цін.

Тому набуває актуальності побудова моделей прийняття кредитного рішення з врахуванням ємності ринку нерухомості.

Постановка задачі. Метою даної статті є побудова моделей інвестування об'єктів ринку нерухомості з урахуванням кредитних ресурсів та оподаткування з врахуванням попиту на ринку нерухомості.

Методологія. В даній статті були використані такі загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: метод аналізу та синтезу, методи теорії інтервального аналізу, системний підхід, статистичний аналіз для визначення розрахункових значень показника інвестиційної ефективності, методи динамічного програмування.

Результати дослідження. Механізм використання іпотечного кредитування є дуже зручним, оскільки його використання дає можливість придбати нерухомість за обмеженості власних коштів, а також відповідно працювати з великими інвестиційними проектами. Отже, спочатку у даній статті розглянемо деякі моделі інвестування об’єктів ринку нерухомості з урахуванням кредитних ресурсів та оподаткування [3]. Для цього введемо такі позначення:

$A(t)$ – вартість основних виробничих фондів;

f – показник фондовіддачі;

$P(t)$ – загальна площа житла (у вартісному вираженні), введеного інвестором у періоді t;

$M_1(t), M_2(t)$ – відповідно загальний та чистий прибуток інвестора у періоді t;

g_1, g_2 – відповідно ставки екологічного податку та податку на прибуток інвестора;

$G(t)$ – загальна сума податкових відрахувань;

A_0 – початковий запас грошових одиниць інвестора;

$V(t)$ – загальний кредитний платіж у періоді t;

s – деякий коефіцієнт, що характеризує видатки інвестора на будівництво житла;

r – річна відсоткова ставка, по якій надається іпотечний кредит;

m – кількість конверсійних періодів за рік;

$i = r \div m$ – відсоткова ставка за конверсійний період;

T – термін кредитування (в роках);

$n = mT$ – загальна кількість конверсійних періодів;

K_0 – розмір кредиту;

$K(t)$ – розмір кредитної заборгованості в році t.

α – частка чистого прибутку, що використовується для реінвестування.

Припустимо, що функція випуску житла є лінійною , тобто

$$P(t) = f \cdot A(t), \tag{1}$$

причому

$$A(0) = A_0 + K_0. \tag{2}$$

Тоді загальний прибуток інвестора у періоді t визначається як різниця між доходом від реалізації продукції з урахуванням витрат та відсотковим платежем за кредитом:

$$M_1(t) = (1-s)P(t) - V_2(t), \tag{3}$$

а чистий прибуток інвестора у періоді t рівний

$$M_2 = M_1(t) - G(t), \tag{4}$$

де сума податкових відрахувань $G(t)$ визначається формулою

$$G(t) = g_1 P(t) + g_2 M_2(t). \tag{5}$$

Динаміка основних виробничих фондів описується рівнянням

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \alpha(M_2(t) - V_1(t)). \tag{6}$$

При цьому повинні виконуватися дві умови:

1) розмір відсоткових платежів не повинен перевищувати загального прибутку:

$$V_2(t) < (1-s)P(t) \text{ або } M_1 > 0;$$

2) розмір чистого прибутку повинен перевищувати боргові зобов'язання:

$$M_2(t) > V_1(t) \qquad \text{або} \qquad \frac{\partial A}{\partial t} > 0.$$

В даній роботі побудуємо рівняння динаміки інвестора, користуючись схемами:

A. погашення кредиту рівними частинами на основі схеми простих відсотків;

B. погашення кредиту рівними частинами на основі схеми складних відсотків;

C. погашення кредиту рівними сумами основного борг;

D. погашення кредиту зростаючими платежами.

Модель А: Нехай погашення кредиту величиною K_0 здійснюється рівними частинами на основі схеми простих відсотків(простий відсоток – це нарахування відсотку лише на початкову інвестовану суму) [11]. Щомісяця позичальник сплачуватиме суму:

$$V(t) = \frac{K_0}{n}\left(1 + i\frac{n+1}{2}\right), t = \overline{1,n},$$

яка складається з платежу по погашенню заборгованості:

$$V_1(t) = \frac{K_0}{n}, t = \overline{1,n}, \tag{7}$$

та відсоткового платежу:

$$V_2 = \frac{Ki(n+1)}{2n}, t = \overline{1,n}, \tag{8}$$

Використовуючи формули (3)–(5), визначимо прибуток інвестора після виплати податків:

$$M_2(t) = (1-s)P(t) - V_2(t) - g_1P(t) - g_2M_2(t),$$

звідки:

$$M_2(t) = \frac{1-s-g}{1+g_2}P(t) - \frac{V_2(t)}{1+g_2}. \qquad (9)$$

Підставивши (8) і (9) у (6), отримаємо:

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \alpha\frac{1-s-g}{1+g_2}P(t) - \frac{\alpha K_0}{n}\left(\frac{i(n+1)}{2(1+g_2)} - 1\right).$$

Враховуючи (1), остаточно матимемо:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0}{n}\left(\frac{i(n+1)}{2(1+g_2)} - 1\right) + ce^{\lambda t}, \qquad (10)$$

де $\lambda = \alpha\frac{1-s-g_2}{1+g_2}f$.

Загальний розв'язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння (10) має вигляд:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0}{\lambda n}\left(\frac{i(n+1)}{2(1+g_2)} - 1\right) + ce^{\lambda t},$$

де c – довільна стала.

Враховуючи умову (2), отримаємо:

$$c = A_0 + K_0(1+\frac{\alpha}{\lambda n}) - \frac{i\alpha K_0(n+1)}{2\lambda n(1+g_2)}.$$

Тоді, остаточно, рівняння динаміки основних фондів за умови, що кредит погашається рівними частинами на основі схеми простих відсотків, матиме вигляд:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0}{\lambda n}\left(\frac{i(n+1)}{2(1+g_2)} - 1\right) + A_0e^{\lambda t} + K_0e^{\lambda t}\left(1+\frac{\alpha}{\lambda n}\right) - \frac{K_0e^{\lambda t}\alpha i(n+1)}{2\lambda n(1+g_2)}.$$

*Модель В:*Нехай основна сума кредиту погашається на основі схеми складних відсотків. Тоді розрахункові співвідношення матимуть вигляд [11]:

$$V(t) = K(0)\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, t = \overline{1,n}, \qquad (11)$$

$$V_2(t) = K(t-1)i, t = \overline{1,n}, \qquad (12)$$

$$V_1(t) = V(t) - V_2(t), t = \overline{1,n}, \qquad (13)$$

$$K(t) = K(t-1)(1+i) - V(t),\ t = 1,n. \qquad (14)$$

З (9) і (12) випливає, що прибуток інвестора після виплати податків становитиме:

$$M_2(t) = \frac{1-s-g}{1+g_2} P(t) - \frac{K(t-1)i}{1+g_2}. \qquad (15)$$

Підставивши (11), (13) і (15) у (6) та врахувавши співвідношення (1), отримаємо:

$$\frac{\partial A}{\partial t} - \lambda A(t) = \frac{\alpha K(t-1) i g_2}{1+g_2} - \alpha \frac{K_0 i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}. \qquad (16)$$

З формул (11)- (14) випливає, що

$$K(t) = \frac{K_0[(1+i)^n - (1+i)^t]}{(1+i)^n - 1}, \ t = \overline{1,n}.$$

З урахуванням останнього співвідношення, (16) набуде вигляду:

$$\frac{\partial A}{\partial t} - \lambda A(t) = \frac{\alpha K_0}{1+g_2} \frac{(t+1)^n i g_2 - (1+i)^{t-1}}{(1+i)^n - 1} - \alpha \frac{K_0 i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}. \qquad (17)$$

Розв'язавши лінійне неоднорідне диференціального рівняння (17), матимемо:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0 i}{1+g_2} \frac{[\ln(1+i) - \lambda](1+i)^n - \lambda g_2 (1+i)^t}{\lambda[(1+i)^n - 1][\ln(1+i) - \lambda]} + c e^{\lambda t},$$

де c – довільна стала.

З умови (2) випливає, що

$$c = A_0 + K_0 - \frac{\alpha K_0 i}{1+g_2} \frac{[\ln(1+i) - \lambda](1+i)^n - \lambda g_2{}^t}{\lambda[(1+i)^n - 1][\ln(1+i) - \lambda]}.$$

Тоді, остаточно, рівняння динаміки основних фондів за умови, що кредит погашається рівними частинами на основі схеми складних відсотків, матиме вигляд:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0 i}{1+g_2} \frac{[\ln(1+i) - \lambda](1+i)^n (1 - e^{\lambda t}) - g_2[(1+i)^t - \lambda e^{\lambda t}]}{\lambda[(1+i)^n - 1][\ln(1+i) - \lambda]} + (A_0 + K_0) e^{\lambda t}$$

Модель С: У даному випадку погашення кредиту здійснюється рівними сумами основного боргу і відсотки, які сплачує позичальник є змінними в часі. Основні розрахункові співвідношення у цьому випадку матимуть вигляд:

$$V_1(t) = \frac{K_0}{n}, t = \overline{1,n}, \qquad (18)$$

$$V_2(t) = K(t-1)i, t = \overline{1,n}, \qquad (19)$$

$$V(t) = V_1(t) + V_2(t), t = \overline{1,n}. \qquad (20)$$

Очевидно, що прибуток інвестора після виплати податків у цьому випадку визначатиметься за формулою (15).

Підставивши (18) і (15) у (6) та врахувавши співвідношення (1), отримаємо:

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \lambda A(t) - \frac{\alpha K(t-1) i g_2}{1+g_2} - \alpha \frac{K_0}{n}. \qquad (21)$$

З формул (18)–(20) випливає, що

$$K(t) = K_0\left(1 - \frac{t}{n}\right), \quad t = \overline{1,n}.$$

(21) набуде вигляду:

$$\frac{\partial A}{\partial t} - \lambda A(t) = \frac{\alpha K_0 i}{1+g_2}\left(1 - \frac{t-1}{n}\right) - \alpha \frac{K_0}{n}. \qquad (22)$$

Загальний розв'язок диференціального рівняння (22) має вигляд:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0}{1+g_2} \frac{i + \lambda(1+g_2) - i\lambda(n+1-t)}{\lambda^2 n} + ce^{\lambda t},$$

де c-довільна стала, що на основі формули (2) визначається співвідношенням

$$c = A_0 + K_0 - \frac{\alpha K_0}{1+g_2} \frac{i + \lambda(1+g_2) - i\lambda(n+1-t)}{\lambda^2 n}.$$

Тоді, остаточно, рівняння динаміки основних фондів за умови, що кредит погашається рівними сумами основного боргу на основі схеми складних відсотків, матиме вигляд:

$$A(t) = \frac{\alpha K_0 (i(1-e^{\lambda t}) + \lambda(1+g_2)(1-e^{\lambda t}) - i\lambda(n+1(1+e^{\lambda t}) - t)}{\lambda^2 n(1+g_2)} + (A_0 + K_0)e^{\lambda t}$$

Модель D: Нехай у даному випадку перший внесок мінімальний і складає $V(1)$ гр. од., потім платежі зростають з деяким сталим темпом і, нарешті, протягом певного проміжку часу вони є сталими. Розділимо весь термін погашення кредиту, що складає n років, на два проміжки часу тривалістю n_1 і n_2 періодів відповідно. Припустимо, що в періоді величиною n_1 платежі зростають з темпом β , тобто

$$V(t) = V(1)\beta^{t-1}, t = \overline{2, n_1}. \qquad (23)$$

Тоді в періоді величиною n_2 вони є сталими і дорівнюють величині

$$V(t) = V(1)\beta^{n_1 - 1}, t = \overline{n_1 + 1, n}. \qquad (24)$$

Платежі першого періоду є зростаючою геометричною прогресією і їх теперішня вартість відносно початку дії контракту дорівнює

$$A_1 = V(1)\nu \frac{(\beta\nu)^{n_1} - 1}{\beta\nu - 1}, \nu = \frac{1}{1+i}.$$

В другому періоді платежі є сталими, тобто утворюють ренту і на початок дії контракту її теперішня величина складає

$$A_2 = V(1) \cdot a_{n_2 \neg i} \cdot \nu^{n_1} = V(1) \cdot \nu \cdot (\beta \cdot \nu)^{n_1 - 1} \cdot a_{n_2 \neg i},$$

$a_{n_2 \neg i} = \dfrac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$ – коефіцієнт приведення ренти.

Враховуючи, що $K_0 = A_1 + A_2$, одержимо:

$$V(1) = \frac{K_0}{\nu\left(\dfrac{(\beta\nu)^{n_1} - 1}{\beta\nu - 1} + (\beta\nu)^{n_1 - 1} a_{n_2 i}\right)}. \tag{25}$$

Таким чином, формули (23)–(25) однозначно задають величину загального платежу $V(t),\ t = \overline{1,n}$. При цьому

$$V_2(t) = K(t-1)i, t = \overline{1,n}. \tag{26}$$

$$V_1(t) = V\ (t) - V_2(t), t = \overline{1,n}. \tag{27}$$

$$K(t) = K(t-1)(1+i) - V(t), t = \overline{1,n}. \tag{28}$$

З формул (9) і (26) випливає, що

$$M_2(t) = \frac{1 - s - g}{1 + g_2} P(t) - \frac{K(t-1)i}{1 + g_2}, t = \overline{1,n}. \tag{29}$$

Підставивши (27) та (29) у (6) і врахувавши співвідношення (1), отримаємо

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \lambda A(t) + \frac{\alpha K(t-1) i g_2}{1 + g_2} - \alpha V(t), \quad t = \overline{1,n}. \tag{30}$$

Користуючись формулами (23)–(25) та (28) одержимо, що

$$K(t) = K_0 (1+i)^t - \frac{K_0((1+i)^t - \beta^t)}{\nu(1+i-\beta)\left(\dfrac{(\beta\nu)^{n_1} - 1}{\beta\nu - 1} + (\beta\nu)^{n_1 - 1} a_{n_2 \neg i}\right)},\ t \in \{1, \ldots, n_1\}. \tag{31}$$

$$K(t) = K(n_1)(1+i)^{t - n_1} - \frac{K_0 \beta^{n_1 - t}((1+i)^t - 1)}{\nu i\left(\dfrac{(\beta\nu)^{n_1} - 1}{\beta\nu - 1} + (\beta\nu)^{n_1 - 1} a_{n_2 i}\right)},\ t \in \{n_1 + 1, \ldots, n\}. \tag{32}$$

Таким чином, врахувавши (23) і (31) формулу (2.30) для $t \in \{1,....,n\}$ запишемо у вигляді:

$$\frac{\partial A}{\partial t}=\lambda A(t)+\frac{\alpha K(1+i)^{t-1}ig_2}{1+g_2}-\frac{aig_2}{1+g_2}\cdot$$

$$\cdot\frac{K_0((1+i)^t-\beta^t)}{\nu(1+i-\beta)\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2 i}\right)}-\alpha V(1)\beta^{t-1},t=\overline{1,n_1}\cdot \qquad (33)$$

З урахуванням (24) і (32) для $t\in\{n_1+1,\ldots,n\}$ формула (30) набуває вигляду:

$$\frac{\partial A}{\partial t}=\lambda A(t)+\frac{\alpha K(n_1)(1+i)^{t-1}ig_2}{1+g_2}-\frac{aig_2}{1+g_2}\cdot$$

$$\cdot\frac{K_0\beta^{n_1-t}((1+i)^t-1)}{\nu i\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2\neg i}\right)}-\alpha V(1)\beta^{t-1},t=\overline{1,n_1}\,. \qquad (34)$$

Розв’язавши диференціальне рівняння (33), матимемо:

$$A(t)=\frac{aig_2}{1+g_2}\left(\frac{K_0(1+i)^{t-1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{K(n_1)(1+i)^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right)-\frac{K_0\alpha}{\nu\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2\neg i}\right)}\cdot$$

$$\cdot\left[\frac{ig_2}{(1+g_2)(1+i-\beta)}\left(\frac{(1+i)^{t-1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{\beta^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{g_2\beta^{n_1-1}}{1+g_2}\left(\frac{(1+i)^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}+\frac{1}{\lambda}\right)+\frac{\beta^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right]+ce^{\lambda t},$$

де стала c визначається співвідношенням

$$c=A_0+K_0-\frac{aig_2}{1+g_2}\left(\frac{K_0(1+i)^{t-1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{K(n_1)(1+i)^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right)+$$

$$+\frac{K_0\cdot\alpha}{\nu\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2 i}\right)}\cdot$$

$$\cdot\left[\frac{ig_2}{(1+g_2)(1+i-\beta)}\left(\frac{(1+i)^{t-1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{\beta^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right)+\frac{g_2\beta^{n_1-1}}{1+g_2}\left(\frac{(1+i)^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}+\frac{1}{\lambda}\right)+\frac{\beta^{t-1}}{\ln\beta-\lambda}\right]$$

Лінійне неоднорідне рівняння (34) має розв’язок

$$A(t)=\frac{aig_2K(n_1)}{1+g_2}\frac{K_0(1+i)^{t-1}}{\ln(1+i)-\lambda}-$$

$$-\frac{K_0\alpha g_2\beta^{n_1-1}\left(\frac{(1+i)^{t-n_1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{1}{\lambda}\right)}{\nu(1+g_2)\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2-i}\right)}+\frac{\alpha V(1)\beta^{n_1-1}}{\lambda}+ce^{\lambda t},$$

де стала c визначається:

$$c=A_0+K_0-\frac{aig_2K(n_1)}{1+g_2}\frac{(1+i)^{-n_1}}{\ln(1+i)-\lambda}+$$

$$+\frac{K_0\alpha g_2\beta^{n_1-1}\left(\frac{(1+i)^{-n_1}}{\ln(1+i)-\lambda}+\frac{1}{\lambda}\right)}{\nu(1+g_2)\left(\frac{(\beta\nu)^{n_1}-1}{\beta\nu-1}+(\beta\nu)^{n_1-1}a_{n_2i}\right)}+\frac{\alpha V(1)\beta^{n_1-1}}{\lambda}.$$

Тепер розглянемо модель ємності ринку. Для того аби досягти максимального прибутку необхідно врахувати той факт, що будівництво певної нерухомості повинно задовольняти умови ємності ринку.

Відомо [2], що для оцінки ємності ринку застосовується така імовірнісна модель

$$C=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}S_i\omega_{ij}L_j\,, \tag{35}$$

де C – орієнтовна повна ємність ринку; L_j – кількість підприємств в j-му сегменті, що споживають i-ий товар ($j=\overline{1,m}$); S_i – вартість i-ого товару; ω_{ij} – ймовірність того, що i-ий товар буде користуватись попитом на ринку в j-му сегменті, $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\omega_{ij}=1$.

Модель (35) передбачає відомими точкові значення імовірнісних характеристик тоді, як на практиці можливо розрахувати тільки частоту придбання i-го товару в j-му сегменті:

$$\omega_{ij}^{*}=\frac{Q_{ij}}{b_j},\ i=\overline{1,n},\ j=\overline{1,m}, \tag{36}$$

де b_j – загальна кількість досліджуваних в j-му сегменті ринку, а Q_{ij} – кількість людей, які згодні купувати i-й товар у j-му сегменті ринку.

Тому, в роботах [8,9] була запропонована інтервальна модель оцінки ємності ринку, яка для практичного використання потребує тільки значення частотних характеристик та враховує нестабільність вартості продукції:

$$\mathrm{C}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\mathrm{S}_i\mathbf{I}_{ij}L_j\,, \tag{37}$$

де $\mathbf{S}_i=[S_i^-,S_i^+]$ – інтервал, в границях якого може коливатись вартість S_i i-го товару, S_i^-,S_i^+ – нижня та верхня границі інтервалу $\mathbf{S}_i$ відповідно; а

$$\mathbf{I}_{ij}=\left[\frac{\omega_{ij}^*+\dfrac{t_\beta^2}{2b_j}-t_\beta\sqrt{\dfrac{\omega_{ij}^*(1-\omega_{ij}^*)}{b_j}+\dfrac{t_\beta^2}{4b_j^2}}}{1+\dfrac{t_\beta^2}{b_j}},\frac{\omega_{ij}^*+\dfrac{t_\beta^2}{2b_j}+t_\beta\sqrt{\dfrac{\omega_{ij}^*(1-\omega_{ij}^*)}{b_j}+\dfrac{t_\beta^2}{4b_j^2}}}{1+\dfrac{t_\beta^2}{b_j}}\right]$$

довірчий інтервал [1], який з довірчою ймовірністю β накриє невідоме значення імовірності ω_{ij} придбання i-го товару в j-му сегменті, $t_\beta=\arg F\left(\dfrac{1+\beta}{2}\right)$ – функція, обернена гаусівській функції розподілу $F\left(\dfrac{1+\beta}{2}\right)$.

Будівництво нерухомості $P(t)$ у момент часу T повинен належати інтервалу коливанню ємності $[C^-,C^+]$ ринку, який визначається згідно з інтервальною моделлю (37), а саме

$$P(T)\in[C^-,C^+]. \tag{38}$$

Саме врахування попиту на ринку дозволить інвестору раціонально будувати нові об’єкти. Надмірне будування призведе до простою об’єктів, відповідно вони здешевіють і у результаті - зменшення прибутку. Скоординоване ж будівництво дозволить отримати максимальні вигоди.

Далі представлено алгоритм процесу прийняття кредитного рішення

1. Аналіз даних підприємництва

↓

2. Аналіз ємності ринку та визначення доцільності використання кредитних ресурсів для будівництва нової нерухомості.

↓

3. Вибір кредитної лінії, яка би задовольнила умови ємності ринку, а саме:

$$C^-<P<C^+$$

Модельний приклад. Першим кроком буде проведення аналізу даних інвестиційної діяльності у нерухомість, кредитної та державної політики стосовно нього.

Інвестор, за обмеженості власних коштів, домовляється отримати кредит у вигляді кредитної лінії розміром K_0= 100000 тис.грн., строком на 10 років. Відповідно частка реінвестованого прибутку α складатиме 0,35, а місячна відсоткова ставка i =1,4%. Ставка податку на прибуток g_2 =15%, ставка екологічного податку g_1=0,43, початковий запас грошових одиниць інвестора $A_0 = 50$ тис. грн. та коефіцієнт фондовіддачі $f = 0{,}49$.

Застосовуючи модель (37) визначимо ємність ринку сектору. Отримаємо такі значення:

$$C \in [C^-, C^+] = [258340{,}6; 315340{,}5]$$

свідчать про те, що ринок здатний поглинути побудовану нерухомість, тому доцільно розробити кредитну стратегію для вдалого впровадження її на ринок.

Щоб задовольнити потреби ринку в даному товарі та в той же час не запропонувати більше за умовою (38) випуск нерухомості не повинен виходити за межі інтервалу ємності ринка, а саме

$$P(T) \in [C^-, C^+] = [258340{,}6; 315340{,}5].$$

На даному етапі розвиток економіки, ринок нерухомості знаходиться в активному стані і характеризується пожвавленням покупців, тому доцільно обрати кредитну стратегію, що задовольняє об'єм продажу нерухомості у розмірі $\overline{C}^+ = 315340{,}5$ тис. грн.

Отже, маючи всі данні ми можемо порахувати прибуток інвестора та відповідно випуск житла за 10 років *(Модель: A, B, C, D)* результати представлені в (табл.1).

Таблиця 1

Модель	Чистий прибуток інвестора $M_2(t)$ тис.грн.	Випуск житла
A	169981	314499,3
B	173611,1	312842,6
C	176169,3	324521,3
D	173354,8	368737,2

З отриманих результатів ми можемо зробити висновок, що найбільший прибуток інвестор отримає, якщо погашення кредиту буде здійснюватися рівними сумами основного борг, у такому разі прибуток становитиме 176169,3 тис. грн.

Але якщо проаналізувати ємність ринку нерухомості і попит на об'єкти ми бачимо що за даної моделі відбувається перевипуск, що у свою чергу може призвести до простою нерухомості і до її значного здешевіння. Відповідно це призведе до реальних втрат чистого прибутку інвестора. Отже даний вибір ми не можемо вважати найкращим для інвестора, адже не виконується умова:

$$C^{-} < P < C^{+} \ .$$

Тому ми обираємо інший варіант: погашення кредиту здійснюватиметься рівними частинами на основі схеми складних відсотків. У такому випадку очікуваний прибуток складатиме 173611,1 тис.грн. і задовольняється умова випуску житла. В даному випадку ринок нерухомості не буде перенасичення об’єктами, тому попит на них буде постійним, а відповідно і прибуток інвестора.

Висновки. У статті було розглянуто моделі інвестування об’єктів ринку нерухомості з урахування кредитних ресурсів та оподаткування,а також враховано інформацію про ємність ринку. Дані моделі дозволять інвестору прийняти рішення про вибір оптимальної кредитної лінії для розподілу власних коштів, що принесе найкращі вигоди.

Наукова новизна полягає у врахуванні ємності ринку нерухомості щодо прийняття інвестиційного рішення до сектору нерухомості. Отримані результати свідчать про вибір оптимальної кредитної лінії інвестором, яка в подальшому принесе йому максимальний прибуток. Також дана модель дозволить інвестору скоординувати свої дії, щодо будівництво нерухомості,що дозволить йому ефективно споруджувати нові об’єкти нерухомості та ефективно здійснювати свою інвестиційну діяльність.

Література:

1. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Венцель – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
2. Гилберт А. Маркетинговые исследования. Пер. с англ. Н. Амид, С. Боронина и др.- СПб.: Издательство "Питер", 2000. – 732 с.
3. Григорків В.С. Моделі інвестування об’єктів ринку нерухомості з урахуванням кредитних ресурсів та оподаткування / В.С. Григорків, І.О. Ярошенко// Міжнародний науковий журнал „Економічна кібернетика”. – Донецьк, 2008. – № 5-6 (53-54). – С. 48–57.
4. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов / А. Дамодаран. — М. : Альпина. — Бизнес Букс, 2006. —1341 с.
5. Егорова Н.Е. Дифференциальный анализ развития малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционный ресурс / Н.Е. Егорова, С.Р. Хачатрян, М.А. Маренный. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2000, №4.
6. Егорова Н. Е. Применение дифференцияльных уравнений для анализа динамики развития малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционные ресурсы / Н.Е. Егорова, С.Р. Хачатрян// Журнал «Экономика и математические методы» .– 2006. – №1 – С. 50 – 67.

7. Есипов В. Е. Экономическая оценка инвестиций / В. Е. Есипов, Г. А. Маховикова, И. А. Бузова, В. В. Терехова.— СПб. : Вектор, 2006. — 288 с.
8. Жуковская О.А. Формальная модель оценки ёмкости рынка в условиях интервальной неопределенности / О.А. Жуковская // Журнал «Управляющие системы и машины».– 2008.– № 5 – С. 88-92.
9. Жуковська О.А Інтервальна модель оцінки ємності ринку / О.А. Жуковська, О.О. Купка/ Наукові вісті НТУУ “КПІ”.– 2007. – № 5. – С. 10-15.