

УДК 911.3

В. В. Засядь-Волк

ДОХОДНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ И ИНВЕСТИЦИИ

Выявлена зависимость между инвестициями и повышением стоимости земельных участков в регионе; предложен подход к расчету доходности территории, основанный на соответствующей модели. Особое внимание уделено вопросам анализа характера инвестиций в конкретные земельные участки. Оценена роль инвестиционных инструментов в решении проблемы стихийного освоения пространств городов. Предлагаемая модель позволяет осуществлять прогнозный территориальный анализ инвестиционной активности для обоснования приоритетов пространственного развития города в разрезе конкретных земельных участков.

This article examines the correlation between investment and a high cost of land in the region. The author presents an approach to calculating returns on investment based on a corresponding model. Special attention is paid to analysing the nature of investment in certain parcels of land. The article



estimates the role of investment tools in solving the problem of sporadic development of urban spaces. The proposed model makes it possible to conduct a predictive spatial analysis of investment activity to identify the priorities of urban development at the level of individual parcels of land.

Ключевые слова: инвестиции, расчет доходности территории, пространственное развитие города.

Key words: investment, calculation of return on investment, spatial urban development.

В проектах документов, призванных определить стратегию развития городов, практически нет парадигмы использования пространства. Даже в достаточно глубоко проработанной Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2030 г. осталась без внимания проблема стихийного освоения пространств [1]. Предложенная ниже модель позволяет осуществлять прогнозный территориальный анализ инвестиционной активности для обоснования приоритетов пространственного развития городов в разрезе конкретных земельных участков.

Доходность территории города складывается из доходности земельных участков в его пределах, которая растет за счет привлечения инвестиций, увеличения рыночной стоимости земли и ренты.

Нами предложен подход к расчету доходности территории Санкт-Петербурга, основанный на нижеописанной модели.

Пусть x – стоимость земли. Если нет инвестиций, то стоимость земли растет с некоторой сравнительно небольшой скоростью. Это может быть вызвано, например, процессом инфляции. Точнее, стоимость земли $x(t + \Delta t)$ в момент времени $t + \Delta t$ равна стоимости земли $x(t)$ в предыдущий момент t плюс приращение стоимости, пропорциональное стоимости земли $x(t)$ и приращению времени Δt :

$$x(t + \Delta t) = x(t) + b(t) \cdot x(t) \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где $x(t + \Delta t)$ – стоимость земли в момент времени $t + \Delta t$;

$x(t)$ – стоимость земли в предыдущий момент времени t ;

Δt – приращение времени t ;

$b(t)$ – процентная ставка, определяющая темп роста стоимости земли, в общем случае зависящая от времени t .

Из уравнения (1) следует, что

$$\frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} = b(t) \cdot x(t). \quad (2)$$

В пределе при $\Delta t \rightarrow 0$ получим дифференциальное уравнение, описывающее изменение стоимости земли:

$$\frac{dx}{dt} = b(t) \cdot x, \quad (3)$$

где $b(t)$ – процентная ставка, определяющая темп роста стоимости, в общем случае зависящая от времени t .



Если в начальный момент времени при $t = 0$ стоимость земли составляла x_0 , то в момент t земля будет стоить

$$x(t) = x_0 \cdot e^{A(t)}, \quad (4)$$

где $A(t) = \int_0^t b(t) dt$.

В случае постоянной процентной ставки $b(t) = b$, определяющей скорость роста стоимости земли, формула упрощается и приобретает вид:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{bt}, \quad (5)$$

где t – время.

Государство получает земельный налог, который составляет часть земельной ренты. Пусть r – годовая процентная ставка для земли стоимостью $x(t)$. Тогда рента $R(t)$ связана с этими величинами известной формулой

$$x(t) = \frac{R(t)}{r}. \quad (6)$$

Отсюда величина ежегодной ренты равна

$$R(t) = x(t) \cdot r. \quad (7)$$

При этом k -я часть ренты $R(t)$ составляет государственный доход в виде земельного налога, то есть

$$D(t) = k \cdot R(t) = k \cdot x(t) \cdot r, \quad (8)$$

где $0 < k < 1$ – определяет долю земельного налога в ренте.

Приведем численный пример роста стоимости земли. Пусть цена земельного участка в начальный момент $x_0 = 100$ у.е. (условных единиц); темп роста стоимости $b = 5\%$; годовая процентная ставка $r = 10\%$, доля налога на землю в ренте $k = 8\%$. Тогда имеем для стоимости земли из выражения (5):

$$x(t) = 100 \cdot e^{0,05t},$$

для ренты $R(t)$ из (7):

$$R(t) = 0,1 \cdot x(t)$$

и для налогового земельного дохода:

$$D(t) = 0,08 \cdot R(t).$$

В таблице 1 приведены значения стоимости земли $x(t)$, ренты $R(t)$ и дохода $D(t)$ для различных моментов времени $t \in [0, 100]$.



Зависимость стоимости земли, ренты и доходов от времени

Время (годы)	Стоимость земли (y. e.)	Рента (y. e./год)	Земельный налог (y. e./год)
t	$x(t) = x_0 e^{bt}$	$R(t) = r \cdot x(t)$	$D(t) = k \cdot R(t)$
0	100	10	0,8
1	105,13	10,513	0,841
5	128,40	12,84	1,027
10	164,87	16,487	1,3190
50	1218,20	121,825	9,746
100	14841,13	1484,113	118,7

Таким образом, стоимость земли возросла, и доход от нее за 100 лет увеличился в 148 раз, за 50 лет – в 12,2 раза.

Если земля находится в обороте, то за счет инвестиций в нее стоимость ее увеличивается. Построим модель оценки стоимости земли и ее доходности за счет инвестиций. Рассмотрим два типа инвестиций:

- долгосрочные и небольшие по объему;
- краткосрочные крупные.

Построим модель роста стоимости земли $x(t)$ и государственных доходов $D(t)$ при долгосрочных инвестициях.

Пусть $x(t)$ – стоимость земли в предыдущий момент времени t . Разумно предположить, что объем I инвестиций пропорционален стоимости земли, то есть:

$$I(t) = a \cdot x(t), \quad (9)$$

где a – коэффициент пропорциональности, определяющий объем инвестиций и зависящий от вида инвестиций.

При этом рассматриваются следующие виды инвестиций: промышленные, жилищные, социально-культурные, экологические, направленные на благоустройство.

По-видимому, коэффициент окажется наибольшим для промышленных и жилищных инвестиций.

Необходимо учитывать, что n -я часть от инвестиций ($0 < n < 1$) идет на увеличение стоимости земли и, следовательно, на увеличение ренты и дохода от земли.

Тогда стоимость земли $x(t + \Delta t)$ в момент $t + \Delta t$ будет равна стоимости земли $x(t)$ в предыдущий момент t плюс приращение стоимости:

$$x \cdot (t + \Delta t) = x(t) + n \cdot a \cdot x(t) \Delta t + b \cdot x(t) \cdot \Delta t, \quad (10)$$

где $n \cdot a \cdot x(t) \cdot \Delta t$ – приращение стоимости земли за счет инвестиций за промежуток Δt ;

$b \cdot x(t) \cdot \Delta t$ – приращение стоимости земли за промежуток времени Δt из-за постоянного роста стоимости.



Уравнение (10) может быть записано в виде

$$\frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} = (n \cdot a + b) \cdot x(t). \quad (11)$$

Переходя к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$ в равенстве (11), получим дифференциальное уравнение, описывающее зависимость стоимости земли от времени:

$$\frac{dx}{dt} = (n \cdot a + b) \cdot x. \quad (12)$$

Коэффициент a будет постоянным числом, если имеются небольшие инвестиции на длительном промежутке времени. В случае, когда имеются краткосрочные большие инвестиции, коэффициент a будет зависеть от времени.

Рассмотрим сначала первый случай – небольшие и длительные инвестиции. Тогда a – постоянно, и решение дифференциального уравнения имеет вид

$$x = x_0 \cdot e^{(n \cdot a + b)t}. \quad (13)$$

Приведем численный пример.

Пусть $b = 5\%$, $r = 10\%$, $k = 8\%$, $a = 1$, $n = 4\%$.

Тогда для стоимости земли из (13) получим:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{(0,04 \cdot 1 + 0,05)t} = x_0 \cdot e^{0,09 \cdot t}.$$

При начальной стоимости земли 100 у. е. имеем для стоимости земли в момент

$$x(t) = 100 \cdot e^{0,09 \cdot t};$$

для годовой ренты

$$R(t) = r \cdot x(t) = 0,1 \cdot x(t);$$

для годового государственного дохода (земельного налога)

$$D(t) = k \cdot R(t) = 0,08 \cdot R(t).$$

В таблице 2 приведены результаты расчетов этих величин для различных моментов времени.

Таблица 2

Зависимость стоимости земли, ренты и дохода от времени при наличии постоянных инвестиций

Время (годы)	Стоимость земли (у. е.)	Рента (у. е./год)	Земельный налог (у. е./год)
0	100	10	0,8
1	109,4	10,9	0,825
5	156,83	15,68	1,25
10	245,96	24,60	1,97
50	9001,71	900,17	72,01
100	810308,39	81030,84	6482,47



Таким образом, за 100 лет стоимость земли и соответствующие доходы при наличии инвестиций возрастут в 8103 раза, за 50 лет — в 90,02 раза. Без инвестиций рост дохода будет значительно меньше: за 100 лет увеличится в 148 раз, за 50 лет — в 12,2 раза.

Построим теперь модель роста доходов от земли при краткосрочных и больших по объему инвестициях. Пусть инвестиции имеют место на конечном промежутке времени от t_1 до t_2 . Тогда коэффициент a , определяющий объем и вид инвестиций, будет зависеть от времени и его можно представить следующей функцией (рис. 1):

$$a(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < t_1; \\ a & \text{при } t_1 < t < t_2; \\ 0 & \text{при } t > t_2. \end{cases} \quad (14)$$

149

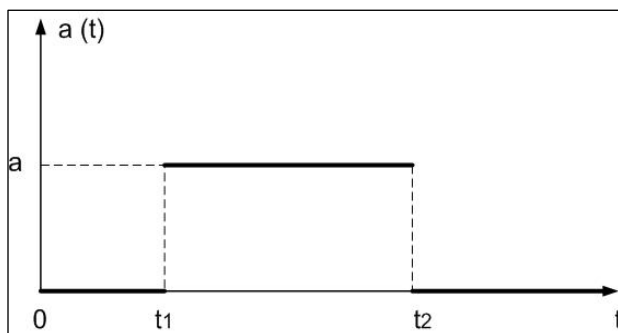


Рис. 1. Коэффициент, определяющий объем больших краткосрочных инвестиций

В этом случае стоимость земли описывается дифференциальным уравнением (12), где $a(t)$ — функция времени t , то есть

$$\frac{dx}{dt} = (n \cdot a(t) + b)x. \quad (15)$$

Решение этого линейного однородного дифференциального уравнения с переменным коэффициентом имеет вид:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{A(t)}, \quad (16)$$

где $A(t) = \int_0^t (n \cdot a(t) + b) \cdot dt$; (17)

x_0 — начальная стоимость земли.

После интегрирования для функции $A(t)$ получим:

$$A(t) = \begin{cases} b \cdot t & \text{при } t < t_1; \\ a \cdot n \cdot (t - t_1) + b \cdot t & \text{при } t_1 < t < t_2; \\ a \cdot n \cdot (t_2 - t_1) + b \cdot t & \text{при } t > t_2. \end{cases} \quad (18)$$



Тогда стоимость земли будет равна:

$$x(t) = \begin{cases} x_0 \cdot e^{b \cdot t} & \text{при } t < t_1; \\ x_0 \cdot e^{a \cdot n \cdot (t-t_1) + b \cdot t} & \text{при } t_1 < t < t_2; \\ x_0 \cdot e^{a \cdot n \cdot (t_2-t_1) + b \cdot t} & \text{при } t > t_2. \end{cases} \quad (19)$$

Приведем численный пример расчета стоимости земли $x(t)$, ренты $R(t)$ и дохода $D(t)$. Пусть инвестиции характеризуются значением $t_1 = 1$ год, $t_2 = 6$ лет, $a = 3$, $n = 4\%$, $r = 10\%$, $k = 8\%$, постоянный рост стоимости земли $b = 5\%$.

Начальная стоимость земли составляет 100 у.е. Тогда из (19) получаем динамику роста стоимости земли и дохода:

$$x(t) = \begin{cases} 100 \cdot e^{0,05 \cdot t} & \text{при } t < 1; \\ 100 \cdot e^{3 \cdot 0,04 \cdot (t-1) + 0,05 \cdot t} & \text{при } 1 < t < 6; \\ 100 \cdot e^{3 \cdot 0,04 \cdot 5 + 0,05 \cdot t} & \text{при } t > 6. \end{cases} \quad (20)$$

В таблице 3 представлена зависимость стоимости земли $x(t)$, ренты $R(t)$ и дохода $D(t)$ в случае инвестиции конечной длительности.

Таблица 3

Зависимость стоимости земли, ренты и дохода от времени при наличии краткосрочных крупных инвестиций

Время (годы)	Стоимость земли (у.е.)	Рента (у.е./год)	Земельный налог (у.е./год)
0	100,00	10,00	0,80
1	105,13	10,513	0,841
5	207,51	20,75	1,66
6	245,96	24,60	1,97
10	300,42	30,04	2,40
50	2219,80	221,80	17,76
100	27042,60	2704,26	216,34

Рассмотрим динамику изменения стоимости земли и государственных доходов в трех случаях: при отсутствии инвестиций, при длительных небольших инвестициях, при больших краткосрочных инвестициях (рис. 2).

Из рисунка 2 и таблицы 3 видно, что при больших краткосрочных инвестициях в землю на промежутке времени до 1 года темп роста доходов невелик, на промежутке времени от 1 до 6 лет он заметно увеличивается, а после 6 лет замедляется.

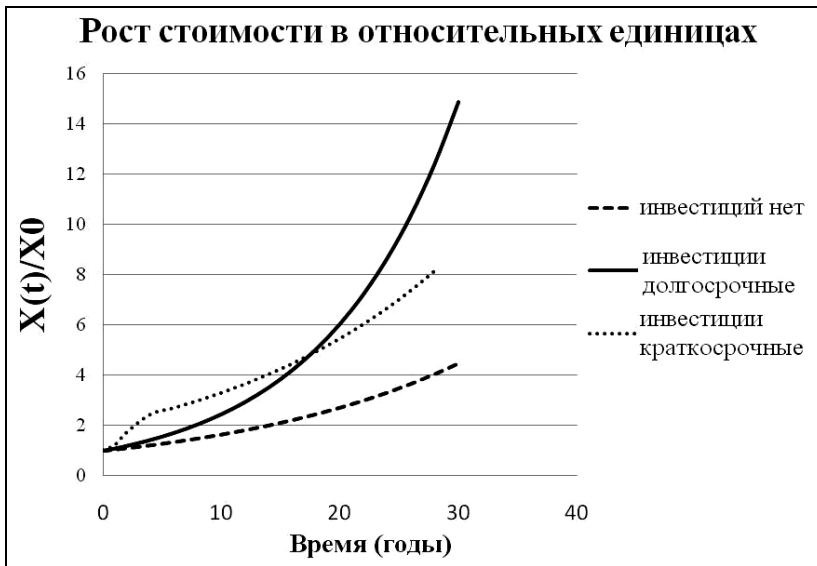


Рис. 2. Динамика роста стоимости земли и доходов в относительных величинах при отсутствии и наличии инвестиций

На основе данных таблиц 1–3 определим динамику стоимости земли без инвестиций, с длительными небольшими инвестициями и с большими краткосрочными инвестициями.

Таблица 4

Динамика стоимости земли (у. е.)

Время (годы)	Без инвестиций	Постоянные небольшие инвестиции	Значительные краткосрочные инвестиции
1	105,13	109,4	105,13
5	128,40	156,83	207,5
10	164,87	245,96	300,42
50	1218,25	9001,7	2219,79

Таким образом, если земля не находится в обороте и инвестиции отсутствуют, ее стоимость и, соответственно, доходы медленно растут. С другой стороны, если земля находится в обороте, то за счет инвестиций ее стоимость растет и, следовательно, растет доход (земельный налог). В краткосрочной перспективе большой доход приносят краткосрочные значительные инвестиции, а в долгосрочной перспективе более выгодны небольшие длительные инвестиции.

Список литературы

1. Синочкин Д., Иванова Е. Отложенная идентичность // Недвижимость и строительство Петербурга. 2013. №45 (782).



Об авторе

Владимир Валентинович Засядь-Волк — канд. геогр. наук, доц., Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о земле.

E-mail: zv_vv@pochta.ru

About the author

Dr Vladimir Zasyad-Volk, Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University.

E-mail: zv_vv@pochta.ru