

УДК 338.1:332.144

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕГИОНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОГИБАЮЩИХ КРИВЫХ

Анастасия В. Мядзелец^{1, @1, *}, Александр К. Черкашин^{1, @2, *}

¹ Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

@1 anastasia@irigs.irk.ru

@2 akcherk@irnok.net

Поступила в редакцию 03.11.2017. Принята к печати 04.12.2017.

Ключевые слова: региональный анализ, инвестиционные циклы, математическое моделирование, огибающие кривые, географическая среда хозяйственной деятельности, экономический кризис.

Аннотация: В статье исследуются и моделируются особенности инвестиционных циклов в регионах Российской Федерации по статистическим данным 1999–2015 гг. В качестве количественных характеристик инвестиционного процесса используются плотность инвестиций в расчете на кв. км территории и показатель интенсивности ее роста. Кривые и функции этих циклов ограничиваются огибающими кривыми и функциями, отображающими особенности географической среды хозяйствования в регионе. Уточненные уравнения инвестиционных циклов хорошо описывают наблюдаемые закономерности изменения интенсивности роста инвестиций от начального до кризисного состояния. На основе уравнений выделены устойчивые региональные показатели и огибающие тренды, что позволяет характеризовать экономику регионов относительными временными параметрами – условным экономическим возрастом и возрастом освоенности территории. Эти параметры связаны с уровнем ресурсной специализации региона и потенциалом развития его экономики. По результатам расчетов рассматриваемый инвестиционный цикл в России стал следствием экономического кризиса 1998 г., после которого финансово-экономическая система страны была коренным образом преобразована. Возникший инновационно-инвестиционный цикл реализовался на фоне высоких мировых цен на нефтепродукты, мирового финансово-экономического кризиса и введенных санкций, что привело к перелому положительных тенденций, постепенному снижению темпов роста инвестиций и указывает на возможность возникновения в ближайшее годы в России нового экономического кризиса.

Для цитирования: Мядзелец А. В., Черкашин А. К. Количественный анализ инвестиционных процессов в регионах с использованием метода огибающих кривых // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2017. № 3. С. 63–69.

Среди теоретических и методических аспектов микро-географических исследований важное место занимают задачи системного анализа и прогнозирования, решение которых основывается на возможностях математического моделирования [1–2]. С этих позиций интересны работы по прогнозированию научно-технического прогресса (НТП) [3–5], где давно используется метод огибающих кривых. Предметами прогнозирования НТП служат нововведения, жизненный цикл которых включает стадии исследования, производства и потребления (эксплуатации). Этот воспроизводственный цикл связан с системой цикличности, включающей помимо НТП-цикла также проектный цикл, инвестиционный цикл и экономический цикл, что рассматривается в экономической теории «длинных волн» Н. Д. Кондратьева, возникающих после внедрения крупного изобретения – инновации.

Темпы развития экономики определяются направленностью и интенсивностью инвестиционных процессов, т. е. многосторонней деятельностью участников общественного

воспроизводства по наращиванию капитала страны, по совершенствованию ее экономической системы. Инвестиционный процесс обладает всеми стадиями воспроизводственного циклического процесса (производство, распределение, обмен, потребление), но оценивается с позиции движения инвестиционных благ. Инвестиции – рискованное размещение разного рода капитала с целью получения прибыли в воспроизводственном процессе, ориентированном на удовлетворение спроса и поддержку нововведений.

Отдельные регионы находятся на разных стадиях организации воспроизводственного инвестиционного процесса. Их дифференциация по уровню социально-экономического развития во многом определена различием объемов внутрирегиональных инвестиций, величина которых зависит от инвестиционного климата, складывающегося из факторов географического положения, природно-климатического и ресурсного обеспечения, а также связана со степенью развития местной инфраструктуры и совершенством территориального управления. Вследствие нерав-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Инновационное развитие, территориальная организация и рост качества жизни населения в Сибирских и Арктических регионах России», № 16-02-00570(а).

номерности развития регионы образуют последовательность стадий развития, что является основанием предсказания их будущего с учетом местных условий. В этом отношении необходимо базироваться на эволюционной парадигме инвестиционной деятельности [6], когда принимается во внимание история инвестирования и то, что разные регионы находятся на разных эволюционных этапах развития, и их экономика поэтапно совершенствуется, переходит в иное качество. Такие вопросы изучаются в относительно новом направлении экономической теории – эволюционной экономике [7], в рамках которой экономические процессы рассматриваются как спонтанные, открытые и необратимые, порожденные взаимодействием внешних и внутренних факторов и проявляются в изменении структуры экономики и действующих в ней агентов [8]. Особое внимание уделяется процессам инноваций, конкуренции и информатизации.

Задача данного исследования состоит в разработке методов количественного анализа региональных инвестиционных процессов на основе статистических данных и математических соотношений дифференциальной геометрии – соприкасающихся функций и огибающих кривых.

Математические модели и методы. Огибающая линия семейства кривых на плоскости касается каждой из кривых этого семейства в единственной характеристической точке [9]. В этой точке огибающая и кривая имеют общую касательную линию. Кривая относительно огибающей является соприкасающейся, или прикрепленной в данной точке кривой, описываемой соответствующей дифференцируемой функцией $y(x, \tau)$, заданной в неявном виде: $F(x, y, \tau) = 0$, где τ – параметр семейства функций $y(x, \tau)$, прикрепленных при $\tau = \tau_0$ к огибающей в характеристических точках $x_0(\tau_0)$, $y_0(x_0, \tau_0)$. Независимые переменные, параметры и функции определены на ограниченном пространстве значений, что необходимо учитывать при решении конкретных задач. Функция огибающей $\Phi = \Phi(x, y)$ задает многообразие связей переменных x и y , к каждой точке (x_0, y_0) которой прикреплена функция $y(x, \tau_0)$, где $\tau_0 = \tau(x_0, y_0)$. Все эти функции гомотопически эквивалентны, переходят друг в друга при изменении параметра $\tau_0 = \tau(x_0, y_0)$, т. е. скользят по поверхности $\Phi(x, y) = 0$, перемещаясь от точки к точке (x_0, y_0) . Если для функции $F(x, y, \tau_0) = 0$ линии на плоскости (x, y) выполняется условие

$$\left| \frac{\partial F}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial F}{\partial y} \right| \neq 0,$$

то в некоторой окрестности точки (x_0, y_0) равенство $F(x, y, \tau_0) = 0$ задает простую кривую, т. е. похожую по свойствам на окружность или часть окружности. Это позволяет, зная формулу огибающей $\Phi = \Phi(x, y)$, генерировать (прогнозировать) кривую $y(x, \tau)$.

Огибающая на плоскости задается системой соотношений

$$F = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial \tau} = 0 \quad [9].$$

Например, для $F(x, y, \tau) = y^2 + (x - \tau)^2 - R^2 = 0$ семейство функций $y^2 + (x - \tau)^2 = R^2$ соответствует окружностям радиуса R , центр которых смещен по оси x на величину τ . Функция огибающей $\Phi(x, y) = 0$ находится из условий

$$F = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial \tau} = 2(x - \tau) = 0,$$

или $\tau = x$, откуда $\Phi(x, y) = y^2 - R^2 = 0$, т. е. огибающими окружностей будут две параллельные линии $y = \pm R$. При

$$\left| \frac{\partial F}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial F}{\partial y} \right| = |2(x - \tau)| + |2y| \neq 0,$$

или при $x \neq \tau, y \neq 0$ (не центр окружности), значение $\tau = x_0$ при $y = 0$ (центр окружности) однозначно задает окружность определенного вида с координатами точек касания огибающих $x_0 = \tau$, $y_0 = \pm R$. Перемещая точку x_0 по оси x , переходим к гомотопически эквивалентным окружностям разного положения. Выделив на многообразии $y = R$ или $y = -R$ точку (x_0, y_0) , также однозначно определяем конкретную окружность с центром $x = x_0, y = 0$ и радиусом $R = y_0$.

Последний результат интересен с географических позиций. Функцию огибающей $\Phi = \Phi(x, y) = 0$ имеет смысл трактовать как функцию взаимодействия факторов, характеризующих особенности географической среды, понимаемой в широком смысле как единство природной и социально-экономической среды хозяйствования. Ее значение в точках касания (x_0, y_0) определяет конкретные природные и социально-экономические условия местоположения, а следовательно – проявление конкретного вида функции зависимости $y = y(x, \tau_0)$, или $F(x, y, \tau_0) = 0$, формирующихся в этих условиях $\tau_0 = \tau(x_0, y_0)$. Выявив вид функции $y = y(x, \tau_0)$ в разных условиях τ_0 , появляется возможность восстановить функцию огибающей $\Phi(x, y) = 0$.

Объекты и задачи исследования. Исследуются изменения объема внутренних инвестиций по субъектам Российской Федерации во времени с учетом доли сырьевого сектора в местной экономике. Инвестиции исчисляются в расчете на единицу площади региона. Такой показатель характеризует плотность инвестиций и отражает инвестиционную освоенность территории, что позволяет проводить сравнительный количественный анализ данных по регионам. Методика анализа основана на математических моделях, описывающих динамические тренды развития экономики и инвестиционную цикличность с учетом ограничений, задаваемых огибающими функциями и соответствующими линиями и поверхностями. Используются социально-экономические показатели из отчетов Госкомстата Российской Федерации за 2000–2015 гг., собранные в геоинформационную базу данных. Конкретная задача исследования состоит в характеристике инвестиционного процесса по регионам, в картографировании и краткосрочном прогнозировании динамики инвестиций.

Выявление огибающих кривых зависимостей. Исследовалась зависимость изменения плотности инвестиций $y(t, \tau)$ (млн руб/км²/год в текущих ценах) от времени t и от уровня развития τ экономики региона. В первом приближении зависимость аппроксимируется экспоненциальной функцией

$$y(t, \tau) = y_0 \exp[\alpha_s(t - \tau_s)], \quad (1)$$

где y_0 и α_s – надрегиональные константы. Отсюда следует возможность расчета τ_s для каждого года

$$\tau_s = -(\ln y - \ln y_0) \div \alpha + t.$$

Региональная величина τ_s имеет устойчивое значение, которое меньше для развитых экономик, поэтому реальное (экономическое) время (возраст) влияния на инвестиционный процесс $t_s = t - \tau_s$ в этом случае больше при одном и том же номинальном времени t . Согласно последней формуле, для того, чтобы уменьшить τ_s , необходимо увеличить объем инвестиций y . Расчеты проводились при значениях $\ln y_0 = 3,2, \alpha = 0,21/\text{год}$. Величина α отражает относительную скорость (интенсивность) роста плотности инвестиций и учитывает показатели инфляции. Она подбирается близкой к средним значениям по регионам и периодам, а $\ln y_0$ находится так, чтобы максимальное значение τ_s было близко к текущему 2017 г.

Расчеты демонстрируют относительное постоянство значения τ_s во времени, например по Кемеровской области

$\tau_s = 1990,4 \pm 1,7$ лет. Это позволяет дифференцировать и картографировать регионы по показателю $t_s = t - \tau_s$, отражающему экономический возраст (ЭВ) региона, его потенциал экономического развития (рис. 1). Наивысшие сравнительные значения t_s для субъектов Российской Федерации имеют города Москва ($t_s \approx 53$ года при $t = 2017$ г.) и Санкт-Петербург (51 год), а наименьшие – северные территории, например, Чукотский АО (4 года), Камчатский край и Республика Якутия (10 лет). ЭВ по показателю плотности внутренних инвестиций Кемеровской области составляет порядка 27 лет, что сопоставимо с ЭВ многих регионов центральной России и превышает ЭВ иных сибирских территорий (Красноярский край – 13 лет, Иркутская область – 15 лет, Республика Бурятия – 13 лет и Республика Тыва – 7 лет).

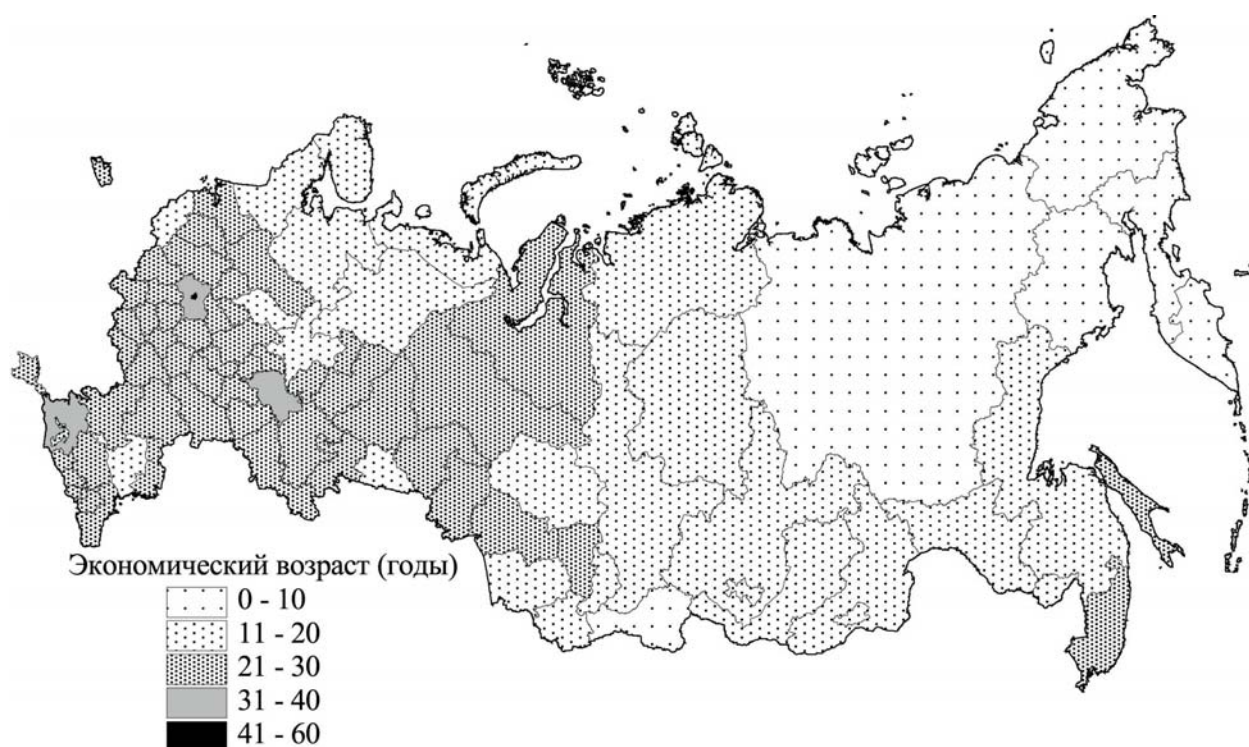


Рис. 1. Пространственная изменчивость потенциала экономического развития, выраженная в показателях экономического возраста регионов (5 градаций интервала от 0 до 60 лет)

Fig. 1. Spatial variation of economic development potential in indices of economic age of regions (5 gradations of interval from 0 to 60 years)

В восточных регионах России размеры территорий и их ресурсный потенциал в основном не соответствуют объемам инвестиций в их экономику. Аналогичная ситуация по известным геосторическим причинам сложилась в Республике Крым (ЭВ 21 год) в 2014–2015 гг. На карте изменения ЭВ выделяются две основные географические группы северных, восточно-сибирских и дальневосточных регионов с ЭВ от 6 до 20 лет и западно-сибирские и европейские регионы России с ЭВ от 21 до 35 лет. Из этого деления по разным причинам выпадают некоторые территории, в частности, Сахалинская область – один из лидеров России по добыче нефти и газа, рыбы и морепродуктов; ее преимущественно сырьевая экономика привлекает значительные инвестиции.

Появляется возможность сравнить значения ЭВ с долей ресурсных, добывающих (X) и перерабатывающих (Y)

отраслей по регионам (рис. 2). Прослеживается две основные тенденции: снижение X по мере роста ЭВ t_s , т. е. закономерный переход от добычи сырья к его глубокой переработке, и повышение X с увеличением ЭВ; последнее характерно для ресурсных экономик. В основном линейном тренде b (рис. 2) $X \approx 3,74(t_s - 33,64) = 3,74(t_s - t_{0s}) = 9,0, R = 0,99$ наивысшие значения X показывают Сахалинская область (65,7 %) и Ханты-Мансийский АО (66,9 %). Вблизи этого тренда также находятся Республика Коми, Тюменская область с автономными округами, Архангельская, Иркутская, Сахалинская, Томская области, Красноярский и Камчатский края. В этих регионах инвестиции в достаточном объеме направлены на ресурсные производства. Эта линия – граница между экстенсивным и интенсивным типами экономического роста. Слева от прямой данного тренда находятся слабо освоенные северные регионы

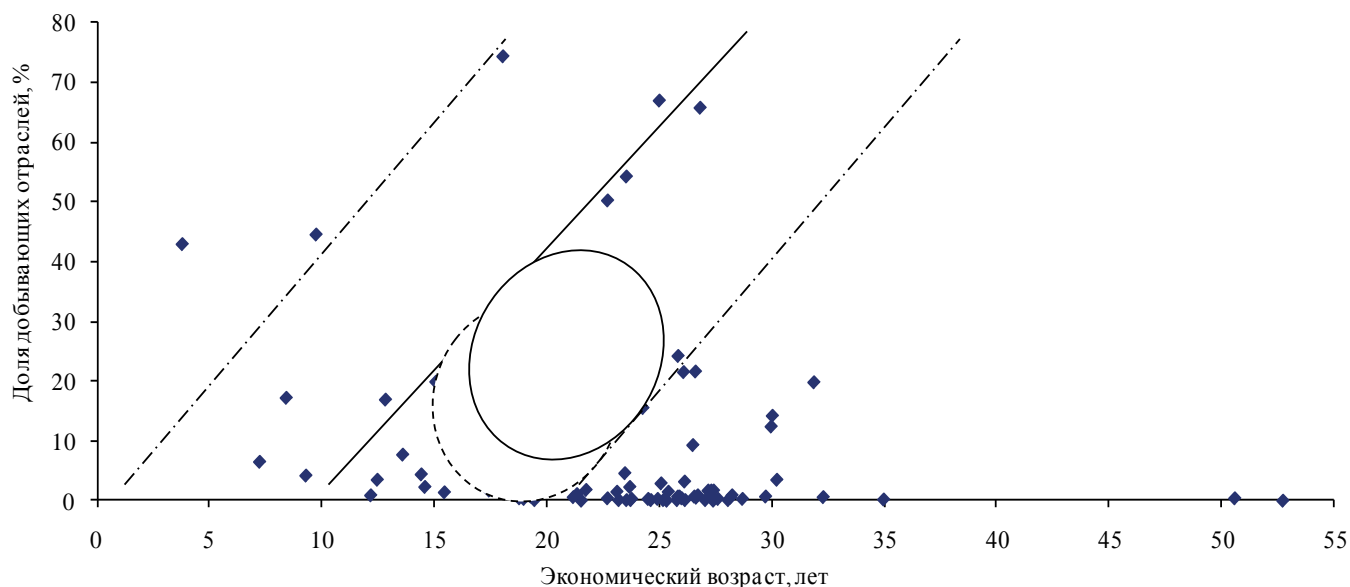


Рис. 2. Зависимость доли добывающих отраслей в ВРП от экономического возраста регионов. Точки соответствуют данным по регионам, линии выделяют инвестиционные циклы I–II и экономические тренды а–в, огибающие циклы
 Fig. 2. Dependence of the portion of extractive industries in GRP from the economic age of regions. Points illustrate regional statistic data, lines show the investment cycles I–II and economic trends a–b enveloping the cycles

России с недостаточной финансовой поддержкой сырьевого производства: республики Саха (Якутия) и Тыва, Магаданская область, Ненецкий и Чукотский автономные округа. Справа на графике расположены регионы, стремящиеся развиваться по несырьевому сценарию. Линию основного тренда без изменения наклона можно перенести вправо и влево, меняя значение t_{os} , которое характеризует освоенность территории. Развивающиеся регионы имеют дополнительные инвестиционные ресурсы для повышения инфраструктурной освоенности, т. е. создания новой географической среды. Например, линия тренда в $X=3,52(t_s-20,1)$, к которой принадлежит экономика Кемеровской области, имеет показатель освоенности $t_{os}=20,1$. Понятно, что при $X=0$ (нересурсная экономика) $t_{os}=t_s$, т. е. показатели возраста экономики и освоения совпадают.

На графике рис. 2 точки проявляют своеобразные ресурсно-инвестиционные циклы (I–II), касающиеся линий трендов б и в. Разные регионы отражают различные стадии этих циклов. На первой стадии идет увеличение объемов инвестиций в регион из внешних источников или из полученных за счет доходов X ресурсопользования для инфраструктурного и производственного освоения территории, что способствует накоплению капитала, росту мощностей перерабатывающей промышленности. В этом отношении интерес представляет экономика Оренбургской области, сочетающая разные отрасли промышленности и сельского хозяйства. Истощение природных ресурсов, недостаток и отток финансовых ресурсов, изменение конъюнктуры внешних и внутренних рынков в совокупности со снижением объемов производства ресурсных отраслей и регионального дохода возвращает экономику к сырьевому типу на более низком уровне, позволяющем выживать региону в сложное время. Подобное было характерно для Иркутской области, потерявшей за последние десятилетия по разным

причинам ряд перерабатывающих высокотехнологичных производств. Такие устойчивые циклы возникают в уравнениях системы с положительной и отрицательной обратной связью, моделирующих конкурентные отношения добывающих и перерабатывающих отраслей.

При фиксированном региональном значении τ_s появляется возможность рассчитать изменение коэффициента α_s по годам и регионам: $\alpha_s = (\ln y - \ln y_0) / (t - \tau_s)$ (за y_0 здесь принимается плотность инвестиций в конкретном регионе в 1999 г.). Величина интенсивности роста инвестиций α_s в большинстве случаев линейно увеличивается до момента наступления мирового финансово-экономического кризиса 2008 г., а затем постепенно снижается (рис. 3).

Используемое выше уравнение (1) отражает первую фазу (подъема) инвестиционного цикла при реализации крупного народно-хозяйственного проекта. Для описания всего цикла предлагается общее соотношение $y(t, \tau) = a \exp(\beta \tau) \exp[\alpha(t - \tau)] \exp\{-\exp[\alpha(t - \tau)]\}$, (2) где α и β – постоянные коэффициенты интенсивности изменений. Эта формула следует из уравнения Гомпертца, применяемого в теории надежности, и здесь используется для отражения роста суммарных инвестиций в реализацию проектов. В ее правой части первый множитель $\exp(\beta \tau)$ отражает повышение при $\beta > 0$ эффективности всей экономики при увеличении значения τ . Второй – $E(t, \tau) = \exp[\alpha(t - \tau)]$ – определяет интегральный риск (опасность) реализации проекта (при $\alpha > 0$ и при большем τ инвестиционные вложения менее рискованны), третий – $P^*(t, \tau) = \exp\{-\exp[\alpha(t - \tau)]\} = \exp\{-E(t, \tau)\}$ – это функция снижения надежности инвестиций со временем. Такая функция есть следствие реализации уравнения логистического динамического потока [10] по показателю уровня экономического развития τ с потерями ($\beta < 0$) или приоб-

речениями ($\beta > 0$), описываемого в данном случае уравнением инвестиционного процесса

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial y}{\partial \tau} = \beta y(t, \tau). \quad (3)$$

Семейство функций (1) инвестиционного цикла ограничены (огиваются) снизу осью абсцисс $y(t, \tau) = 0$, а сверху – кривой $f(t) = A \exp(\beta t)$, отражающей общую тенденцию территориального развития России. По результатам анализа данных в России коэффициент $\beta \approx 0,185$, что соответствует 18,5 % годового прироста внутренних инвестиций.

Региональный параметр $\tau = -\ln[(\alpha - \beta) \div \alpha] \div \alpha + t_0$ определяется характеристиками экономического развития α и β и моментом t_0 касания функцией $y(t, \tau)$ огивающей: $y_0 = y(t_0, \tau)$. Значение τ однозначно определяется набором значений точки касания (t_0, y_0) , и в любом случае при $t = \tau$ функция $y = y(t, \tau)$ достигает максимума. Иными словами τ – это модальное значение функции $y = y(t, \tau)$, т. е. норма существования регионального инвестиционного процесса, характеристика производственной среды региона. По этой причине в модели (2) при $\beta > 0$ большее значение τ соответствует лучшим экономическим условиям: $y_m = a \exp(\beta \tau) \div e$.

Согласно (2) значение интенсивности роста инвестиций изменяется со временем следующим образом:

$$\alpha_s = \frac{1}{y(t, \tau)} \frac{dy}{dt} = \alpha - \alpha \exp[\alpha(t - \tau)], \quad (4)$$

т. е. при $t = \tau$ будет $\alpha_s = 0$, и величина инвестиций достигает максимума y_m и далее пойдет на спад, что соответствует завершению инвестиционного цикла. Как следует из (4), при $\alpha > 0$ относительная скорость роста инвестиций α до момен-

та $t = \tau$ будет уменьшаться. Однако в начальный период, что видно на рис. 3, имеет место линейный рост значения α_s , что в модели (2) не отражается. Для того чтобы учесть такую особенность наблюдаемых тенденций, в правую часть уравнения (4) вводится дополнительное слагаемое $2\gamma(t - \tau)$ с положительным коэффициентом роста инвестиций γ , а в уравнении (2) появляется множитель $\exp[\gamma(t - \tau)^2]$. В новом виде уравнение (2) также удовлетворяет уравнению логистического процесса (3) и имеет огивающую, функция которой пропорциональна $f(t) = A \exp(\beta t)$.

Дополненное уравнение (4) хорошо описывает изменение параметра α_s (см. рис. 3), максимальное значение которого по разным регионам достигается в разное время после кризисного 2008 г., и спустя 6–7 лет имеет значение $\alpha_s = 0$, и далее идет резкое снижение инвестиций ($\alpha_s < 0$). Такой количественный прогноз указывает на возможность нового экономического кризиса, который ожидается в регионах Российской Федерации в 2018–2020 гг.

Обсуждение результатов и выводы. Рассматриваемый период 1999–2015 гг. инвестиционного цикла в России стал результатом экономического кризиса, последовавшего за дефолтом августа 1998 г., после которого пришлось преобразовывать финансово-экономическую систему страны. Как следствие, сформировалась экономика, учитывающая мировые законы социально-экономического устойчивого развития, в частности, законы циклических изменений. Инновацией стало вынужденное признание объективности этого очевидного факта, что получило государственную и общественную поддержку и воплощение в росте инвестиционных потоков с достаточно низких стартовых позиций (см. рис. 3). Внутренняя и внешняя политика государства на фоне мирового финансово-экономического кризиса и введенных санкций привела к перелому

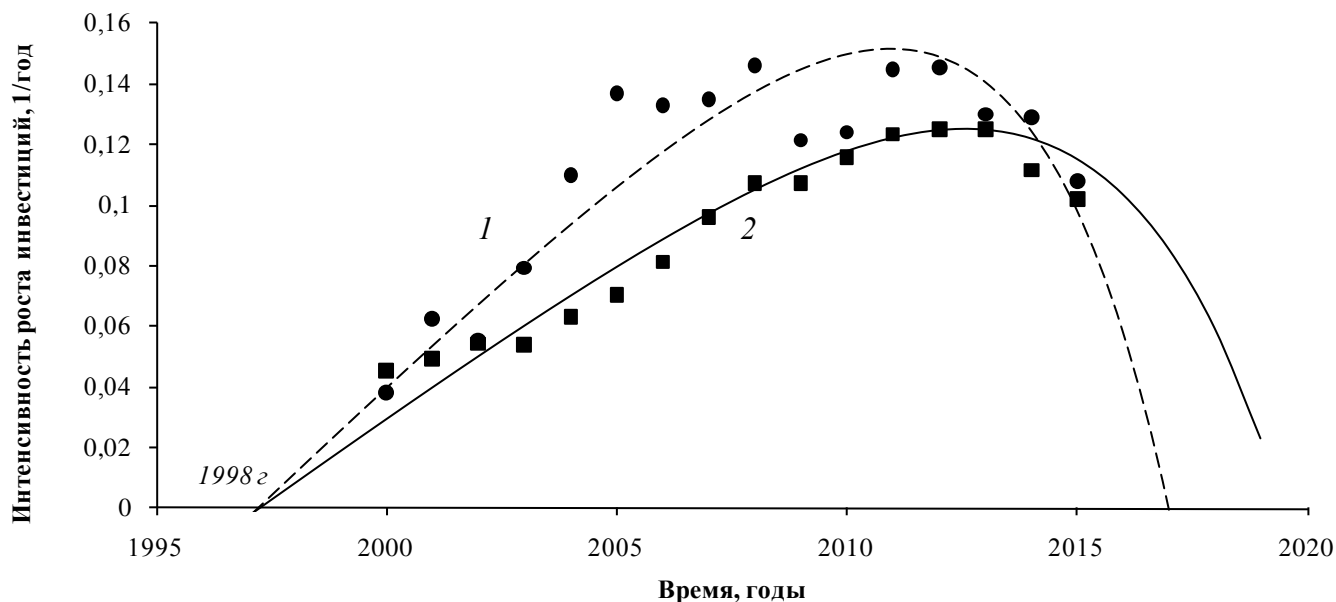


Рис. 3. Изменение интенсивности роста инвестиций α_s со временем t . Точки соответствуют Кемеровской области (1) и Краснодарскому краю (2). Ряды точек аппроксимируются линиями, рассчитанными по модели при значениях коэффициентов $\alpha = 0,29$, $\gamma = 0,0073$ (1), $\alpha = 0,25$, $\gamma = 0,0055$ (2)

Fig. 3. Changing of investment growth intensity α_s in the course of time t . Points corresponds to Kemerovo Oblast (1) and Krasnodarsk Krai (2). Point rows are approximated by the lines calculated using the model with the coefficients $\alpha = 0,29$, $\gamma = 0,0073$ (1), $\alpha = 0,25$, $\gamma = 0,0055$ (2)

положительных тенденций и постепенному снижению темпов роста объемов инвестиций, что численно указывает на возможность нового экономического кризиса в ближайшие годы в России. Преодоление этой тенденции вновь требует качественного преобразования сложившейся финансово-экономической системы с началом нового инвестиционного цикла с более высокими количественными показателями. Возможно, новый цикл уже стартовал после геополитических событий 2014 г. и связан с существенной трансформацией основ мировой политики и условий развития российской экономики.

Огибающие функции отражают многообразие связей природных и социально-экономических факторов и условий, влияющих на процессы, и в этом смысле характеризуют географическую среду их проявления. Огибающие имеют устойчивые параметры и задают пределы роста экономики страны. В частности, ориентируясь на значение β , возможные относительные темпы прироста инвестиций можно оценить в 18,5 % в годовом исчислении, что немного, если принимать во внимание темпы инфляции и высокую ставку рефинансирования и соответственно высокий банковский процент на кредиты.

В рамках данного подхода существование устойчивых региональных показателей и связей-трендов позволяют характеризовать экономику регионов временными параметрами, такими как условный экономический возраст t_s или

возраст освоенности территории t_{s0} . Эти параметры связаны с уровнем ресурсной специализации региона и инвестиционным потенциалом развития его экономики и могут использоваться для решения разных задач экономического анализа. Существующая ресурсно-средовая детерминированность длительное время обеспечивает устойчивое существование региона, но не его устойчивое развитие, для которого требуются постоянные инвестиции из внешних и внутренних источников и соответствующая благоприятная инвестиционная среда, не элиминирующая доходы, что обеспечивается высоким значением экономического возраста местного производства. Этот возраст в пределе соответствует условному возрасту освоенности и инфраструктурной обустроенности территории.

Предлагаемое семейство уравнений кривых инвестиционного цикла и огибающих их кривых требует дальнейшего уточнения. Теоретической основой поиска решения такой задачи является обобщенное дифференциальное уравнение открытого логистического потока (3), регламентирующее вид семейства уравнений. Эмпирической базой оценки коэффициентов и выявления устойчивых трендов становятся новые данные, позволяющие уточнять индивидуальные параметры региональных экономических систем и проверять сформулированные гипотезы.

Литература

1. Черкашин А. К. Математические основания синтеза знаний междисциплинарных исследований социально-экономических явлений // Журнал экономической теории. 2017. № 3. С. 108–124.
2. Черкашин А. К., Мяззлец А. В. Характеризация развития региональной экономики с учетом макроэкономических факторов и условий // Экономика и математические методы. 2017. Т. 53. № 4. С. 13–25.
3. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1970. 568 с.
4. Ямпольский С. М., Лисичкин В. А. Прогнозирование научно-технического прогресса. Методологические аспекты. М.: Экономика, 1974. 208 с.
5. Зыков Ю. А. Экономическое прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Наука, 1975. 170 с.
6. Инвестиции / под ред. Л. И. Юзвович, С. А. Дегтярева, Е. Г. Князевой. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 543 с.
7. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений. М.: Дело, 2002. 536 с.
8. Автономов В. С., Ананьин О. И., Афонцев С. А., Гловели Г. Д., Капелюшников Р. И., Макашева Н. А. История экономических учений. М.: ИНФРА-М, 2002. 784 с.
9. Залгаллер В. А. Теория огибающих. М.: Наука, 1975. 104 с.
10. Черкашин А. К., Красноштанова Н. Е. Моделирование оценки риска хозяйственной деятельности в районах нового нефтегазового освоения // Проблемы анализа риска. 2015. Т. 12. № 6. С. 44–51.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF INVESTMENT PROCESSES IN REGIONS USING THE METHOD OF ENVELOPES

Anastasia V. Myadzelets^{1, @1, *}, Alexandr K. Cherkashin^{1, @2, *}

¹ Sochava Institute of Geography, Siberian branch of the Russian Academy of Science, 1, Ulan-batorskaya St., Irkutsk, 664033

@1 anastasia@irigs.irk.ru

@2 akcherk@irnok.net

Received 03.11.2017. Accepted 04.12.2017.

Keywords: regional analysis, investment cycles, mathematical modeling, envelopes, geographical environment of economic activity, economic crisis.

Abstract: This article takes a look at modeling of features of investment cycles in the regions of the Russian Federation based on statistic data for 1999–2015. As characteristics of investment process the investment density per sq. miles of territory and the intensity of its growth are used. Curves and functions of these cycles are limited with envelope curves and functions that display geographical environment in the region. Refined equations of investment cycles provide a sufficient description of the patterns of change in the intensity of investment growth from inception to crisis. Based on the equations, sustainable regional indicators and enveloped trends are highlighted. It characterizes the regional economy with such relative temporal indices as conditional economic age and the age of development of the territory. These indices are associated with the level of the resource consumption specialization of the region and with the development potential of its economy. According to the result of the calculation, this investment cycle in Russia was caused by the 1998 economic crisis, which radically transformed the financial and economic system of the country. The resultant innovative investment cycle was released against the backdrop of high world prices for oil, the world financial and economic crisis and sank, leading to fracture of positive trends, the gradual slowdown investments and indicates the possibility of new economic crisis in Russia in the coming years.

For citation: Myadzelets A. V., Cherkashin A. K. Kolichestvennyi analiz investitsionnykh protsessov v regionakh s ispol'zovaniem metoda ogibaiushchikh krivyykh [Quantitative Analysis of Investment Processes in Regions Using the Method of Envelopes]. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences*, no. 3 (2017): 63–69.

References

1. Cherkashin A. K. Matematicheskie osnovaniia sinteza znaniy mezhdistsiplinarykh issledovaniy sotsial'no-ekonomicheskikh yavlenii [Mathematical foundations of knowledge synthesis of interdisciplinary research of socio-economic phenomena]. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii = Economic theory Journal*, no. 3 (2017): 108–124.
2. Cherkashin A. K., Myadzelets A. V. Kharakterizatsiia razvitiia regional'noi ekonomki s uchetom makroekonomicheskikh faktorov i uslovii [Characterization of regional economic development in response to macroeconomic factors and conditions]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and mathematical methods*. no. 4 (2017): 13–25.
3. Yanch E. *Prognozirovaniye nauchno-tekhnicheskogo progressa* [Forecasting of scientific and technical progress]. Moscow: Progress, 1970, 568.
4. Yampolsky S. M., Lisichkin V. A. *Prognozirovaniye nauchno-tekhnicheskogo progressa. Metodologicheskie aspekty* [Forecasting of scientific and technical progress. Methodological aspects]. Moscow: Ekonomika, 1974, 208.
5. Zykov Yu. A. *Ekonomicheskoe prognozirovaniye nauchno-tekhnicheskogo progressa* [Economic forecasting of scientific and technical progress]. Moscow: Nauka, 1975, 170.
6. *Investitsii* [Investments]. Ed. Yuzvovich L. I., Degtyarev S. A., Knyazeva Ye. G. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2016, 543.
7. Nelson R., Winter S. *Evolutsionnaya teoriya ekonomicheskikh izmenenii* [Evolutionary theory of economic changes]. Moscow: Delo, 2002, 536.
8. Avtonomov V. S., Anan'in O. I., Afontsev S. A., Gloveli G. D., Kapeliushnikov R. I., Makasheva N. A. *Istoriya ekonomicheskikh uchenii* [History of economic doctrines]. Moscow: INFRA-M, 2002, 784.
9. Zalgaller V. A. *Teoriya ogibaiushchikh* [Theory of envelopes]. Moscow: Nauka, 1975, 104.
10. Cherkashin A. K., Krasnoshtanova N. E. Modelirovaniye otsenki riska khoziaistvennoi deiatel'nosti v raionakh novogo neftegazovogo osvoeniia [Modeling of assessment of risk of economic activity in areas of new oil and gas development]. *Problemy analiza riska = Problems of risk analysis*, no. 6 (2015): 44–51.

* The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, the project «Innovative Development, Territorial Organization and Growth of Life Quality of the Population in the Siberian and Arctic Regions of Russia», No. 16-02-00570(a).