А.А. Лунегова, А.В. Болотин

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ ЖИЛЬЯ

Представлен анализ развития рынка недвижимости жилья в спектре соотношения спроса, предложения и цены. Выделен аспект спроса на жилье в зависимости от реальных доходов населения. На фоне падения реальных доходов населения отмечен ажиотажный спрос на жилье посредством вовлечения в оборот кредитных денег.

Дана оценка динамики объема выданных ипотечных жилищных кредитов и их среднего размера в РФ за 2019–2021 гг. В результате выявлено их увеличение, что в условиях снижения реальных доходов населения влечет за собой просроченную задолженность кредитным организациям.

С использованием развитого в наших предыдущих работах математического подхода для анализа динамического поведения социально-экономических процессов, базирующегося на применении дифференциальных уравнений для скорости изменения основных макроэкономических величин, построена базовая математическая модель временной эволюции рассматриваемой неравновесной социально-экономической системы. Выбраны основные переменные, изменение которых однозначно характеризует устойчивость и динамическое поведение протекающих в системе ключевых процессов. Установлен закон временной эволюции неравновесной социально-экономической системы, формально совпадающий с дифференциальным уравнением теории эволюции и самоорганизации сложных систем различной природы. Детально проанализированы три важных модельных частных случая, касательно выбора основного закона изменения общего объема кредитных средств: 1) общий объем кредитных денег P линейно уменьшается с ростом спроса на жилье; 2) самоограничение спроса населения на жилье в силу малого объема «активных» кредитных денег; 3) катастрофическая нехватка экономического ресурса (общего объема «активных» кредитных средств). Даны численные оценки «характерных времен» протекания рассматриваемых социально-экономических процессов. Рассмотрено решение базовой математической модели в зависимости от типов государственного регулирования цен на недвижимость. Показано, что возможно два диаметрально противоположных режима процесса скорости изменения показателя цены на недвижимость, а именно: «квазистационарный», характеризующий устойчивое состояние социально-экономической системы, и «автоускоренный», при котором сколь угодно малые флуктуации параметров могут привести к распаду социально-экономической системы.

Ключевые слова: *реальные доходы, спрос, цена, рынок недвижимости, льготное ипотечное кредитование, дисбаланс, кредитные организации, математическое моделирование, динамическое поведение, социально-экономические процессы*.

Современный этап развития рынка недвижимости жилья столкнулся с дисбалансом в соотношении реальных денежных доходов населения и цены. В последнее время цены на жилье подскочили. Например, рост цен на жилье в Москве оказался рекордным с 2009 г. За 2021 г. столичный «квадрат» подорожал почти на четверть [1]. В некоторых проектах застройщики подняли цены на 15–45 % за несколько месяцев [2]. Лидером среди пятидесяти крупных городов России с максимальным ростом цен на вторичном рынке жилья стал г. Сочи [3].

На сегодняшний день наблюдается дисбаланс на рынке недвижимости. С одной стороны, безудержный рост цен на жилье, с другой – низкие доходы населения. Динамика цен на жилье и доходы населения – это две позиции рыночной экономики, которые должны находиться в прямо пропорциональной зависимости. Очевидно, чем больше у населения денег, тем больше оно готово тратить на жилье, следовательно, цены могут идти вверх. Если же доходы населения начинают падать, то и цены на жилье должны снижаться. В последнее время между ними произошел существенный разрыв (рис. 1).

Рис. 1. Динамика доходов населения и цен на жилье
за 2014–2021 гг. (по данным Росстата)

Результаты анализа зафиксировали за 2014–2015 гг. спад реальных доходов и, соответственно, снижение темпов роста цен на жилье. Разрыв между ценами на жилье и доходами населения появился в 2019 г. и увеличивается по настоящее время. В I кв. 2021 г. рекордное за последние годы падение реальных располагаемых доходов населения достигло почти 4 %. Несмотря на падение реальных доходов, спрос на жилье среди населения не уменьшился. Население компенсирует спад реальных денежных доходов, активно вступая в программы льготного ипотечного кредитования, развернутые Правительством РФ в 2020 г. (рис. 2).

Несмотря на падение реальных доходов, начиная с 2019 г. в 2021 г. привлечение заемных средств по количеству выданных жилищных кредитов выросло на 20 % (1780,5·100/147,8).

Вместе с ростом количества выданных ипотечных жилищных кредитов физическим лицам вырос и их объем (рис. 3).

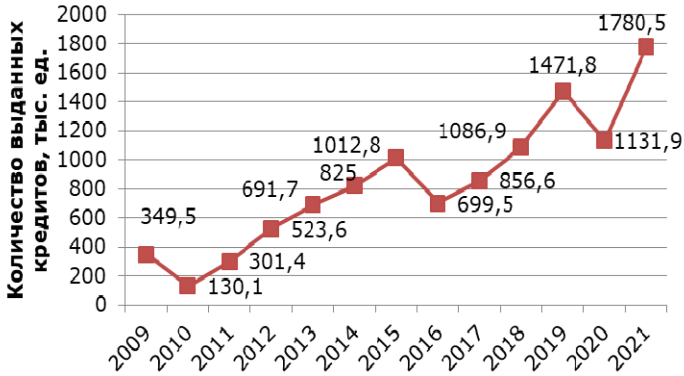

Рис. 2. Количество выданных ипотечных жилищных кредитов физическим лицам за 2009–2021 гг. по состоянию на 1 января 2021 г., тыс. ед. [4]

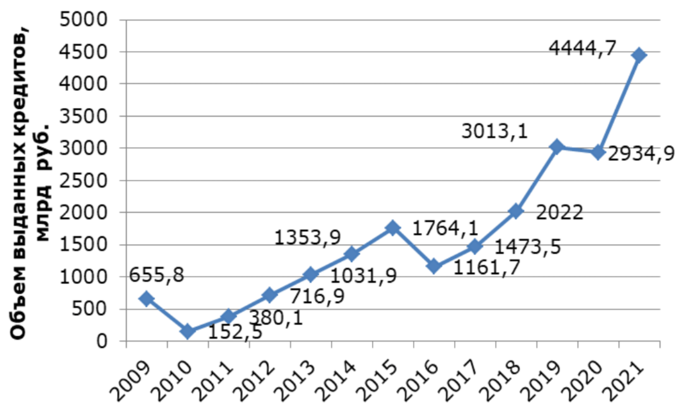

Рис. 3. Объем выданных ипотечных жилищных кредитов физическим лицам за 2009–2021 гг. по состоянию на 1 января 2021 г., млрд руб. [4]

Объем выданных ипотечных жилищных кредитов начиная с 2019 г. вырос почти на 50 % (4444,7·100/3013,1). Увеличение объемов выдач кредитов вызвано тем обстоятельством, что население пытается сохранить уровень потребления в условиях роста цен и снижения реальных денежных доходов [5].

Низкая процентная ставка льготного ипотечного кредитования повлияла не только на количество и объем выданных ипотечных жилищных кредитов, но и на средний размер кредита (рис. 4).

Начиная с 2019 г. зафиксировано увеличение темпов роста среднего размера кредита на 75 % (1860·100/2496).

Увеличение количества выданных кредитов, увеличение их объема в российской и иностранной валюте, увеличение их среднего размера на фоне рекордного падения реальных доходов обусловили сокращение финансовых возможностей населения в виде просроченной задолженности кредитным организациям (рис. 5).

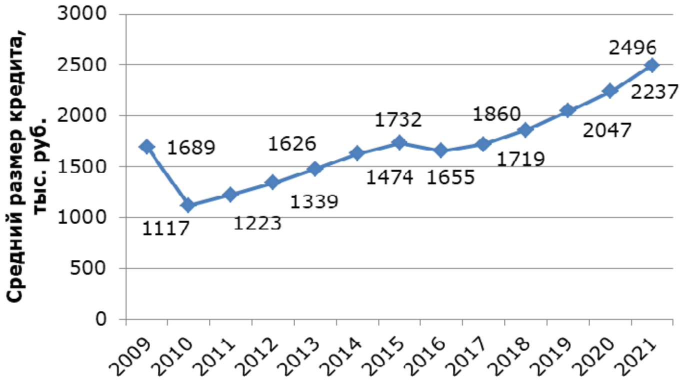

Рис. 4. Средний размер кредита по состоянию
на 1 января 2021 г., тыс. руб. [4]

Рис. 5. Просроченная задолженность по состоянию
на 1 января 2021 г., млрд руб. [4]

ЦБ РФ зафиксировал рекордную долговую нагрузку россиян на начало 2021 г. в размере 11,7 % [6]. В частности долговая нагрузка ипотечных заемщиков выросла до 1,9 % [7]. У населения денег становится все меньше, но для того чтобы поддержать уровень потребления, они пытаются взять как можно больше кредитов.

Современный рынок недвижимости крайне неустойчив: у населения доходы падают, при этом растет объем ипотечного кредитования и, как следствие, растет величина просроченной задолженности кредитным организациям. На этом фоне безудержный рост ипотечного жилищного кредитования, который является стимулом для повышения цен на недвижимость.

Что ожидает рынок недвижимости в этих условиях? Для рассмотрения возможных сценариев развития будем использовать разработанный в работах [8, 9] динамический подход, который ранее уже успешно использовался для теоретического анализа временной эволюции неравновесных социально-экономических систем [10–15].

Выберем переменные, которые должны быть обязательно включены в математическую модель.

Для прогнозирования динамических свойств анализируемой системы достаточно выделить две существенные переменные – спрос населения на жилье и цена на жилье.

Следуя логической схеме [10, 12, 13], связь между скоростью изменения цены на жилье $\eta(t)$ и спросом $\vartheta(t)$ можно описать с помощью дифференциального уравнения вида

$$\frac{d\eta}{dt} = \alpha_{+1} \cdot \vartheta(t) - \alpha_{-1} \cdot \eta. \tag{1}$$

В уравнении (1) первое слагаемое описывает изменение цены в зависимости от текущего значения спроса на жилье $\vartheta(t)$, второе же слагаемое – уменьшение цены при отсутствии спроса, а $\alpha_{-1} = \dfrac{1}{\tau_{ch}}$ – *«характеристическое время»* анализируемого экономического процесса.

При этом коэффициенты интенсивности протекающих процессов (α_{+1}; α_{-1}) будут зависеть от внешних и внутренних факторов.

Отметим, что показатель $\eta(t)$ следует рассматривать как формальный, а его введение при теоретическом анализе динамики неравновесных социально-экономических систем, как убедительно показано в работах [13, 15], всегда способствует более глубокому уяснению физической сути рассматриваемых явлений.

Из дифференциального уравнения в виде (1) следует, что на скорость изменения $\eta(t)$ будет весьма существенно влиять закон временной эволюции ϑ(t).

Нами было показано, что в подавляющем большинстве важных случаев ϑ(t) удовлетворяет автономному дифференциальному уравнению первого порядка [10–12]:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = f\left(\{\vartheta\}\right), \tag{2}$$

где $f\left(\{\vartheta\}\right)$ – некоторая бесконечно дифференцируемая функция.

Подчеркнем еще раз, что уравнения вида (2) получаются естественным образом в теории эволюции и самоорганизации сложных систем самой различной природы (физико-химических, биологических, социально-экономических) [16].

К сожалению, функциональная зависимость $f\left(\{\vartheta\}\right)$ зачастую нам неизвестна. Однако эту функцию $f\left(\{\vartheta\}\right)$ можно разложить в ряд Тейлора в окрестности точки $\vartheta^{(st)}$ (в окрестности стационарного состояния, которое достигается при временной эволюции любой сложной системы) [10]:

$$\frac{d\vartheta}{dt}=\frac{f'\left(\vartheta^{(st)}\right)}{1!}\left(\vartheta-\vartheta^{(st)}\right)+\frac{f''\left(\vartheta^{(st)}\right)}{2!}\left(\vartheta-\vartheta^{(st)}\right)^2+\frac{f'''\left(\vartheta^{(st)}\right)}{3!}\left(\vartheta-\vartheta^{(st)}\right)^3+\ldots \quad (3)$$

(при $\vartheta=\vartheta^{(st)}$ $\frac{d\vartheta}{dt}=0$ и, таким образом, $f\left(\left\{\vartheta^{(st)}\right\}\right)=0$).

При математическом моделировании социально-экономических систем, в которых протекают линейные необратимые процессы, можно ограничиться только лишь линейными членами разложения (3) в ряд Тейлора [10, 13] и приближенно написать это уравнение таким образом:

$$\frac{d\vartheta}{dt}\approx\alpha_1\cdot\left(\vartheta^{(st)}-\vartheta\right), \quad (4)$$

где введено такое обозначение: $\alpha_1=-f'\left(\vartheta^{(st)}\right)$.

Решение (4) представляет собой временную зависимость ϑ(t), характерную для *инерционного звена* [10]:

$$\vartheta(t)=\vartheta^{(st)}\left(1-e^{-\alpha_1 t}\right), \quad (5)$$

где $\vartheta^{(st)}$ – стационарное значение спроса при $t\to\infty$ [10]. Другими словами, это означает возможность установления в социально-экономической системе стационарного состояния, что весьма существенно упрощает весь последующий теоретический анализ.

Конкретизируем полученную временную зависимость для величины спроса ϑ(t). С этой целью проанализируем дифференциальное уравнение для скорости изменения спроса на жилье $\vartheta(t)$, как разность скоростей его роста ω_+ и уменьшения ω_- [10, 14]:

$$\frac{d\vartheta}{dt}=\omega_+-\omega_-=\mu_1\cdot P(t)-\mu_2\cdot\vartheta=f\left(\left\{\vartheta;P\right\}\right). \quad (6)$$

Здесь P – некий экономический ресурс системы (общий объем кредитных денег), благодаря потреблению которого происходит увеличение спроса населения на жилье; μ_1,μ_2 – константы интенсивностей увеличения и уменьшения $\vartheta(t)$ (константы скоростей социально-экономических процессов). Скорость уменьшения спроса на жилье (при отсутствии у населения достаточного общего объема кредитных денег) в первом приближении можно полагать пропорциональной текущему значению $\vartheta(t)$.

Перейдем теперь к рассмотрению модельных частных случаев:

I. Общий объем кредитных денег P линейно уменьшается с ростом ϑ:

$$\mu_1 \cdot P(t) = \mu_1 (P_0 - \vartheta) = \mu_1 \cdot P_0 - \mu_1 \cdot \vartheta,$$

тогда дифференциальное уравнение для скорости изменения спроса (6) примет вид

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_1 \cdot (P_0 - \vartheta) - \mu_2 \cdot \vartheta, \tag{7}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_1 \cdot P_0 - (\mu_1 + \mu_2) \cdot \vartheta \;\Rightarrow\; \int_0^{\vartheta} \frac{d\vartheta}{\frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2} - \vartheta} = (\mu_1 + \mu_2) \int_0^t dt. \tag{8}$$

Используя подстановку

$$\begin{cases} \dfrac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2} - \vartheta = \varphi; \\ d\varphi = -d\vartheta, \end{cases} \tag{9}$$

преобразуем полученный интеграл (8) к виду

$$\int_{\frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2}}^{\frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2} - \vartheta} \frac{d\gamma}{\varphi} = -\ (\mu_1 + \mu_2) \int_0^t dt. \tag{10}$$

После интегрирования (10) и возвращения к старым переменным по формуле (9) приходим к такому аналитическому результату:

$$\vartheta(t) = \frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2} \left[1 - e^{-(\mu_1 + \mu_2)t} \right] \tag{11}$$

При больших значениях t член

$$e^{-(\mu_1 + \mu_2)t}$$

становится много меньше единицы, а величина ϑ(t) будет стремиться к стационарному значению

$$\vartheta(t) = \frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_1 + \mu_2} \equiv \vartheta^{(st)},$$

с *«характеристическим временем»*

$$\tau_{ch} = \frac{1}{\mu_1 + \mu_2}.$$

Учитывая характерный временной масштаб течения социально-экономических процессов (год$^{-1}$) [13], получаем

$$\tau_{ch} = \frac{1}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{1}{0,596 + 0,648} \approx 0,81 \text{ лет.}$$

Сопоставляя уравнения (11) и (5), можно прийти к заключению, что разобранный модельный случай описывает временную эволюцию спроса в социально-экономической системе при малых отклонениях от положения равновесия (область линейных необратимых процессов). Для теоретического описания временной эволюции социально-экономической системы в нелинейной области необходимо использовать разложение (3) с учетом членов более высокого порядка [10], что автоматически приводит к существенному усложнению дифференциального уравнения вида (2), равно как и увеличению возможных вариантов динамического поведения неравновесной самоорганизующейся системы [16].

II. Самоограничение спроса населения на жилье в силу малого объема «активных» кредитных денег:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_1 \cdot \left(P_0 - \vartheta\right) - \mu_2 \cdot \vartheta^n. \tag{12}$$

Первое слагаемое, как и в случае I, описывает процесс уменьшения экономического ресурса («активных» кредитных денег) с увеличением роста спроса народонаселения на жилье, а второе применяется в нелинейной динамике при математическом и компьютерном моделировании самоорганизующихся экологических и экономических систем, в которых действуют сильно положительные и/или отрицательные обратные связи [14]:

$$\omega = \mu \cdot \vartheta^n, \quad n > 1.$$

При $n = 2$ уравнение (12) легко интегрируется [14], с использованием математических методов, применяемых в классической химической кинетике [17]. При этом отношение спроса народонаселения на жилье к экономическому ресурсу социально-экономической системы (*общему объему кредитных денег*) можно выразить следующим образом:

$$\frac{\vartheta}{P} = \left[\frac{1}{2} + \frac{\mu_2}{\mu_1}\alpha cth\left(\mu_2 \alpha t\right)\right]^{-1}.$$

Здесь

$$\alpha = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}\alpha + \frac{1}{4}\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)^2}.$$

Следовательно,

$$\text{при } t \to \infty, \ \operatorname{cth}(\mu_2 \alpha t) \to 1$$

$$\left(\frac{\vartheta}{P}\right)_{t=\infty} = \left[\frac{1}{2} + \frac{\mu_2}{\mu_1}\alpha\right]^{-1} \Rightarrow \left[\frac{\vartheta^2}{P-\vartheta}\right]_{t=\infty} = \frac{\mu_1}{\mu_2} = \text{const.}$$

Таким образом, социально-экономическая система в разбираемом модельном случае также достигает стационарного состояния по значению параметра ϑ.

III. Катастрофическая нехватка экономического ресурса (общего объема «активных» кредитных средств).

Как было отмечено выше, денег народонаселению катастрофически (!) не хватает, ибо их большая часть идет на поддержание уровня текущего потребления, следствием чего является резкое уменьшение общего объема «активных» кредитных денег. Математически это обстоятельство можно передать следующим дифференциальным уравнением:

$$-\frac{dP}{dt} = \mu_1 \cdot P \ \Rightarrow \ P(t) = P_0 e^{-\mu_1 t}, \qquad (13)$$

тогда дифференциальное уравнение для скорости изменения спроса на жилье (6) примет вид

$$\frac{d\vartheta}{dt} + \mu_2 \cdot \vartheta = \mu_1 \cdot P_0 \cdot e^{-\mu_1 t}, \qquad (14)$$

решение которого можно легко получить методом преобразования по Лапласу [10]. При $\mu_1 = \mu_2$ (стационарное состояние социально-экономической системы) получается временная зависимость для спроса на народонаселения жилье [15]:

$$\vartheta(t) = \frac{\mu_1 \cdot P_0}{\mu_2 - \mu_1}\left[e^{-\mu_1 t} - e^{-\mu_2 t}\right] = \frac{\mu_1 \cdot P_0 \cdot e^{-\mu_1 t}}{\mu_2 - \mu_1}\left[1 - e^{-(\mu_2 - \mu_1)t}\right]. \qquad (15)$$

Разлагаем показательную функцию в ряд Маклорена [15]

$$1 - e^{-(\mu_2 - \mu_1)t} \approx (\mu_2 - \mu_1)t$$

и

$$\vartheta(t) = \frac{\mu_1 \cdot P_0 \cdot e^{-\mu_1 t}}{\mu_2 - \mu_1}\left[1 - e^{-(\mu_2 - \mu_1)t}\right] \approx \mu_1 \cdot P_0 \cdot e^{-\mu_1 t} \cdot t. \qquad (16)$$

Взяв производную по времени и приравняв ее нулю:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_1 \cdot P_0 \cdot \left(-\mu_1 \cdot e^{-\mu_1 t} \cdot t + e^{-\mu_1 t}\right) = 0,$$

получаем аналитическое выражение для времени достижения максимума спроса на жилье:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{\mu_1} = \frac{1}{0,596} \approx 1,68 \text{ лет.}$$

По Медоузу [18], динамические зависимости подобного типа являются математическим образом состоянию коллапса социально-экономической системы (рынка недвижимости в разбираемом случае).

Обобщая полученные выше результаты, можно записать дифференциальное уравнение (6) так:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = Q(t) + \mu_1\eta - \mu_2 \cdot \vartheta^n. \quad (17)$$

В уравнении (17) $Q(t)$ – функция поступления кредитных денег; $\mu_1\eta$ – связь спроса с ценой; коэффициент пропорциональности μ_1 может принимать, как положительное, так и отрицательное значение; $n \geq 1$.

В простейшем случае при $Q(t) \equiv \mu_0 = \text{const}$ и $n = 1$ вместо (17) получим

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_0 + \mu_1\eta - \mu_2 \cdot \vartheta, \quad (18)$$

а при $Q(t) \equiv \mu_0 = \text{const}$ и $n = 2$ вместо (17) будем иметь

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \mu_0 + \mu_1\eta - \mu_2 \cdot \vartheta^2. \quad (19)$$

Поскольку в ходе временной эволюции значение ϑ достигает стационарного значения, то из (18) и (19) можно получить:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = 0 \Rightarrow \mu_0 + \mu_1\eta - \mu_2 \cdot \vartheta^{(st)} = 0 \Rightarrow \vartheta^{(st)} = \frac{1}{\mu_2}(\mu_0 + \mu_1\eta),$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = 0 \Rightarrow \mu_0 + \mu_1\eta - \mu_2 \cdot \vartheta^2_{(st)} \Rightarrow \vartheta^{(st)} = \frac{1}{\sqrt{\mu_2}}\sqrt{(\mu_0 + \mu_1\eta)}.$$

Уравнения динамики изменения цены (1) можно представить в виде

при $n = 1$

$$\frac{d\eta}{dt} = \frac{\alpha_{+1}}{\mu_2}(\mu_0 + \mu_1\eta) - \alpha_{-1} \cdot \eta, \quad (20)$$

при $n = 2$

$$\frac{d\eta}{dt} = \frac{\alpha_{+1}}{\sqrt{\mu_2}} \cdot \sqrt{(\mu_0 + \mu_1\eta)} - \alpha_{-1} \cdot \eta. \quad (21)$$

Отметим, что интегрирование уравнения (21) приводит к весьма громоздкому выражению, которое в общем случае не позволяет выразить зависимость роста цены на недвижимость от времени в явном виде, поэтому ограничимся исследованием поведения рынка недвижимости на модели (20).

Преобразуем уравнение (20) к виду

$$\frac{d\eta}{dt} = \gamma(\mu_0 + \mu_1\eta) - \alpha_{-1} \cdot \eta = \gamma\mu_0 + (\gamma\mu_1 - \alpha_{-1})\eta = \gamma\mu_0 + \psi\eta,$$

здесь использованы следующие обозначения:

$$\gamma = \alpha_{+1}/\mu_2 \qquad \psi = \gamma\mu_1 - \alpha_{-1}.$$

Рассмотрим решение уравнения (20) в зависимости от типов государственного регулирования цен на недвижимость.

Первый случай соответствует ограничению государством неконтролируемое повышение цен, продуцируемое желанием продавцов недвижимости получить максимальную прибыль. Математически это означает, что $\psi < 0$ и интегрирование (20) приводит к выражению

$$\eta(t) = \frac{\gamma \cdot \mu_0}{|\psi|}\left[1 - e^{-|\psi|t}\right]. \tag{22}$$

При этом через некоторое время в социально-экономической системе устанавливается «квазистационарное» значение показателя цены на недвижимость $\eta^{(st)}$, равное

$$\eta^{(st)} = \frac{\gamma \cdot \mu_0}{|\psi|}. \tag{23}$$

При $\psi > 0$ (рост цен на недвижимость не ограничивается государством) интегрирование (20) приводит к выражению

$$\eta(t) = \frac{\gamma \cdot \mu_0}{\psi}\left[e^{\psi \cdot t} - 1\right], \tag{24}$$

которое при $t >> 1/\psi$ принимает вид

$$\eta(t) \approx \frac{\gamma \cdot \mu_0}{\psi} e^{\psi \cdot t}. \tag{25}$$

Таким образом, происходит экспоненциальный рост цены на недвижимость (при ограниченном объеме «кредитных средств» μ_0).

Хорошо известно, что большинство реальных процессов не может расти до бесконечности [19], ибо ограниченность имеющихся ресурсов системы тормозит рост и не позволяет превзойти некоторые предельные значения (в области протекания линейных необратимых процессов). Стадия же режимов сверхбыстрого нарастания (развития процессов с нелинейной положительной обратной связью) всегда неустойчива. В области нелинейных необратимых процессов под неустойчивостью следует разуметь вероятностный распад сложноорганизованных структур вблизи «*момента обострения*» [20].

Если временная эволюция социально-экономической системы следует закону вида (25), возникает реальная угроза стохастического, вероятностного, *«радиоактивного»* распада любой сложной структуры, что отвечает коллапсу и/или остановке рынка недвижимости!

Другими словами, это означает, что в зависимости от типов государственного регулирования возможны два режима протекания процесса изменения показателя цены на недвижимость: *«квазистационарный»,* отвечающий устойчивому состоянию социально-экономической системы, и *«автоускоренный»*, при котором сколь угодно малые флуктуации параметров могут привести к распаду социально-экономической системы. Подчеркнем, что выявленные в результате теоретического анализа особенности временной эволюции следует обязательно учитывать при работе с описанным типом неравновесных социально-экономических процессов и явлений.

Список литературы

1. Рост цен на жилье в Москве оказался рекордным с 2009 года [Электронный ресурс]. – URL: https://secretmag.ru/news/rost-cen-na-zhilyo-v-moskve-okazalsya-rekordnym-s-2009-goda.htm (дата обращения: 30.03.2021).

2. Аналитики Knight Frank зафиксировали рекорд роста цен на жилье в Москве [Электронный ресурс]. – URL: https://realty.rbc.ru/news/60a6b4639a7947454f155daa (дата обращения: 30.04.2021).

3. Сочи оказался лидером по росту цен на вторичную недвижимость [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gazeta.ru/business/news/2021/06/19/n_16128500.shtml(дата обращения: 10.09.2021).

4. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования [Электронный ресурс]. – URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/(дата обращения: 10.09.2021).

5. Низкие ставки и высокая инфляция: почему россияне стали брать больше кредитов [Электронный ресурс]. – URL: ttps://www.forbes.ru/finansy/452319-nizkie-stavki-i-vysokaa-inflacia-pocemu-rossiane-stali-brat-bol-se-kreditov (дата обращения: 20.12.2021).

6. Долговая нагрузка россиян достигла нового пика [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rbc.ru/finances/26/03/2021/605da4a99a79479a7912674f (дата обращения: 10.12.2021).

7. ЦБ: долговая нагрузка россиян выросла [Электронный ресурс]. – URL: https://www.banki.ru/news/lenta/?id=10947062 (дата обращения: 30.01.2022).

8. Болотин А.В. К теории автоколебаний в электрохимических системах // Вісник Дніпропетровського університету. Хімія. – 2001. – Вип. 6. – С. 123–130.

9. Болотин А.В. Динамические свойства анодно поляризованных металлоксидных систем: автореф. дис. … канд. хим. наук. – Днепропетровск, 2008. – 20 с.

10. Лунегова А.А., Болотин А.В. Теоретический анализ динамики роста численности некоммерческих организаций в России // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2019. – № 1. – С. 245–259.

11. Болотин А.В., Лунегова А.А. Динамика изменения численности людей в сфере деятельности некоммерческих организаций // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2019. – № 2. – С. 247–257.

12. Болотин А.В., Лунегова А.А. Методика определения количества эффективных НКО: проблемы и решения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2020. – № 1. – С. 218–229.

13. Лунегова А.А., Болотин А.В. К теории влияния деятельности некоммерческих организаций на комплексные показатели качества жизни народонаселения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2020. – № 4. – С. 224–235.

14. Лунегова А.А, Болотин А.В. Роль некоммерческих организаций в условиях реформы местного самоуправления // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2021. – № 4. – С. 342–356.

15. Лунегова А.А., Болотин А.В. Математическое моделирование формирования комфортной городской среды // Современные строительные материалы и технологии: сб. науч. ст. III Междунар. конф. / под ред. М.А. Дмитриевой; Балт. федер. ун-т им. Иммануила Канта. – Калининград, 2021. – С. 193–202.

16. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции: пер. с нем. Ю.А. Данилова. – М.: УРСС, 2001. – 326 с.

17. Раковский А.В. Введение в физическую химию. – М.: ОНТИ. Гл. ред. хим. лит., 1938. – 672 с.

18. Ризниченко Г.Г., Рубин А.Б. Биофизическая динамика продукционных процессов. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 464 с.

19. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: учеб. пособие для высших учебных заведений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2001. – 296 с.

20. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Жизнь неживого с точки зрения синергетики // Синергетика. Труды семинара. Т. 3. Материалы круглого стола «Са-

моорганизация и синергетика: идеи, подходы и перспективы». – М.: Изд-во МГУ, 2000. – С. 39–61.