

Андрей Сергеевич Ахременко

зав. лабораторией математических методов политического анализа
и прогнозирования
МГУ имени М.В. Ломоносова,
д. полит. н., профессор МГУ имени М.В. Ломоносова
ahremenko@yandex.ru

Егор Анатольевич Юрескул

аспирант кафедры истории и теории политики факультета политологии
МГУ имени М.В. Ломоносова
sydney-losstarot@yandex.ru

В работе рассматривается методика оценки эффективности развития территорий с помощью параметров динамической модели. Приводится исследование эффективности регионов России на основе данных об изменении валового регионального продукта с 2000 по 2009 г.

Ключевые слова: математическое моделирование, экономическое развитие, оценка эффективности, логистическая функция, валовый региональный продукт.

Использование логистической модели в оценке эффективности регионов России (на примере анализа динамики ВРП в 2000–2009 гг.)

1. Введение

Целью данного исследования является построение рейтинга эффективности экономического развития регионов России. Рассматриваемая методика является первой частью методологии комплексной оценки эффективности модели развития российского региона. Две последующие (в разработке) предполагают анализ влияния показателей, характеризующих действия государственной власти, на показатели развития общества (т.е. соотношение входов и выходов системы) и создание системной модели, фиксирующей взаимные влияния между наборами индикаторов во времени. Ниже будет показано, каким образом

можно сформировать набор количественных параметров, отражающих динамическую модель развития отдельных составляющих экономики и социальной сферы региона. Данная методика рассчитана на ежегодную оценку с возможностью построения прогноза на следующий год¹.

Рассматриваемые в данной работе методы уже длительное время широко применяются для изучения социально-экономических процессов² и тесно связаны с теорией экономических циклов и «ограниченного роста» (growth to limits)³. Использованная для оценки динамики логистическая функция, по сути, отражает стадии экономической «волны»: инфраструктурные или технологические изменения, следующий за ними экспоненциальный рост, связанный с быстрым распространением нововведений в экономике; затем — «насыщение» экономического пространства, сопровождающееся замедлением роста (переход к линейному развитию); и, наконец, затухающее развитие, приближающее значение показателя к некому «пределу роста», обусловленному состоянием системы. Вслед за приближением к «пределу роста» идет либо спад, либо коренное преобразование системы, сопровождающееся переходом на новый виток развития, имеющий такую же динамику⁴.

При этом следует отметить, что используемая методика имеет в первую очередь дескриптивный характер и не позволяет выявлять причины и движущие силы процессов, динамику которых изучает. Тем не менее она позволяет производить формальные сравнения различных территорий и экономических систем между собой и оценивать эффективность существующих моделей развития.

В первой части данной работы приводится подробное описание используемой методики оценки эффективности. Во второй части представлены результаты оценки эффективности развития регионов России в период с 2000 по 2009 г. на основе анализа динамики изменения валового регионального продукта.

¹ Существует ряд работ, основанных на схожей методике, но изучающих в основном экономическую сторону развития. См., например: *Божевольнов Ю.В., Васильев Е.В., Вьялков В.А., Коротков А.В., Малков А.С., Перов С.А., Халтурина Д.А.* Россия в 2050 году: развитая страна, энергетическая держава или периферия мира. М., 2009.

² См., например: *Kingsland Sharon.* The Refractory Model: The Logistic Curve And The History Of Population Ecology. Quarterly Review of Biology. Vol. 57. 1982.

³ *Flora Peter* (ed.). Growth to Limits: The Western European Welfare States Since World War II. Berlin: Walter de Gruyter. 1986.

⁴ *Ayres R.U.* Technological Transformations And Long Waves. International Institute For Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria. 1989.

2. Методика оценки эффективности моделей развития регионов России

Прежде всего, обоснуем необходимость создания новой методики анализа отдельных индикаторов развития. Существующие разработки, и в первую очередь методика Министерства регионального развития РФ¹, используют всего два типа индикаторов:

- Показатели достигнутого уровня развития, представляющие собой результаты измерения интересующего признака в последний из рассматриваемых временных периодов. Например, ожидаемая продолжительность жизни в Белгородской области в 2009 г. составила 71,1 года.
- Показатели, позволяющие сравнивать достигнутый уровень развития с уровнем развития в предыдущий временной период. В данном случае вычисляется абсолютный прирост (разность между последним и предпоследним значением, $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$) или темп роста ($T_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} - 100\%$).

Важность показателей достигнутого уровня развития сама по себе сомнений не вызывает, в то же время такие показатели не дают никакого представления собственно о *развитии*. Как будет показано ниже, оценка эффективности действий региональных властей без оценки развития попросту невозможна.

Показатели, позволяющие сравнивать достигнутый уровень развития с уровнем развития в предыдущий временной период, дают некоторое, но совершенно недостаточное представление о динамике рассматриваемого показателя. Покажем это на простом схематичном примере (рис. 1, 2, 3).

На рис. 1–3 и достигнутые показатели, и темпы роста в последний год (выделено светлым) равны: $\Delta y_t = 2$, $T_t = 112,5\%$. Однако из этого никоим образом нельзя сделать вывод о равной эффективности работы региональных властей. На рис. 1 мы видим закрепление предыдущей (положительной) тенденции развития; на рис. 2 — снижение темпов роста (наименее эффективный из представленных вариантов), на рис. 3 — перелом негативного тренда (наиболее эффективный вариант²).

Таким образом, важнейшими задачами в рамках оценки эффективности становятся:

- выявление общих закономерностей развития показателя в регионе с построением соответствующей математической модели; далее мы будем называть такую модель **базовой моделью**

¹ Министерство регионального развития: <http://www.minregion.ru/>

² При условии, что это — неслучайные колебания (по этому поводу ниже).

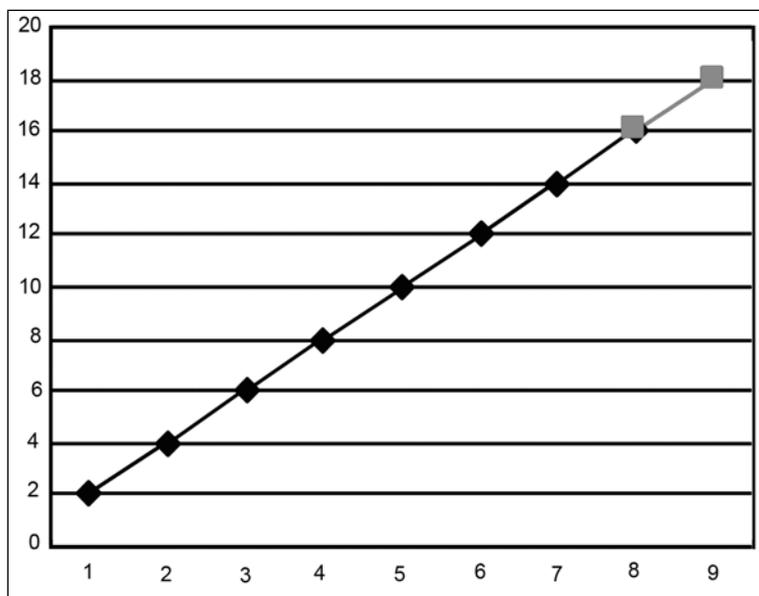


Рис. 1

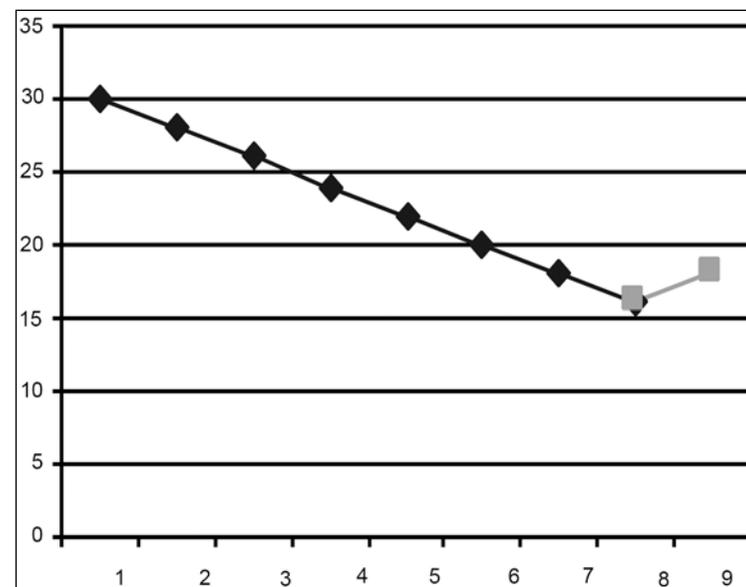


Рис. 3

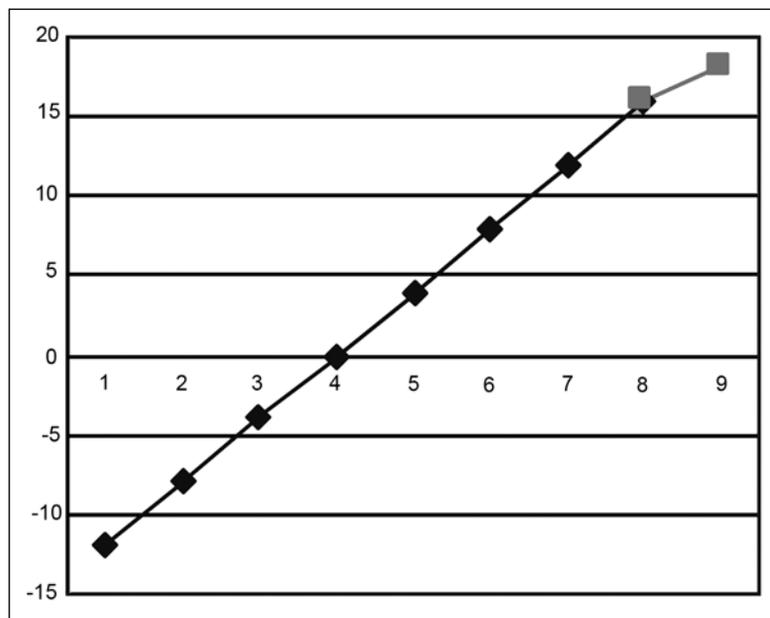


Рис. 2

- **развития региона.** Базовая модель развития может и должна быть оценена через призму критериев эффективности;
- **оценка последних изменений** через их сопоставление с *базовой моделью развития*, а не с предыдущей точкой во времени. Фактически требуется ответ на следующий вопрос: как последние изменения (например, показатель последнего рассматриваемого года) влияют на сложившуюся в регионе модель развития с точки зрения ее эффективности?
- оценка **достигнутого уровня развития** (решение этой задачи не требует никаких специальных инструментов).

Выявление базовой модели предполагает анализ значений показателя не только за последние два года, но за значительно больший промежуток времени. Это важно не только с математической точки зрения (чем длиннее динамический ряд, тем более надежны оценки параметров модели), но и с содержательной: развитие такой сложной системы, как российский регион, обладает значительной инерцией. Неэффективные институты (коррупция и т.д.) обладают механизмами самоподдержания; аналогично эффективные практики, получив широкое распространение, обретают определенный «запас прочности». Хотя данная методика не ставит своей целью непосредственное обнаружение таких механизмов, что было бы нереалистично, мы полагаем, что их влияние должно проявляться как в характеристиках базовой модели

развития субъекта федерации, так и в отклонениях от нее. Более того, принципиальная неустойчивость развития, когда колебания индикаторов напоминают случайные флуктуации, также может являться важнейшей — при этом негативной — характеристикой работы региональной системы управления.

Критерием определения длины ряда (количества моментов времени, когда производится измерение) для ежегодно оцениваемых показателей является устойчивость *федерального* тренда на данном отрезке времени. В общем случае мы отталкиваемся от интервала 2000–2009 г. (10 наблюдений), хотя для отдельных показателей может быть принят иной интервал.

Рассмотрим вначале методику построения базовой модели. Изменение показателей развития во времени представляет собой *процесс*, т.е. функцию времени, $f(t)$. На данном этапе анализа время является единственной независимой переменной. Соответственно, задача сводится к выбору и оценке такой функции $y = F(t)$, которая:

- отражала бы содержательные характеристики рассматриваемого процесса, его природу;
- давала бы возможность ставить и решать вопрос об эффективности развития;
- хорошо соответствовала бы эмпирическим данным.

Вопрос о выборе математической модели применительно к каждому показателю решается индивидуально. Следует отметить, что при наличии устойчивого тренда и отсутствии колебаний существует ограниченное число моделей развития любого показателя. Среди них можно выделить:

- модели роста (рис. 4);
- константа (отсутствие изменений);
- модели спада (рис. 5).

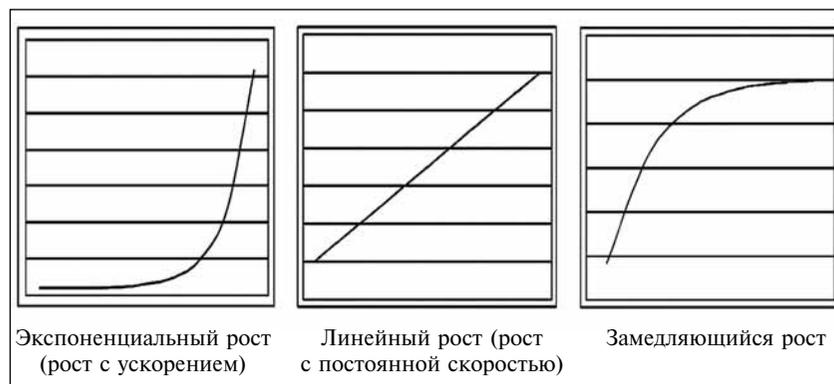


Рис. 4. Модели роста показателей

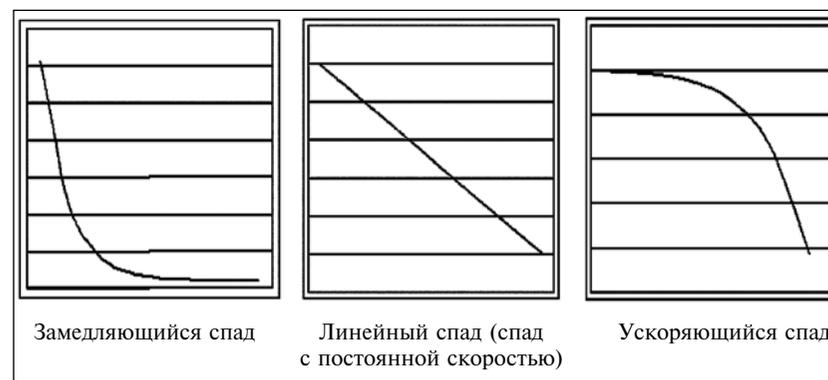


Рис. 5. Модели спада показателей

Вследствие особенностей функционирования экономической системы динамика изменения любого социально-экономического показателя на этапе постоянного роста или постоянного спада сочетает в себе все три модели развития. В связи с этим наиболее широко в анализе была использована так называемая **логистическая функция**, на примере которой и будет проиллюстрировано построение и оценка параметров базовой модели.

Математически логистическая кривая представляет собой нелинейную функцию с тремя параметрами:

$$f(t) = \frac{u}{1 + e^{a+bt}}, \quad (1)$$

где u — системный параметр, характеризующий предел роста, a — параметр начальных условий, b — динамический параметр, отвечающий за скорость роста.

Графически кривая логистической функции имеет S-образную форму (рис. 6). Она отражает следующую содержательную модель развития: вначале рост происходит нарастающим темпом (экспоненциально, в левой части рисунка первая и вторая производные положительные). Затем, по мере приближения к некоторому «пределу роста», скорость изменения постепенно убывает (в правой части рисунка первая производная положительна, вторая — отрицательна). Логистическая функция, впервые примененная П. Ферхюльстом для моделирования численности популяции, широко применяется в естественных и социальных науках¹. Основное преимущество логистической функции в том, что три ее параметра представляют собой коли-

¹См., например: Blackman A., Wade Jr. A mathematical model for trend forecasts. Technological Forecasting and Social Change Vol. 3. 1971–1972. P. 441–452.

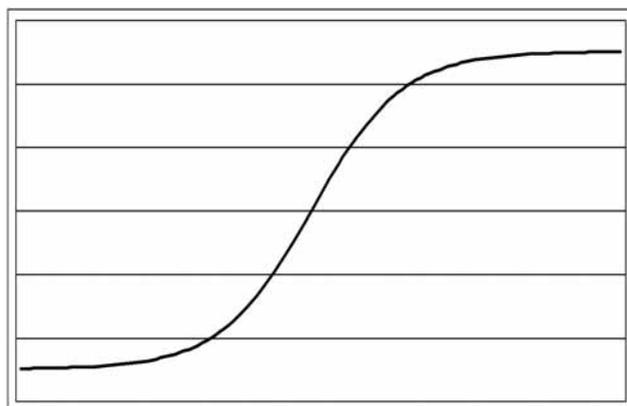


Рис. 6. График логистической функции

качественные оценки модели развития: стартовые условия, темп развития и потолок развития, или «предел роста». Таким образом, вычислив параметры логистической функции, можно получить формальные значения модели развития территории. Кроме того, можно качественно оценить развитие территории в зависимости от того, на каком участке логистической кривой находятся рассматриваемые значения: начало витка развития (экспоненциальный рост), насыщение системы (участок, близкий к прямой), затухающее развитие и приближение к новому витку (замедляющийся рост).

Сам процесс построения базовой модели представляет собой одномерный регрессионный анализ методом наименьших квадратов. При этом оценить все три параметра логистической функции аналитическими методами невозможно, поэтому численными методами подбирается такое значение «предела роста», при котором качество модели максимально.

В качестве «предела роста» может выступать, во-первых, некоторое естественное ограничение: к примеру, доля трудоустроенных граждан в экономически активном населении не может превышать 100%. Во-вторых, для потенциально неограниченных показателей (таких, как валовый региональный продукт, например) предел роста может отражать некую цель. Наконец, и это особенно важно в контексте оценки проблем эффективности, *низкий предел роста может быть обусловлен наличием неких внутренних механизмов, тормозящих развитие*. Значение предела роста является удобным показателем, позволяющим сравнивать модели развития регионов: в регионах с более высоким пределом роста модели развития более благоприятные.

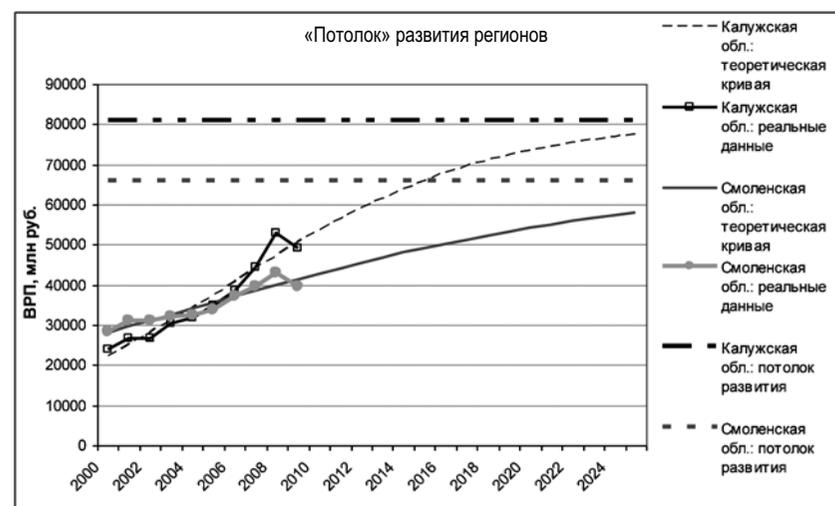


Рис. 7

На рис. 7 показаны два региона, имеющие различные расчетные пределы роста: Калужская область и Смоленская область. При этом необходимо отметить, что при сравнении регионов важно учитывать не только абсолютное расчетное значение предела роста, но и масштабы экономики. Поэтому сравниваются не значения предела роста в рублях, а отношение предела роста в рублях к численности населения. В примере на рис. 7 численность населения двух регионов отличается незначительно, и Калужская область сохраняет более высокое значение предела развития ВРП на душу населения.

Еще одно существенное преимущество логистической модели связано с проблемой начальных условий. В России, с ее огромным региональным разнообразием, многие территории по ряду показателей находились или находятся на совершенно разных этапах развития. Сравнивая между собой динамику изменений в субъектах федерации за один и тот же промежуток времени (например, с 2000 по 2009 г.), необходимо учитывать радикальные различия в стартовых условиях.

При прочих равных условиях развитие, начатое с более «низкого старта», должно протекать быстрее — но до определенного предела. Это объясняется, в частности, хорошо известным в экономике законом убывающей отдачи. Линейная модель не учитывает данный фактор, а логистическая принимает его во внимание. Это происходит благодаря тому, что логистическая кривая (рис. 6) «содержит» в себе две тенденции: экспоненци-

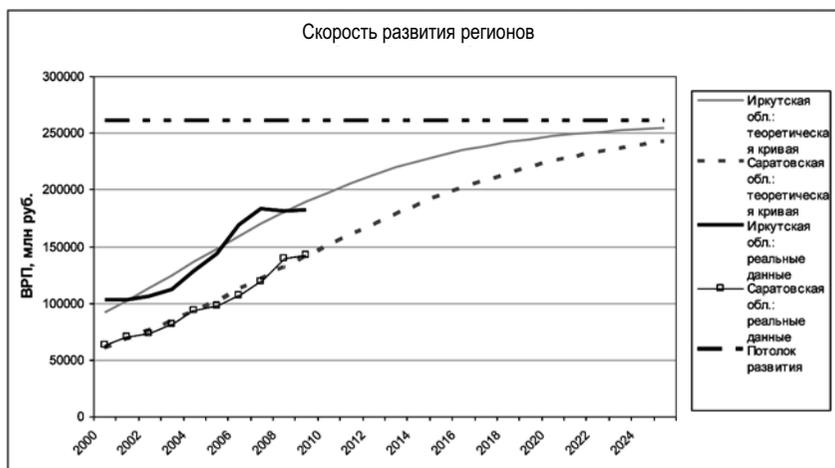


Рис. 8

ального роста и затухающего роста. Причем первая соответствует меньшим значениям аргумента (более ранним моментам времени в нашем случае), а вторая — большим.

Какой модели регионального развития отдать предпочтение, если пределы роста в них равны? Возвращаясь к формуле (1), обратим внимание на динамический параметр b — именно он отвечает за скорость, с которой процесс достигает «потолка» u . Технически скорость выше у того процесса, экспонента от параметра b которого ближе к нулю.

На рис. 8 показаны реальные значения роста ВРП за период 2000—2009 гг. и прогнозные значения до 2025 г. в регионах, имеющих одинаковый потолок развития: Иркутской и Саратовской областях. Хотя для обоих регионов расчетный потолок развития одинаков и оба региона находятся на стадии затухающего развития, Иркутская область развивается более быстрыми темпами и достигнет предела роста раньше, чем Саратовская область.

Итак, оценки ограничительного параметра u , во-первых, и динамического параметра b , во-вторых, представляют собой практические инструменты анализа базовой модели развития региона. Однако выводы на основе оценок данных параметров надежны лишь в том случае, если полученная математическая модель обладает достаточно высоким качеством — другими словами, хорошо соответствует эмпирическим данным. Часть критериев качества модели, используемых в разработанной методике, представляют собой традиционный статистический инструментарий: это R^2 и стандартная ошибка оценки. Первый представляет собой квадрат коэффициента корреляции эмпири-

ческих и теоретических (предсказываемых моделью) значений. В данной методике моделями хорошего качества в общем случае считаются модели с $R^2 \geq 0,9$. Физически это означает, что выявленная зависимость от времени объясняет не менее 90% общей вариации исследуемого показателя. Стандартная ошибка оценки представляет собой среднее квадратичное отклонение теоретических значений от эмпирических:

$$\sigma_{(y,t)} = \sqrt{\frac{(y_t - y_t^m)^2}{N}}, \quad (2)$$

где y_t — эмпирически наблюдаемые значения, y_t^m — теоретические (модельные) значения, N — число наблюдений (длина ряда). Стандартная ошибка имеет ту же размерность, что и наблюдаемая величина.

Возникает закономерный вопрос: как поступать с теми регионами, где используемая математическая модель недостаточно хорошо приближает наблюдаемые данные? Существует три основных причины низкого качества модели. Во-первых, динамика показателя в регионе может развиваться в соответствии с другим математическим законом, нетипичным для России в целом. Вторая причина низкого качества модели связана с сильными флуктуациями значений вокруг тренда, который в этом случае становится трудноуловимым и ненадежным с точки зрения статистического доверия. Здесь мы выделим два класса таких процессов:

а) принципиально не приводимые к базовому виду, т.е. не аппроксимируемые никакой функцией, отражающей долгосрочную динамику развития процесса¹. Такие регионы мы объединяем в группу **территорий с принципиально нестабильной моделью развития**. Внутри группы ранжирования не производится. Общая оценка таких регионов с точки зрения эффективности динамической модели — *негативная*;

б) приводимые к базовому виду за счет некоторых преобразований данных. Наиболее простым из таких приемов является сглаживание отдельных выбросов — точек, явно лежащих вне общей логики развития процесса. В каждом таком случае в специальном столбце итогового рейтинга фиксируется факт преобразования данных. Наличие выбросов само по себе является негативной характеристикой динамики развития, хотя и в

¹ Принципиально математика позволяет подогнать функцию к любому набору точек (например, полином $n - 1$ степени), однако с точки зрения выявления тренда такая функция будет бесполезной.

меньшей степени по сравнению с принципиальной нестабильностью модели.

Третья причина низкого качества модели заключается в существенном изменении тренда в процессе развития. Для процессов с переломами тренда мы также выделяем две группы:

А) процессы, в которых более поздний по времени тренд уже приобрел устойчивость. Основными критериями устойчивости являются, во-первых, наличие как минимум трех-четырех наблюдений в рамках новой тенденции; мы не можем диагностировать появление нового тренда по одному-двум значениям, отклоняющимся от сформировавшегося ранее тренда. Во-вторых, устойчивость «новой» тенденции предполагает сравнительно небольшой разброс значений вокруг функции, фиксирующей эту тенденцию (стандартная ошибка оценки). Если эти условия выполняются, мы можем сосредоточиться на анализе последней по времени тенденции; в то же время сам факт «излома» фиксируется особо;

Б) процессы, в которых базовая модель уже не аппроксимирует последние по времени эмпирические данные с должным уровнем точности, а говорить о формировании новой тенденции еще нет достаточных оснований. Для целого ряда показателей развития регионов современной России такая ситуация актуальна в связи с недавним кризисом, вызвавшим на многих территориях существенный спад в 2008–2009 гг. На этом пункте мы подробно остановимся еще и потому, что он непосредственно вводит нас в проблему **оценки последних изменений** — важнейшей самостоятельной задачи в рамках разрабатываемой методики.

Основной вопрос здесь ставится следующим образом: *как оценить с точки зрения эффективности показатели развития последнего года?* Выше были указаны причины, по которым мы считаем неприемлемым ограничиваться лишь сравнением данных последнего года с данными предыдущего года; необходимо рассматривать последние изменения в контексте базовой модели развития. Для этого, в свою очередь, необходимо решить, «укладываются» ли последние изменения в базовую модель развития или, напротив, свидетельствуют о ее разрушении. Решение последней задачи опирается на несколько критериев.

Первый из них связан с прогностической способностью базовой модели. Производится оценка базовой модели развития на эмпирических данных, *не включающих последний временной период*. В нашем случае мы ограничиваемся интервалом 2000–2008 гг., «вынося за скобки» 2009 г. К этим данным подгоняется теоретическая кривая, в нашем случае логистическая, и произ-

водится оценка ее параметров. На основании полученной математической модели строится прогноз на следующий период времени (2009) и сравнивается с реально имеющимися эмпирическими данными. *Существенное расхождение между наблюдаемыми значениями и прогнозом модели служит основанием для признания факта разрушения существовавшего тренда* (базовой модели).

В качестве формального критерия «существенности» расхождения мы приняли следующий. Отклонение наблюдаемых данных от прогнозных ($y_t - y_t^m$) сравнивается со стандартной ошибкой оценки модели (2), т.е. с неким средним отклонением от нее. Если разность реальных и модельных значений по модулю превышает три стандартных ошибки, можно констатировать разрушение прежней модели. Если она «укладывается» в две стандартных ошибки, базовую модель можно считать не изменившейся. Пограничный случай, когда отклонение находится между двумя и тремя стандартными ошибками, следует рассматривать особо.

$$|y_t - y_t^m| > 3\sigma \Rightarrow \text{предыдущая тенденция разрушена}$$

$$|y_t - y_t^m| < 2\sigma \Rightarrow \text{предыдущая тенденция сохранилась}$$

$$2\sigma < |y_t - y_t^m| < 3\sigma \Rightarrow \text{пограничный случай.}$$

Второй критерий основан на сравнении модели, построенной с исключением последнего периода времени, с моделью, построенной с его включением¹. Для каждой модели отдельно оцениваются все ключевые параметры и характеристики. В первую очередь анализируется расхождение в основном показателе качества модели — R^2 . Общая логика здесь такова: если качество модели с включением (R_2^2) лучше качества модели с исключением (R_1^2), т.е. $R_2^2 > R_1^2$, мы наблюдаем укрепление базовой тенденции. В противном случае ($R_2^2 < R_1^2$) качество модели с добавлением последнего года ухудшается, и важно понять, насколько. Здесь сложнее выработать строгий формальный критерий; эмпирически мы исходим из того, что разрушение модели наступает при условии $R_2^2 - R_1^2 < -0,1$

Наконец, при сравнении модели с включением и модели с исключением важно отслеживать содержательные противоречия в оценках параметров и физических изменениях, наступивших за последний рассматриваемый период. Так, например, одним

¹Далее — модель с исключением и модель с включением. Все параметры и характеристики модели с исключением будут иметь нижний индекс 1, с включением — нижний индекс 2.

из симптомов разрушения базовой модели является увеличение предела роста u от предпоследнего года к последнему, сопровождающееся отрицательным приростом. Трудно содержательно объяснить, каким образом физическое снижение показателя может сопровождаться ростом прогнозируемого «потолка» функции (хотя математически такое возможно).

По совокупности перечисленных критериев принимается решение о том, а) укладываются ли наблюдаемые изменения в базовую модель или б) произошло ее разрушение. Следует подчеркнуть, что с точки зрения анализа динамики развития это крайне важный момент и без четких формальных правил, «на глаз», определить перелом тенденции практически невозможно.

Если изменения укладываются в базовую модель (а), мы рассуждаем следующим образом: какой «вклад» внес последний год в сложившуюся модель? Здесь имеются ясные количественные показатели такой оценки; необходимо просто сравнить ключевые параметры модели с включением и модели с исключением:

$u_2 - u_1 > 0 \Rightarrow$ произошло улучшение

$u_2 - u_1 < 0 \Rightarrow$ произошло ухудшение.

Если $u_2 = u_1$, сравниваются динамические параметры b :

$\exp(b_2) - \exp(b_1) > 0 \Rightarrow$ произошло ухудшение, снижение

темпов роста;

$\exp(b_2) - \exp(b_1) < 0 \Rightarrow$ произошло улучшение.

При этом, как и при оценке базовой модели, изменение параметра u значительно важнее, нежели параметра b . Соответственно, сначала регионы ранжируются по изменениям первого параметра, затем — только для территорий с одинаковым «потолком» — по изменениям второго.

В ситуации разрушения модели (б) принципиальное значение имеет два вопроса:

- какая по своим характеристикам эффективности модель разрушилась?
- каков «вектор» изменений?

Два принципиальных сценария положительных изменений со сломом прежней тенденции представляют собой преодоление негативной тенденции (рис. 9) и выход из режима стагнации развития (рис. 10).

Отрицательные изменения связаны, очевидно, с резким спадом, выходящим за рамки прогностических возможностей базовой модели. Здесь, учитывая финансовый кризис последних двух лет, можно привести множество примеров.

Следует еще раз подчеркнуть, что слом тенденции «автоматически» не означает начало новой траектории развития. В соответствии с нашим пониманием этих процессов, инерция ба-

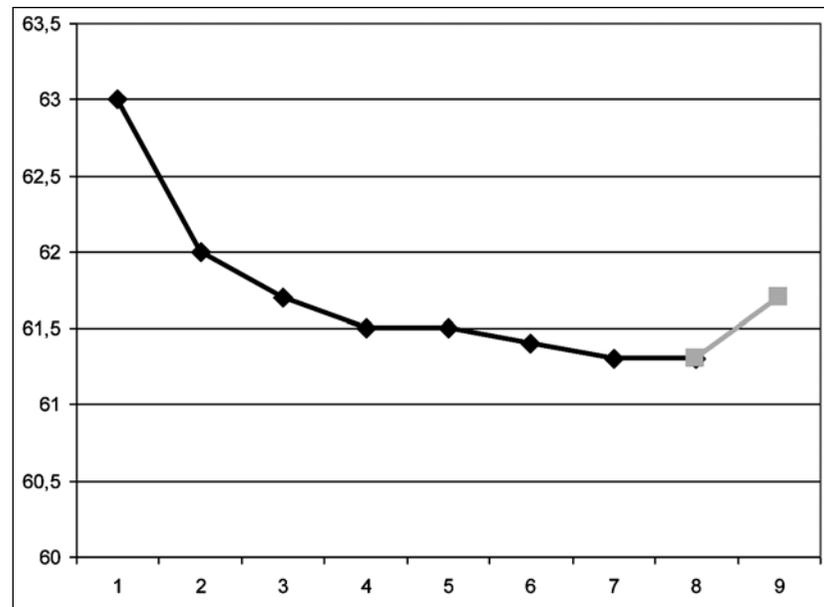


Рис. 9

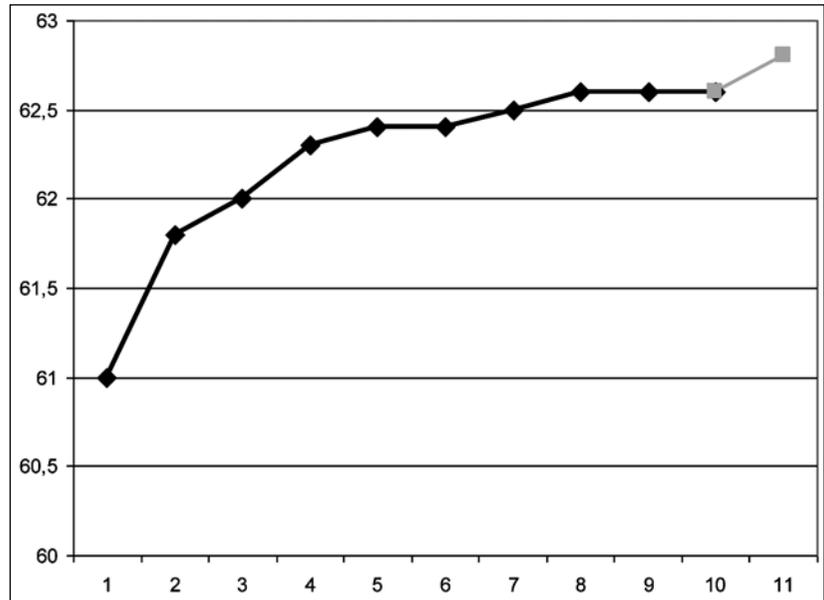


Рис. 10

зовой модели динамики во всех случаях очень велика (иначе не было бы смысла тратить столько сил на ее математическую оценку). Слом тенденции означает некую *принципиальную возможность* для региона начать развиваться по иной траектории.

Особо отметим, что представленная методика позволяет строить сценарный прогноз на следующий год, за который эмпирические данные еще отсутствуют. Понятие «сценарный» в данном случае означает следующее: мы показываем, какие диапазоны значений признака будут свидетельствовать об эффективности (неэффективности) развития модели.

Подведем итог: основными параметрами для количественной оценки модели развития региона являются значение «предела роста» (в миллионах рублей на душу населения) и параметр скорости развития (параметр базовой модели развития). Для большинства регионов сравнение производится именно по этим параметрам. При этом ключевую роль играет качество модели: сравниваются только те регионы, для которых удалось построить модель развития. Кроме того, методика позволяет судить о наличии переломов тренда и о том, на каком этапе развития находится регион.

3. Оценка эффективности изменения ВРП регионов России

В качестве показателя для оценки эффективности в данной работе взята динамика изменения ВРП с 2000 по 2009 г. Следует отметить, что оценка развития ВРП, в отличие от, скажем, оценки изменения уровня безработицы, имеет несколько принципиальных особенностей. Во-первых, ВРП — абсолютный показатель, измеряемый в миллионах рублей, в отличие от, к примеру, доли населения с доходами ниже прожиточного минимума. Это означает, что значения достигнутого уровня и предела роста будут существенно отличаться от региона к региону в зависимости от масштабов и структуры экономики. Для поправки на масштабы экономики вместо абсолютного показателя предела роста в миллионах рублей взято отношение предела роста к численности населения региона (в миллионах рублей на душу населения). Во-вторых, в большинстве регионов произошел спад ВРП в 2009 г., что затрудняет процесс подгонки теоретической кривой. Поэтому вместо составления единого общего рейтинга регионы разбиты на группы, соответствующие различным моделям динамики изменения ВРП. При этом следует отметить, что в большинстве регионов до 2008 г. включительно наблюдалась тенденция к росту ВРП, однако характер роста от региона к

региону отличался. При анализе исходных данных можно качественно выделить следующие группы регионов:

1. «Устойчивые» регионы, среди которых можно выделить две подгруппы:

- Регионы, в которых по каким-либо причинам не произошло спада ВРП в 2009 г. по сравнению с 2008 г. В этих регионах продолжает действовать сложившаяся на протяжении рассматриваемых лет модель изменения ВРП. Для этих регионов строится модель развития, учитывающая все точки с 2000 по 2009 г.
- Регионы, в которых произошел спад ВРП в 2009 г.. При этом отклонение реального ВРП в 2009 г. от прогноза на 2009 г. составляет меньше трех стандартных ошибок модели, и говорить о переломе сложившейся тенденции развития пока нельзя. Для регионов данной группы строится модель развития, учитывающая все точки с 2000 по 2009 г.

2. «Кризисные» регионы: в регионах данной группы произошел спад ВРП в 2009 г., и отклонение реального значения ВРП в 2009 г. от прогнозного превышает три стандартных ошибки модели. Можно с уверенностью говорить о переломе сложившейся модели развития в связи с экономическим кризисом 2008 г., однако пока нельзя говорить о том, сформировалась ли новая модель развития.

3. «Нестабильные регионы»: регионы, в которых в рассматриваемый период заметны неоднократные изменения тенденции развития ВРП: на графиках видны скачки, смена роста спадом и т.д. Построение единой логистической модели для таких регионов невозможно, поэтому они выделяются в особую группу.

Следует отметить, что в Российской Федерации в целом произошел разрыв сложившегося тренда в 2009 г. из-за сильного спада ВВП (рис. 11), т.е. в данном случае Россия — «кризисный регион».

В качестве исходных данных взяты ежегодные показатели ВРП в миллионах рублей в период с 2000 по 2009 г. Источник — база данных Росстат¹ и статистика Минрегионразвития². Сделана поправка на инфляцию при помощи ежегодных индексов потребительских цен (источник: база данных Росстат): использованные значения реального ВРП взяты в ценах 2000 г.

Основными критериями оценки по-прежнему остаются качество модели (коэффициент детерминации R^2) и потолок развития u . Для дополнительной оценки сравниваются значения R^2

¹ Федеральная служба государственной статистики: <http://www.gks.ru>

² Министерство регионального развития: <http://www.minregion.ru/>

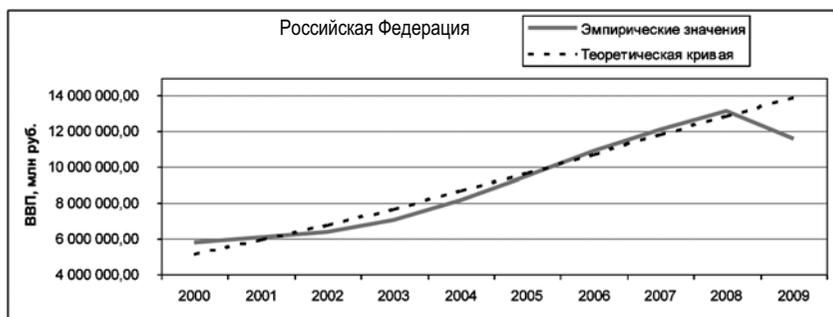


Рис. 11

и *и* при построении модели за весь изучаемый период и с исключением последнего года; данные за последний год сравниваются с прогнозом модели; принимается во внимание изменение ВРП в 2009 г. по сравнению с 2008, а также наличие изломов тренда на всем рассматриваемом периоде. В ряде случаев для повышения качества модели сглаживались выбросы и отклонения от общего тренда.

Внутри групп регионы ранжируются по отношению значения предела роста к численности населения в 2009 г. (показатель измеряется в миллионах рублей на душу населения) для частичного сглаживания неравенства в масштабах экономики. Регионы с одинаковым пределом роста ранжируются по динамическому параметру. Регионы внутри 3 группы не ранжируются.

Для каждого региона указывается отношение (в процентах) достигнутого в последний год уровня развития к расчетному пределу роста. Значения меньше 50% указывают на то, что регион развивается экспоненциально; значения, близкие к 100%, указывают на затухающее развитие. Полная таблица расчетных параметров модели развития для регионов 1 и 2 группы приведена в Приложении 1.

После уточнения вышеуказанной качественной разбивки регионов выделяются следующие группы:

1. «Устойчивые регионы».

В регионах данной группы либо не произошло спада ВРП в 2009 г., либо произошел спад, но отклонение от прогноза не превышает три стандартных ошибки модели. Качество подгонки сохраняется выше 90%, подгонка производится по всем точкам временного ряда (в Приложении 1 указаны значения параметров модели при подгонке всех 10 точек). В регионах, где не произошло спада показателя в 2009 г., экономический кризис 2008 г. привел к замедлению или остановке роста ВРП. Регионы данной группы, в которых произошел спад ВРП, находятся в

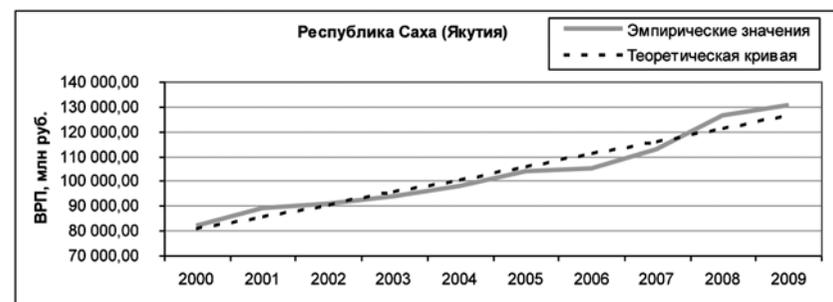


Рис. 12

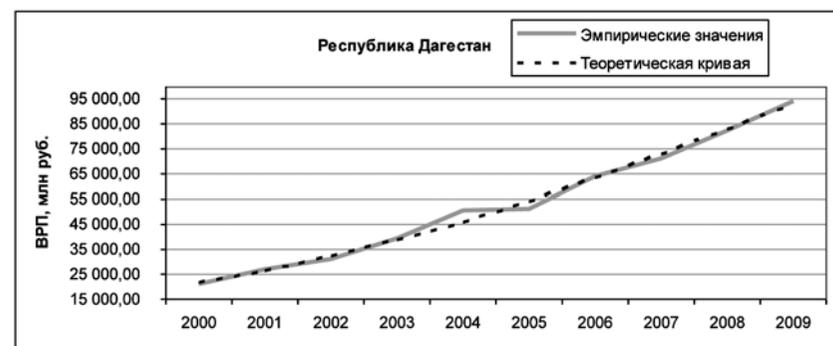


Рис. 13

переходном состоянии между устойчивым и кризисным, и пока нельзя предсказать, является ли спад 2009 г. переходом к новому тренду или отражает расшатывание старого тренда.

Отдельным случаем является Республика Дагестан (рис. 13), в которой не только не произошло спада или замедления, но и сохранился экспоненциальный рост. Следует также обратить внимание на показатели Ненецкого автономного округа (рис. 14): несмотря на самое высокое значение предела ВРП на душу населения, данный регион демонстрирует сильные колебания ВРП начиная с 2007 г. Подъем ВРП в 2009 г. может означать как возврат к старому положительному тренду или переход к новому, так и расшатывание сложившейся экономической системы.

Также следует отметить Астраханскую область (рис. 15) и Чукотский автономный округ (рис. 16). В Астраханской области в 2008 г. наблюдался рост ВРП, не вписывающийся в рамки ни логистической, ни даже экспоненциальной модели развития, а в 2009 г. — резкий спад ВРП до уровня, превышающего, однако,



Рис. 14



Рис. 15



Рис. 16

уровень 2007 г. Модель развития для Астраханской области построена за период с 2000 по 2009 г. (с исключением 2008 г.) и отличается высоким качеством подгонки. Траектория развития Чукотского автономного округа демонстрирует заметный провал в показателях ВРП в период 2004–2007 гг., но остальные точки ложатся на логистическую кривую с сохранением высокого качества модели. Скорее всего, это временное изменение, вызванное кратковременным воздействием внешних или вну-

тренних причин. После прекращения временного воздействия развитие региона вернулось на основную траекторию.

Устойчивые регионы без спада в 2009 г. (рис. 12–16):

- Республика Дагестан
- Саратовская область
- Тамбовская область
- Карачаево-Черкесская Республика
- Амурская область
- Чукотский авт. округ
- Республика Саха (Якутия)
- Камчатский край
- Астраханская область
- Республика Алтай
- Республика Адыгея
- Иркутская область
- Сахалинская область
- Ненецкий авт. округ
- Чукотский авт. округ
- Астраханская область

Устойчивые регионы со спадом в 2009 г. (рис. 17):

- Ставропольский край
- Брянская область
- Белгородская область
- Кабардино-Балкарская Республика
- Калужская область
- Ивановская область
- Краснодарский край
- Республика Хакасия
- Ямало-Ненецкий автономный округ
- Ростовская область
- Забайкальский край
- Республика Коми
- Республика Башкортостан
- Смоленская область
- Владимирская область
- Хабаровский край
- Республика Мордовия
- Республика Татарстан

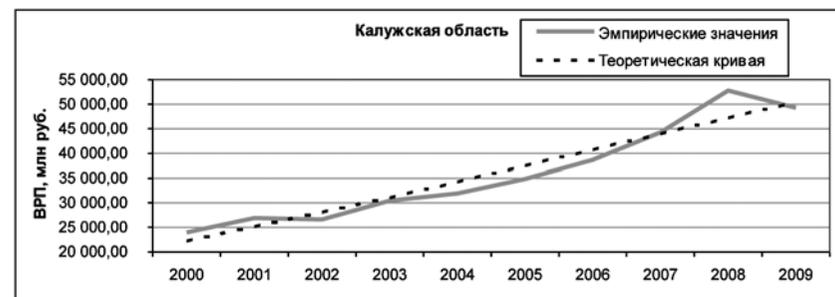


Рис. 17

2. «Кризисные регионы».

В регионах данной (наиболее многочисленной) группы помимо спада ВРП отклонение показателя за 2009 г. превышает три стандартных ошибки, что свидетельствует о разрыве сложившейся тенденции развития. Об этом также свидетельствует ухудшение качества модели при подгонке всего временного

ряда. Кроме того, в данную группу включены регионы, спад или замедление роста ВРП в которых начались до 2009 г. Для сохранения качества модели расчет параметров подгонки производился без последней точки. Это означает, что все параметры модели, указанные в таблице, приводятся для подгонки с 2000 по 2008 г. При этом спад ВРП в 2009 г. для ряда регионов был крайне значителен (рис. 18), поэтому следует понимать, что значения пределов роста, указанные в таблице, вычислены для докризисной модели развития.

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| • Новосибирская область | • Чувашская Республика |
| • Ярославская область | • Курская область |
| • г. Санкт-Петербург | • Челябинская область |
| • Ленинградская область | • г. Москва |
| • Томская область | • Воронежская область |
| • Республика Бурятия | • Костромская область |
| • Приморский край | • Орловская область |
| • Рязанская область | • Курганская область |
| • Республика Марий Эл | • Нижегородская область |
| • Московская область | • Свердловская область |
| • Пензенская область | • Архангельская область |
| • Республика Тыва | • Тюменская область |
| • Еврейская автономная область | • Тульская область |
| • Самарская область | • Оренбургская область |
| • Псковская область | • Кировская область |
| • Алтайский край | • Омская область |
| • Тверская область | • Вологодская область |
| • Калининградская область | • Липецкая область |
| • Республика Северная Осетия — Алания | • Пермский край |
| • Волгоградская область | • Республика Карелия |
| • Кемеровская область | • Удмуртская Республика |
| • Новгородская область | • Ульяновская область |
| | • Ханты-Мансийский авт. округ — Югра |

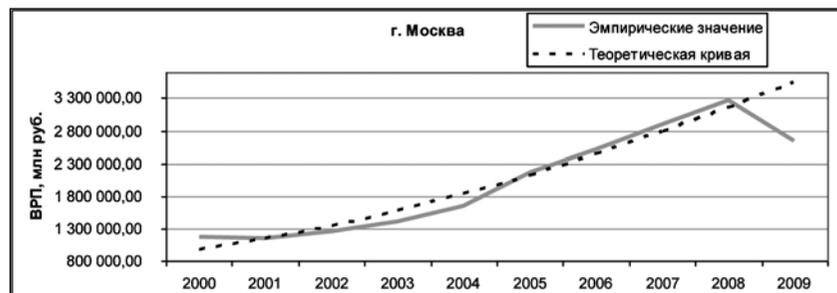


Рис. 18

3. «Нестабильные регионы»:

В регионах данной группы смена тренда произошла несколько раз за рассматриваемый период (рис. 19, рис. 20). Подгонке поддаются только отдельные участки временных рядов, а даже при наличии некоего общего тренда качество модели значительно ниже допустимого.

- Красноярский край
- Магаданская область
- Мурманская область
- Республика Ингушетия
- Республика Калмыкия

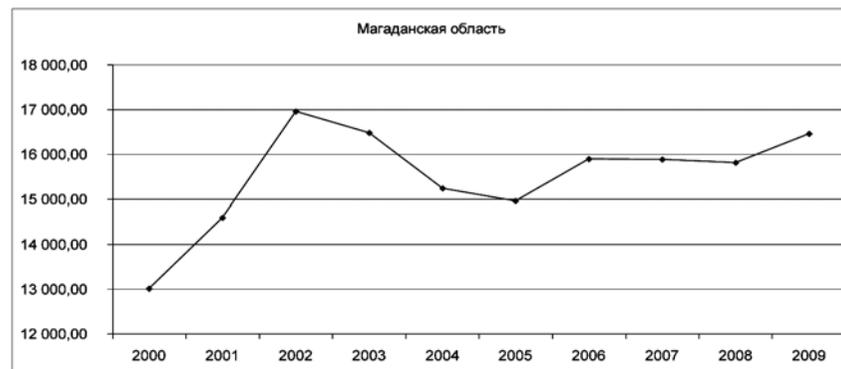


Рис. 19

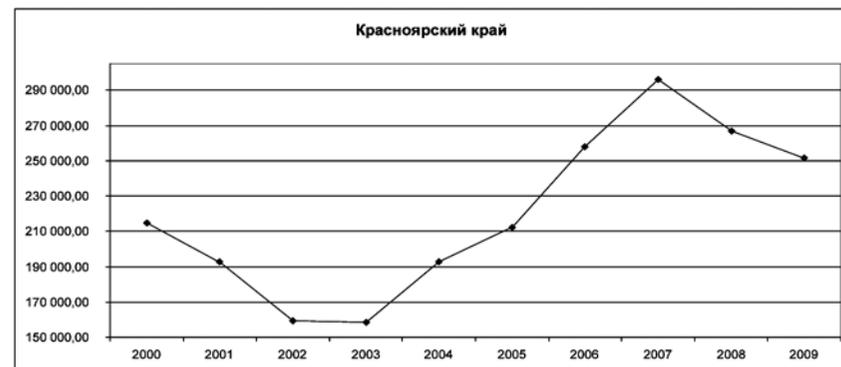


Рис. 20

Заключение

В работе описана методика оценки развития территорий, учитывающая не только достигнутый уровень экономических и социальных показателей, но и стартовые условия, а также параметры базовой модели развития. Методика позволяет получать количественные оценки скорости, устойчивости и предела раз-

вития территории, сравнивать территории между собой, а также строить сценарный прогноз развития на год вперед. Основным инструментом методики является регрессионный анализ методом наименьших квадратов.

В результате оценки изменения валового регионального продукта российских регионов была выделена группа устойчивых регионов, в которых в результате экономического кризиса 2008 г. не произошло перелома тенденции развития; группа кризисных регионов; а также группа нестабильных регионов, в которых устойчивого тренда выделить не удалось. На основе расчетных параметров базовой модели развития составлен рейтинг регионов внутри каждой из выделенных групп.

К достоинствам методики следует отнести относительную простоту расчетов, универсальность (методика подходит для любых количественных показателей), возможность определять этап развития и строить прогнозы. В дальнейшем планируется расширить набор используемых методов: помимо одномерного анализа, возможен анализ «входов» и «выходов» изучаемой системы, анализ совместного развития нескольких показателей, а также комплексный системный анализ.

Литература

1. *Божевольнов Ю.В., Васильев Е., Вялков В., Кортаев А., Малков А.С., Перов С., Халтурина Д.* Россия в 2050 году: развитая страна, энергетическая держава или периферия мира. М., 2009.
2. Указ Президента Российской Федерации от 28 июня 2007 г. № 825 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации».
3. Министерство регионального развития: <http://www.minregion.ru/>
4. Федеральная служба государственной статистики: <http://www.gks.ru>
5. *Ayres R.U.* Technological Transformations And Long Waves. International Institute For Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria. 1989.
6. *Blackman A., Wade Jr.* A mathematical model for trend forecasts. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 3. 1971–1972. P. 441–452.
7. *Flora Peter* (ed.). *Growth to Limits: The Western European Welfare States Since World War II*. Berlin: Walter de Gruyter. 1986.
8. *Grubler A., Nakicenovic N.* Long Waves, Technology Diffusion and Substitution. International Institute For Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria. 1991.
9. *Marchetti C.* Pervasive Long Waves: Is Human Society Cyclotymic? International Institute For Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria. 1996.

Регион	Группа	b	a	r ²	n	Население, человек	n на душу, млн руб.	ВРП 2009, млн руб.	Достиженный уровень
Ненецкий авт. округ	1	-0,21	2,18	0,91	91102,71874	42000	2,1691	38 101,72	42%
Ямало-Ненецкий авт. округ	1	-0,23	0,22	0,92	302940,6136	543600	0,5573	245 848,55	81%
Сахалинская область	1	-0,24	2,07	0,91	240984,8225	514500	0,4684	120 983,82	50%
Республика Саха (Якутия)	1	-0,08	0,80	0,95	260466,0127	949800	0,2742	130 465,01	50%
Чукотский авт. округ	1	-0,25	0,51	0,96	13130,51191	49500	0,2653	11 129,51	85%
Республика Коми	1	-0,15	0,58	0,91	155481,9641	958500	0,1622	102 166,63	66%
Республика Татарстан	1	-0,16	0,89	0,89	550804,7379	3768600	0,1462	323 749,33	59%
Белгородская область	1	-0,20	1,57	0,95	208077,79	1525100	0,1364	107 898,91	52%
Камчатский край	1	-0,13	0,35	0,95	42127,50324	343500	0,1226	29 126,50	69%
Республика Башкортостан	1	-0,16	0,90	0,90	436751,9911	4057300	0,1076	254 230,03	58%
Иркутская область	1	-0,18	0,62	0,92	260027,3127	2505600	0,1038	181 639,60	70%
Саратовская область	1	-0,15	1,20	0,98	260257,1838	2572900	0,1012	142 256,18	55%
Амурская область	1	-0,13	0,75	0,97	86075,83351	864500	0,0996	51 074,83	59%
Краснодарский край	1	-0,16	1,10	0,92	494748,6996	5141900	0,0962	276 834,79	56%
Тамбовская область	1	-0,13	1,16	0,98	99541,05899	1096900	0,0907	50 540,06	51%
Ростовская область	1	-0,14	1,27	0,92	376478,8911	4241800	0,0888	172 247,80	46%
Хабаровский край	1	-0,14	-0,07	0,89	116675,3041	1401900	0,0832	89 638,55	77%
Калужская область	1	-0,16	0,97	0,93	80706,10019	1002900	0,0805	49 055,45	61%
Брянская область	1	-0,11	1,22	0,95	101842,717	1299700	0,0784	43 461,33	43%
Караево-Чиркесская Республика	1	-0,13	1,63	0,97	33464,34175	427200	0,0783	12 463,34	37%
Республика Хакасия	1	-0,16	0,44	0,92	39906,79624	538100	0,0742	28 603,16	72%
Республика Мордовия	1	-0,14	0,95	0,89	58660,61822	833000	0,0704	31 121,83	53%
Забайкальский край	1	-0,15	0,66	0,92	78145,91991	1117000	0,0700	52 453,38	67%
Смоленская область	1	-0,09	0,30	0,90	65841,28546	974100	0,0676	39 603,50	60%
Ставропольский край	1	-0,13	0,92	0,97	177167,8353	2707300	0,0654	96 643,87	55%



Регион	Группа	b	a	r ²	u	Население, человек	u на душу, млн руб.	ВРП 2009, млн руб.	Достигнутый уровень
Республика Алтай	1	-0,17	1,24	0,95	13657,02795	209200	0,0653	7 656,03	56%
Владимирская область	1	-0,15	0,69	0,89	92623,18443	1439800	0,0643	55 943,21	60%
Республика Дагестан	1	-0,24	1,94	0,99	170134,104	2711700	0,0627	94 133,10	55%
Республика Адыгея	1	-0,18	1,62	0,94	27306,91343	442800	0,0617	14 305,91	52%
Астраханская область	1	-0,14	-0,03	0,95	51665,71138	1005200	0,0514	40 241,77	78%
Ивановская область	1	-0,13	0,67	0,93	49321,34041	1073100	0,0460	28 768,10	58%
Кабардино-Балкарская Республика	1	-0,13	-0,04	0,95	28077,51101	892400	0,0315	21 031,11	75%
г. Москва	2	-0,19	2,07	0,96	8630244,997	10509000	0,8212	2 640 367,69	31%
Ханты-Мансийский авт. округ — Югра	2	-0,97	2,21	0,95	756661,7824	1520000	0,4978	653 294,57	86%
Тюменская область	2	-0,56	0,71	0,91	1265054,845	3398900	0,3722	186 404,22	15%
г. Санкт-Петербург	2	-0,17	1,72	0,99	1200911,875	4581900	0,2621	494 963,25	41%
Московская область	2	-0,21	2,19	0,98	1572346,172	6712600	0,2342	548 873,95	35%
Архангельская область	2	-0,14	1,36	0,92	259047,1209	1262000	0,2053	78 136,54	30%
Самарская область	2	-0,12	1,32	0,97	633322,0843	3171400	0,1997	217 130,38	34%
Оренбургская область	2	-0,19	1,70	0,91	398276,8661	2111500	0,1886	164 514,59	41%
Калининградская область	2	-0,18	1,91	0,97	168862,2924	937300	0,1802	60 122,82	36%
Челябинская область	2	-0,15	1,58	0,96	616546,8846	3508800	0,1757	192 239,57	31%
Новосибирская область	2	-0,16	1,69	1,00	461569,6344	2639900	0,1748	171 793,42	37%
Новгородская область	2	-0,12	1,44	0,96	104817,4237	646000	0,1623	39 621,62	38%
Пермский край	2	-0,14	1,19	0,99	423725,483	2708400	0,1564	177 235,88	42%
Ленинградская область	2	-0,18	1,27	0,99	248988,1223	1631900	0,1526	125 082,44	50%
Кемеровская область	2	-0,20	1,35	0,96	386015,0422	2821800	0,1368	188 870,29	49%
Приморский край	2	-0,15	1,27	0,99	265004,5415	1988000	0,1333	127 373,24	48%
Волгоградская область	2	-0,17	1,53	0,96	326798,627	2598900	0,1257	137 694,91	42%
Тверская область	2	-0,13	1,39	0,97	170894,8222	1369400	0,1248	70 536,69	41%

Регион	Группа	b	a	r ²	u	Население, человек	u на душу, млн руб.	ВРП 2009, млн руб.	Достигнутый уровень
Чувашская Республика	2	-0,16	1,88	0,96	159556,909	1279400	0,1247	42 977,12	27%
Свердловская область	2	-0,23	1,08	0,93	528739,0979	4394600	0,1203	288 130,22	54%
Тульская область	2	-0,12	1,26	0,91	177587,2932	1553100	0,1143	65 935,71	37%
Воронежская область	2	-0,14	1,40	0,95	240546,9901	2270000	0,1060	95 637,91	40%
Еврейская автономная область	2	-0,19	1,51	0,98	19602,47584	185400	0,1057	8 866,39	45%
Нижегородская область	2	-0,13	0,83	0,94	343276,9382	3340700	0,1028	161 736,14	47%
Республика Карелия	2	-0,16	0,62	0,90	70045,65783	687500	0,1019	34 988,82	50%
Вологодская область	2	-0,40	0,60	0,93	123383,1934	1218300	0,1013	83 398,15	68%
Томская область	2	-0,33	0,53	0,99	103145,0112	1038500	0,0993	84 737,05	82%
Республика Марий Эл	2	-0,15	1,67	0,98	68211,30233	700100	0,0974	25 257,84	37%
Пензенская область	2	-0,13	1,49	0,98	133452,447	1379800	0,0967	49 121,61	37%
Липецкая область	2	-0,31	0,48	0,93	108473,8122	1163300	0,0932	87 141,35	80%
Удмуртская Республика	2	-0,14	0,60	0,94	137695,4276	1528500	0,0901	74 654,33	54%
Алтайский край	2	-0,15	1,32	0,97	210546,4385	2496800	0,0843	86 464,85	41%
Республика Тыва	2	-0,16	1,78	0,98	26340,2022	313900	0,0839	10 352,26	39%
Курская область	2	-0,14	0,92	0,96	96163,09342	1155400	0,0832	49 571,73	52%
Омская область	2	-0,48	1,01	0,97	152036,2528	2014100	0,0755	126 783,25	83%
Республика Северная Осетия — Алания	2	-0,18	1,58	0,97	51187,77737	701800	0,0729	19 203,70	38%
Рязанская область	2	-0,17	0,66	0,98	82355,47713	1157700	0,0711	49 516,86	60%
Ярославская область	2	-0,22	0,12	0,99	92601,78467	1310500	0,0707	70 844,96	77%
Орловская область	2	-0,13	0,47	0,94	56823,00062	816900	0,0696	33 072,87	58%
Костромская область	2	-0,14	0,68	0,95	46996,11055	692300	0,0679	26 584,90	57%
Курганская область	2	-0,15	0,95	0,94	61432,44978	952700	0,0645	32 106,50	52%
Республика Бурятия	2	-0,24	0,58	0,99	60685,10094	960800	0,0632	44 469,28	73%
Псковская область	2	-0,16	0,65	0,97	43846,97336	696400	0,0630	25 069,07	57%
Кировская область	2	-0,12	0,50	0,91	86839,69833	1401200	0,0620	49 301,69	57%
Ульяновская область	2	-0,18	0,57	0,94	67644,99954	1305000	0,0518	38 818,72	57%