
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ТАРГЕТИРОВАННЫХ ПРОГНОЗНЫХ ТРАЕКТОРИЙ И АНАЛИЗ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

Давнис Валерий Владимирович, д-р экон. наук, проф.

Добрина Мария Валерьевна, асп.

Чекмарев Артем Витальевич, асп.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394018; e-mail: vdavnis@mail.ru; nice.smirnova@yandex.ru; art6211@yandex.ru

Цель: разработка на основе комбинирования принципов адаптации и целевых установок по развитию будущего адаптивно-таргетированной модели прогнозирования ожидаемого социально-экономического состояния субъектов и муниципальных образований. *Обсуждение:* задачи прогнозирования на региональном и муниципальном уровне всегда присутствовали в сфере обоснования принимаемых решений. В то же время аппарат обоснования принимаемых решений не всегда устраивал практиков. Требования к разработке прогнозов в последние годы значительно возросли и, естественно, появилась необходимость в обновлении аппарата прогнозных расчетов и доведения его до уровня, который бы отвечал запросам практиков. Предлагаемый подход предусматривает построение модели, в которой с помощью адаптивного механизма реализуется таргетирование траектории прошлого периода на ожидаемые в будущем изменения. В модели предусмотрены специальные параметры, обеспечивающие возможность проведения многовариантных прогнозных расчетов. Кроме того, предусмотрена возможность анализа стабильности генерируемых моделью траекторий. *Результаты:* обоснована необходимость и показана возможность практического использования в прогнозных расчетах адаптивно-таргетированных моделей, обеспечивающих возможность построения ломаных прогнозных траекторий.

Ключевые слова: прогностика, прогноз, адаптивно-таргетированная модель, авторегрессионная модель, прогнозный вариант.

DOI:

Введение

Ни экономика прошлого, ни сегодняшняя рыночная не смогли преодолеть проблему неопределенности будущего. Не под силу это и цифровой экономике, которая, по идее, должна доминировать в будущем. В силу этого

актуальность прогнозирования, как альтернативного образа неопределенности будущего, возводится в квадрат, а может, даже в куб растущим потоком новых задач, которые раньше не рассматривались вообще или решались не в полном объеме с помощью других инструментов управления экономикой. Осознанное понимание необходимости прогнозирования хорошо изложено в Федеральном законе от 28 июня 2014 г. №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». Из всех прогнозов, разработка которых предусмотрена этим законом, мы будем рассматривать только тот, который связан с вопросами прогнозирования социально-экономического развития субъектов РФ.

Возможности современной прогностики и проблемы практического использования

Разработка прогнозов социально-экономического развития субъектов федерации, по своей сути, является, пожалуй, самой сложной задачей прогнозирования. В этой сути есть два аспекта, на которые в первую очередь следует обратить внимание. Первый аспект теоретический. Проблема в том, что происходящие в реальной экономике события и процессы не успевают получить должное понимание, а тем более адекватное отражение в прогностике. Разрабатываемые в плановой экономике прогностические модели должны были ответить на вопрос, наблюдается ли согласованность между плановыми заданиями и ожидаемой динамикой, определяемой с помощью прогностических моделей. Отсутствие согласованности указывало на необходимость внесения изменений либо в плановые задания, либо в механизмы реализации планов. Естественно, не исключались случаи, когда уточнялись прогностические расчеты и уровень рассогласованности снижался, получая новую интерпретацию. Одновременно по-новому удавалось обосновать факторы, правдоподобно объясняющие анализируемую ситуацию и, следовательно, за счет этого повысить уровень обоснованности принимаемых решений. Такие возможности прогностики прошлого в принципе устраивали всех на всех уровнях управления. Происходившее в это время совершенствование аппарата прогностики в основном определялось той ролью прогнозирования, которую оно выполняло и которая ему отводилась в механизмах управления и регулирования экономикой.

Переход к рыночной экономике в девяностые, создав рыночный хаос, но, не отменив потребность в прогностических расчетах, внес принципиальные изменения в понимание роли прогноза в экономике, которое по мере развития рыночных отношений уточнялось и постепенно расширяло границы практического применения. Прежде всего, стал существенно изменяться горизонт прогнозирования. Сначала он не превышал одного года, и все были согласны с тем, что это максимально возможный горизонт научно обоснованных экономических упреждений. Затем, когда начался процесс зарождения естественных тенденций развития, горизонт прогнозирования был увеличен до трех лет. В этот период особенно стали заметны изме-

нения, происходившие в аппарате, применяемом в практических расчетах. Отсутствие временных рядов необходимых размеров для получения статистически надежных результатов моделирования привело к ситуации, когда было либо совсем исключено, либо ограничено применение статистических методов прогнозирования. В основном в этот период применялись интуитивные и экспертные методы, а в некоторых случаях предпринимались попытки применения адаптивных, от которых не требовалась статистическая надежность, но которые все же за счет своего адаптивного механизма обеспечивали получение правдоподобных краткосрочных прогнозов по многим показателям.

Период сверхкратких временных рядов закончился. Те ограничения на аппарат прогнозтики, о которых мы говорили выше, фактически потеряли смысл, и появилась возможность применения в практических расчетах любых моделей этого аппарата без исключения. Не без учета этих новых возможностей был принят закон о стратегическом планировании, рекомендации которого разработчикам прогнозов необходимо учитывать в своих моделях. По нашему убеждению, моделей в аппарате современной прогнозтики, с помощью которых можно было бы в рамках этого закона обосновать прогнозные оценки социально-экономического развития субъектов РФ, к сожалению, пока нет и, следовательно, нужно в основном ориентироваться на их разработку. А для этого как минимум требуются новые идеи и даже новые принципы, на которых, по всей вероятности, будет основана эта разработка. Конечно, поиск новых идей и новых принципов не предусматривает получения только абсолютно новых результатов, но и ориентироваться только на имеющийся запас знаний в данном случае явно не удастся.

На чём основана эта точка зрения. Прежде всего, заметим, что в отличие от плановой экономики, когда можно было осуществить количественное сравнение прогнозных оценок с плановыми значениями, и по результатам сравнения принимать достаточно обоснованные решения, в рамках стратегического планирования такая возможность полностью исключена. Если коротко, то стратегическое планирование следует понимать как планирование, в основном осуществляемое на качественном уровне, в рамках которого цифровой материал отсутствует, а если все же присутствует, то, как правило, в обобщенном интегрированном виде. Другими словами, результаты стратегического планирования не могут непосредственно использоваться для построения прогнозных моделей. Это тот факт, который мало кого устраивает, но с ним надо считаться, стремясь к его преодолению.

Основны адаптивно-таргетированного прогнозирования

В то же время в прогнозных расчетах должны быть отражены стратегические замыслы. В принципе замыслы о будущем чаще всего строятся на неудовлетворённости прошлым. Причем характер этой неудовлетворённости весьма разнообразен. Не во всех случаях удастся получить ее четкие очертания и, следовательно, предугадать замысел, намеченный для реали-

зации в стратегическом плане. Но в любом случае хотим мы того или нет, будущее вырастает из прошлого. В этом процессе закономерности прошлого трансформируются в закономерности будущего, которые, вполне возможно, еще не определены и только формируются. Эта трансформация не является единовременным актом, а является, как нетрудно понять, переходным процессом. Возникает естественный вопрос, какой должна быть модель переходного процесса, какие закономерности должна отражать эта модель, можно ли проводить сравнительный анализ закономерностей, которые она отражает с закономерностями прошлого периода. Это, пожалуй, основные вопросы, на которые хотелось бы получить ответ. Есть и другие вопросы, которые будут обсуждаться ниже.

Сделанное выше замечание о том, что будущее вырастает из прошлого, для нас является определяющим в том смысле, что если динамика и закономерности прошлого описывались какой-то моделью, то модель будущего должна формироваться из модели прошлого, учитывая те закономерности, которые отражены в модели прошлого. В то же время необходимо учитывать те замыслы, которые отражены в стратегическом плане. В некотором смысле модель, описывающая переходной процесс, в подобной ситуации должна стать компромиссной между закономерностями прошлого периода и замыслами, которые по логике должны отражаться в стратегическом плане. Причем это отражение, по преимуществу, должно носить количественный характер, например, в виде целевых (таргет) установок, с помощью которых в прогнозной траектории должны формироваться новые тенденции.

Заметим, что ранее задачи прогнозирования в подобной постановке не решались, и поэтому в арсенале прогнозного аппарата найти подходящую модель вряд ли удастся, во всяком случае, нам такая модель не известна. Следовательно, возникает необходимость в разработке модели, обладающей подобными возможностями. Причем вместе с теоретической обоснованностью в модели должны быть предусмотрены прикладные возможности, обеспечивающие ее применение в практических расчетах прогнозных траекторий, формирование которых предусматривается законом о стратегическом планировании.

Если упростить ситуацию, то на формальном уровне задача сводится к необходимости построения модели, которая может в нужный момент времени изменять свои характеристики, в частности, например, изменить ориентацию прогнозной траектории или генерировать более высокие темпы роста и, возможно, ряд других характеристик. По сути, это должна быть другая модель, демонстрирующая высокую согласованность с целевыми установками стратегического плана и обладающая другими характеристиками. В то же время нельзя забывать, и об этом говорилось выше, что будущее вырастает из прошлого, а следовательно, и модель, характеризующая динамику будущего, по этой логике, должна быть получена из модели, характеризующей динамику прошлого. Это вывод с очевидными последствиями.

Прежде всего, необходимо отметить, что приведённые рассуждения не оставляют выбора, ориентируя, по сути, на единственное решение. Чтобы модель могла изменять свои характеристики, необходимо эту модель наделить адаптивным механизмом. Мы пока не обсуждаем вопрос, каким должен быть этот адаптивный механизм. Но то, что с помощью именно адаптивного механизма, встроенного в эту модель, можно ее изменять, настраивая на происходящие в среде функционирования изменения, мы абсолютно уверены.

Обоснование достаточно убедительное, но есть несколько вопросов, которые имеет смысл обсудить. Смысл первого вопроса в том, является ли обсуждаемая ситуация такой ситуацией, в которой необходимо применять для расчета прогнозных значений адаптивную модель. Рассматриваемый случай, по нашему мнению, не вписывается в ситуацию, разрешаемую с помощью адаптивного моделирования, позволяющего на основе трекинг-анализа ошибок предсказания, осуществлять вяло текущее изменение прогнозной модели. Однако, несмотря на такой вывод, механизм изменения модели прошлого периода должен быть предусмотрен, иначе не понятно, каким образом она может быть трансформирована в модель будущего периода. При этом трудно возразить против того, что в качестве такого механизма удобно использовать аналог адаптивного механизма, который принято использовать в регрессионных моделях (адаптив).

Как только был получен ответ на первый вопрос, сразу же естественным образом возник второй вопрос, в котором спрашивается, что делать с параметром адаптации, а точнее, на основе какого критерия определять его величину. В адаптивной модели этот параметр настраивался для обеспечения более высокой точности прогнозных расчетов. В модели, возможный вариант построения которой мы обсуждаем, данный параметр остается, но с его помощью будет определяться та доля тенденции прошлого периода, которая должна присутствовать в динамике перспективного периода.

Из логики приведенных выше рассуждений очевидным образом следует, что адаптивный механизм в разрабатываемой нами прогнозной модели играет новую роль, отличную от той, которую он выполнял в адаптивной регрессии. Эта новая роль имеет определяющее значение для прогнозной модели в целом. Именно возможности адаптивного механизма наделяют модель такими специфическими свойствами, которыми ранее прогнозные модели не обладали. Имеется в виду возможность перенастройки модели на новое целеполагание и сохранение в перенастроенной модели заданной доли тенденций прошлого периода.

С помощью этой новой модели можно строить адаптивно-таргетированные прогнозные траектории, то есть такие прогнозные варианты экономических показателей, в которых предусмотрено изменение динамики, обеспечивающее достижение целевых установок, определяемых страте-

гическим планом. А саму модель с этими новыми свойствами будем называть адаптивно-таргетированной.

Сравнительный анализ прогнозных моделей

Введенный термин следует считать действительно новым, так как адаптивно-таргетированных моделей в арсенале прогнозных не было, хотя частичное заимствование из практики регулирования рыночных процессов, которая применялась в экономике Российской Федерации, обнаруживается. Имеется в виду случай, когда осуществлялось таргетирование инфляции, закончившееся, как известно, успешным ее снижением до уровня ниже 4%.

Адаптивно-таргетированная модель, в силу возможного применения многовариантного подхода к ее построению, обеспечивает широкие возможности сравнительного анализа построенных прогнозных траекторий. Если, например, для формирования прогнозных вариантов использовать параметр адаптивного механизма этой модели и с помощью изменения значений этого параметра дозировать долю прошлых тенденций в прогнозной траектории, то полученные таким образом варианты можно сравнивать между собой, используя для этого методику адаптивного регрессионного анализа. В отличие от обычной схемы экономического анализа, адаптивный анализ позволяет анализировать не только динамику изменения самих показателей, но и динамику изменения степени их влияния на другие показатели экономической системы, для которых были построены соответствующие модели. Подобный сравнительный анализ позволяет осуществить наиболее обоснованный выбор для описания прогнозного образа из множества разработанных прогнозных вариантов.

При обосновании необходимости применения в прогнозных расчетах моделей с адаптивным механизмом не затрагивался вопрос аналитического вида модели, которая должна наделяться адаптивным механизмом. И хотя этот вопрос откладывался на потом, его решение играет важную роль в построении окончательного варианта прогнозной модели. Множество эконометрических моделей достаточно представительно. Не обсуждая пока возможные варианты, свой выбор остановим на авторегрессионной модели, которая полностью соответствует нашей логике, в соответствии с которой будущее вырастает из прошлого. Важным «за» является также то, что модель имеет хорошую и понятную интерпретацию своих коэффициентов, которые без труда могут быть оценены с помощью метода наименьших квадратов. Кроме того, для построения этой модели требуется минимально возможный набор данных, что тоже является положительным моментом при обосновании нашего выбора.

Если через x_t обозначить текущее значение моделируемого показателя, то авторегрессионную модель первого порядка можно записать следующим образом

$$x_t = b_0 + b_1 x_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2.1)$$

где b_0, b_1 – оцениваемые параметры авторегрессионной модели; ε_t – независимые случайные величины с нулевым математическим ожиданием.

Применение авторегрессионных моделей в прогнозных расчетах,

предусматривающих операцию адаптивного таргетирования, требует проведения дополнительного анализа результатов моделирования. Необходимость такого анализа объясняется тем обстоятельством, что авторегрессионная модель первого порядка позволяет определить, является ли динамика моделируемого процесса стабильной или нет. Вывод о характере динамики моделируемого процесса (адап) делают по значению коэффициента авторегрессии b_1 . В то же время само значение этого коэффициента в результате операции таргетирования изменяется и возникает естественный вопрос о том, какими свойствами наделяется динамика прогнозируемого показателя в упреждающие моменты времени. Для получения ответа на этот вопрос необходимо сравнить оцененную авторегрессионную модель до таргетирования

$$x_t = b_0 + b_1 x_{t-1} \quad (2.2)$$

с моделью, которая получена после таргетирования

$$x_t^T = b_0^T + b_1^T x_{t-1}^T. \quad (2.3)$$

Сравниваются между собой особые решения

$$x^* = \frac{b_0}{1-b_1}, \quad x^{T*} = \frac{b_0^T}{1-b_1^T}, \quad (2.4)$$

которые получаются из соотношений

$$x^* = b_0 + b_1 x^* \quad \text{и} \quad x^{T*} = b_0^T + b_1^T x^{T*},$$

характеризующих равновесные состояния.

Особые решения – это предельные значения прогнозируемого показателя, которые он должен достигнуть, изменяя свои значения в соответствии с динамикой соответствующей прогнозной траектории. Понятно, что наиболее перспективным вариантом следует считать тот, у которого предельное значение по смыслу является более предпочтительным.

Фактически в этой методике сравнительного анализа рассматривается случай сравнения динамики прошлого периода с динамикой прогнозного варианта. Результаты сравнения позволяют понять, действительно ли прогнозный вариант имеет лучшие характеристики динамики по сравнению с той динамикой, которая наблюдалась в предшествующем периоде. Возможность получения результатов такого сравнения свидетельствует об эффективности предлагаемого подхода к многовариантному прогнозированию, особенно если прогнозируется социально-экономическое развитие субъекта РФ. Важно также отметить, что данный метод сравнения можно использовать и для ранжирования сформированных прогнозных вариантов с целью определения наиболее перспективных из них для того, чтобы повысить надежность обоснованности принимаемых решений.

Основной характеристикой, которая используется в сравнительном анализе, является коэффициент авторегрессии. Чтобы лучше понять его роль, рассмотрим все возможные случаи, которые могут иметь место в практических расчетах.

1) Если $b_1 > 1$, то предельное значение x отсутствует, а сам процесс

принято называть взрывным. Эта ситуация имеет место в тех случаях, когда наблюдается преобладание дестабилизирующих факторов. Нужно проводить специальный анализ и оценку возможностей целевой установки, которая привела к такому результату таргетирования. После обоснованной замены целевой установки процедура таргетирования повторяется и снова проводится сравнительный анализ.

2) если $0 < b_1 < 1$, то предельное значение прогнозируемого показателя существует, а сам процесс демонстрирует рост прогнозируемого показателя, постепенно приближающегося к предельному значению. В этом случае на прогнозируемый показатель, по всей вероятности, оказывают влияние стабилизирующие факторы. Правдоподобность полученного прогноза достаточно высокая.

3) если $-1 < b_1 < 0$, то предельное значение прогнозируемого показателя существует, а сам показатель демонстрирует колебательный процесс, который может быть результатом деятельности рыночных механизмов, а может быть результатом ошибок, допускаемых в регулировании его динамики. Целевая установка, как правило, не является причиной такой динамики.

4) если $b_1 < -1$, то динамика прогнозной траектории описывает в силу отрицательной обратной связи колебания с возрастающей амплитудой. Понятно, что такая траектория не может быть прогнозным вариантом и, скорее всего, необходимо подумать о новом значении целевой установки. Необходимо также посмотреть коэффициент модели, описывающей ретроспективный период.

5) если $b_1 = 1$, то предельное значение не существует. В то же время динамика прогнозной траектории показывает рост на одну и ту же величину, которая равна b_0 . В принципе динамика прогнозной траектории может быть устроена таким образом. Однако в этом случае рекомендуется проанализировать целевую установку, а также провести сравнительный анализ с динамикой предшествующего периода.

6) если $b_1 = 0$, то предельное значение равно текущему значению. Прогнозная траектория демонстрирует неизменное во времени постоянное значение. Динамика некоторых показателей действительно может быть устроена таким образом. Но нужно обязательно посмотреть целевую установку и понять смысл таргетирующего изменения прогнозной модели.

7) если $b_1 = -1$, то динамика прогнозной траектории демонстрирует колебания с постоянной амплитудой. В реальности показателей с подобной динамикой нет. В этом случае нужно проанализировать данные, которые использовались для построения модели, а также пересмотреть значение целевой установки.

Таким образом, выбор авторегрессии первого порядка в качестве прогнозной модели следует признать удачным. Несмотря на простоту механизма, реализуемого в этой модели для проведения прогнозных расчетов, модель оказалась весьма полезной для проведения анализа, результаты

которого позволяют на качественном уровне сравнить динамику прошлого периода с динамикой прогнозных траекторий. Это позволяет получить представление о различии динамических характеристик роста прогнозируемых показателей в прошлом и ожидаемом будущем.

Оценка возможностей практического использования адаптивно-таргетированных моделей

С целью подтверждения сделанных рекомендаций и полученных выводов приведем результаты анализа проведенных расчетов, выполненных с помощью адаптивно-таргетированных моделей отдельных показателей, характеризующих социально-экономическое состояние Воронежа. Данные, на основе которых были проведены расчеты, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для построения адаптивно-таргетированных моделей

Период/цель	Оборот в промышленности	Удельный вес инновационных предприятий	Объем инвестиций в основной капитал	Доходы бюджета на 1 чел. руб.
	x1	x2	x3	x4
2011	125998,8	6,7	34514,9	14614,7
2012	151486,6	7,3	52097,1	15509,6
2013	163085,8	9,7	51036,2	14926,1
2014	182482,9	10,5	73819,3	13439,6
2015	208014,7	10,9	72029,5	16084,4
2016	219916,0	13,3	63260,8	15327,9
2017	238950,9	13,8	75078,5	17409,5
	Таргет значения			
текущее $r_K^{тек}$	259633,4	14,3	89103,9	19773,8
мин r_K^{min}	252622,2	14,3	65938,6	15675,7
среднее r_K^{cp}	266090,8	15,6	87294,8	18017,6
макс r_K^{max}	287287,3	18,3	113324,2	20835,5

В нижней части этой таблицы приведены варианты возможных таргет-значений. Принцип формирования вариантов предусматривал выбор только из таких значений, которые могли иметь место в прошлой динамике прогнозируемых показателей. Реализация этого принципа состояла в следующем. Для каждого года по каждому показателю определялась ежегодная величина темпов роста

$$r_{kt} = \frac{x_{kt}}{x_{kt-1}} \quad k = \overline{1,4}; \quad t = \overline{2,7}.$$

Из полученной последовательности темпов роста отбиралось четыре значения: текущий темп роста $r_k^{mek} = r_{k6}$; минимальный темп роста $r_k^{min} = \min_t \{r_{kt}\}$; средний темп роста $r_k^{no} = \frac{1}{6} \sum_{t=1}^6 r_{kt}$; максимальный темп роста $r_k^{max} = \max_t \{r_{kt}\}$. Таргет значения получаются путем умножения последнего наблюдения соответствующего показателя на определенные таким образом

возможные темпы роста в будущем. В результате для каждого показателя будет определено четыре таргет-значения.

В принципе, таргет значения могут определяться с любым замыслом относительно будущего развития. Но не все замыслы могут стать реальностью будущего. Предложенный вариант определения целевых установок, по нашему мнению, позволяет оценить потенциал возможного развития субъекта в рамках прогнозируемых показателей. Под возможным развитием будущего будем понимать такую динамику показателей, описание которой возможно с помощью авторегрессионной модели первого порядка с коэффициентом $b_1 < 1$. Если же окажется, что $b_1 > 1$, то процесс, который описывается такой моделью, принято считать не устойчивым, а в его динамике может проявиться бифуркационная точка, в которой может произойти смена направления развития моделируемого процесса. Такое таргет-значение не следует использовать для формирования прогнозного образа будущего.

Таблица 2

Результаты адаптивно-таргетированного моделирования оборота в промышленности

Текущая модель		Таргетированные модели			
		$r_K^{тек}$	r_K^{min}	r_K^{cp}	r_K^{max}
$\alpha = 0,1$					
b0	28126,704	18868,2149	31246,1691	7467,9657	-29953,6239
b1	0,9469	1,0052	0,9272	1,0769	1,3126
$\alpha = 0,3$					
b0	28126,704	20526,3866	30687,4809	11167,8929	-19551,5859
b1	0,9469	0,9948	0,9308	1,0537	1,2471
$\alpha = 0,7$					
b0	28126,704	22530,8079	30012,1307	15640,4169	-6977,4556
b1	0,9469	0,9821	0,9350	1,0255	1,1679
$\alpha = 0,9$					
b0	28126,704	23182,7404	29792,4749	17095,0928	-2887,7551
b1	0,9469	0,9780	0,9364	1,0164	1,1422

Таблица 3

Результаты адаптивно-таргетированного моделирования удельного веса инновационных предприятий

Текущая модель		Адаптивно-таргетированные модели			
		$r_K^{тек}$	r_K^{min}	r_K^{cp}	r_K^{max}
0,1					
b0	2,0970	2,4969	2,4969	0,6396	-3,1846
b1	0,9061	0,8592	0,8592	1,0773	1,5266
0,3					
b0	2,0970	2,4186	2,4186	0,9249	-2,1507
b1	0,9061	0,8684	0,8684	1,0438	1,4051
0,7					
b0	2,0970	2,3281	2,3281	1,2546	-0,9557
b1	0,9061	0,8790	0,8790	1,0051	1,2647
0,9					
b0	2,0970	2,2996	2,2996	1,3585	-0,5792
b1	0,9061	0,8823	0,8823	0,9929	1,2205

Таблица 4

Объем инвестиций в основной капитал

Текущая модель		Адаптивно-таргетированные модели			
		$r_K^{тек}$	r_K^{min}	r_K^{cp}	r_K^{max}
0,1					
b0	40417,87	16689,88	48404,74	19166,62	-16469,4
b1	0,417623	0,921442	0,248037	0,868853	1,625517
0,3					
b0	40417,87	23137,74	46234,38	24941,45	-1010,85
b1	0,417623	0,784534	0,294121	0,746236	1,297283
0,7					
b0	40417,87	29222,32	44186,31	30390,91	13576,78
b1	0,417623	0,65534	0,337608	0,630527	0,987543
0,9					
b0	40417,87	30898,3	43622,17	31891,96	17594,92
b1	0,417623	0,619753	0,349586	0,598655	0,902225

Таблица 5

Доходы бюджета на 1 чел. руб.

Текущая модель		Адаптивно-таргетированные модели			
		$r_K^{тек}$	r_K^{min}	r_K^{cp}	r_K^{max}
0,1					
b0	17703,16	-6232,25	14686,37	2732,017	-11651,9
b1	-0,15041	1,47786	0,054819	0,868043	1,846546
0,3					
b0	17703,16	-3701,22	15005,37	4315,126	-8547,78
b1	-0,15041	1,30568	0,033117	0,760348	1,63538
0,7					
b0	17703,16	35,31496	15476,32	6652,259	-3965,19
b1	-0,15041	1,051493	0,00108	0,601359	1,323637
0,9					
b0	17703,16	1453,644	15655,09	7539,397	-2225,71
b1	-0,15041	0,955008	-0,01108	0,541009	1,205305

Проведенные расчеты показали, что возможности, заложенные в адаптивно-таргетированную модель, реализуются при решении практически значимых задач в полном объеме. В зависимости от величины таргет-значения изменяются коэффициенты модели. Причем закономерность изменения вполне объяснима. С увеличением таргет-значения увеличивается коэффициент b_1 и уменьшается коэффициент b_0 , т.е. прогнозная траектория показывает ожидаемое увеличение роста. Этот результат полностью соответствует логике механизма, который заложен в адаптивно-таргетированную модель.

С помощью параметра определяется доля тенденций прошлого периода в траектории, которая должна использоваться для формирования ожидаемого прогнозного образа будущего. Результаты расчетов показывают, что с увеличением этого параметра, одновременно с увеличением доли в прогнозной траектории закономерностей прошлого периода, происходит сбли-

жение модели прошлого периода с адаптивно-таргетированной моделью. Предусмотренная в модели роль этого параметра реализуется полностью.

Заключение

Адаптивно-таргетированная модель представляет собой комбинированный инструмент многовариантных прогнозных расчетов. В основе построения этой модели лежит регрессионный анализ, в котором заложено внутреннее свойство многовариантности. В приведенных расчетах это свойство не использовалось, оставаясь потенциальной возможностью построения различных моделей этого типа с разнообразной аналитикой принципов формирования прогнозных оценок. Многовариантность формировалась на основе комбинирования двух специфических параметров этой модели. Первый параметр отражал значение целевых установок, а с помощью второго осуществлялось комбинирование прошлых и ожидаемых тенденций. Расчеты показали перспективность развития этого подхода с возможностью доведения его до практического использования.

Список источников

1. Андерсон Т. *Статистический анализ временных рядов*. Москва, Мир, 1976.
2. Арженовский С.В. *Методы социально-экономического прогнозирования: учебное пособие*. Москва, Дашков и К, Наука-Спектр, 2012.
3. Басовский Л.Е. *Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учебное пособие*. Москва, Финансы и статистика, 2012.
4. Буховец А.Г., Горелова М.В., Семин Е.А., Шишкина Л.А. Сравнение моделей ARMA и RIFS в задачах прогнозирования // *Материалы XIII международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы»*. Воронеж, 2017, с. 8-11.
5. Давнис В.В., Добринина М.В. Эконометрический подход к алгоритмическому формированию портфеля ценных бумаг // *Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет*. Воронеж, 2017, по. 12 (96), с. 48-58.
6. Добринина М.В. Алгоритм имитационного моделирования финансовой деятельности банка. Теория и практика функционирования финансовой и денежно-кредитной системы России // *Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Воронеж, 2018, с. 156-158.
7. Добринина М.В. Современные информационные технологии в управлении инвестиционным портфелем // *Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах*. Воронеж, ВГТУ, 2018, по. 1-2, с. 95-98.
8. Давнис В.В., Тинякова В.И. Прогноз и адекватный образ будущего // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 2005, по. 2, с. 183-190.
9. Давнис В.В., Тинякова В.И. *Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах*. Воронеж, ВГУ, 2006.
10. Дуброва Т.А. *Адаптивные методы прогнозирования в экономике*. Москва, Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2013.
11. Шелобаев С.И. *Анализ и прогнозирование финансовых процессов: учебное пособие*. Тула, Левша, 2009.
12. Шишкина Л.А., Сумина Р.С., Алейникова Н.А. Математическая модель ранжирования объектов с использованием нечетких переменных // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2014, по. 11, с. 7-14.
13. Charnes, A., Cooper W. W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision making // *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, pp. 429-444.
14. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. *Data envelope Analysis: a Comprehensive*

Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software. Boston, Kluwer Academic Publishers, 2000.

15. Sowlati T., Paradi J.C. Establishing the «Practical Frontier» in Data envelope Analysis // *International DEA Symposium «Efficiency and Productivity Analysis in the 21st Century»*, 24-26 June 2002 (Moscow, Russia): Abstracts / Institute for

Systems Analysis of Russian Academy of Sciences; Global S. Consulting company. Moscow, International Research Institute of Management Sciences, 2002, pp. 32-33.

16. Sowlati T., Paradi J.C. Establishing the «practical frontier» in data envelope analysis // *Omega*, 2004, vol. 32, pp. 261-272.

ADAPTIVE-TARGETED PROGNOSIS TRAJECTORIES MODELING AND THE ANALYSIS OF THEIR STABILITY

Davnis Valery Vladimirovich, Dr. Sc. (Econ.), Full Prof.

Dobrina Maria Valeryevna, graduate student

Chekmarev Artem Vitalievich, graduate student

Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018, Russia; e-mail: vdavnis@mail.ru; nice.smirnova@yandex.ru, art6211@yandex.ru

Purpose: the authors develop adaptive-targeted model of forecasting the expected socio-economic state of the subjects and municipalities on the basis of a combination of adaptation principles and target settings for the future development. *Discussion:* the authors note that the forecasting tasks at the regional and municipal level in the decision-making field are relevant. Herewith the requirements for the development of forecasts in recent years have increased significantly and, of course, there is a need to update the predictive calculations and bring it to a level that would meet the needs of practitioners. The authors propose the approach to the model construction in which the trajectory targeting of the past period to the expected future changes materialize with the use of the adaptive mechanism. The model includes the special parameters that provide the possibility of multivariate predictive calculations. Additionally, the authors envisage the possibility of stability analysis for the generated model trajectories. *Results:* the authors justified the necessity and showed the possibility of practical use in predictive calculations for adaptive-targeted models that provide the ability to build polyline predictive trajectories.

Keywords: prognostics, forecast, adaptive-targeted model, autoregressive model, forecast variant.

References

1. Anderson T.W. *The Statistical Analysis of Time Series*, Wiley, 2011.
2. Arzhenovskiy S.V. *Metody sotsialno-ekonomicheskogo prognozirovaniya [Socio-economic forecasting methods]. Uchebnoe posobie*. Moscow, Dashkov i K, Nauka-Spektr, 202. (In Russ.)
3. Basovskiy L.E. *Prognozirovanie i planirovanie v usloviyah rynka [Forecasting and planning in market conditions]*. Uch. pos. Moscow, Finansy i statistika, 2012. (In Russ.)
4. Buhovets A.G., Gorelova M.V., Semin E.A., Shishkina L.A. *Sravnenie modeley ARMA i RIFS v zadachah prognozirovaniya* [Comparison of ARMA and RIFS models in forecasting problems]. *Materialy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody*. Voronezh, 2017, pp. 8-11. (In Russ.)
5. Davnis V.V., Dobrina M.V. *Ekonomicheskiy podhod k algoritmicheskomu formirovaniyu portfelya tsennykh bumag [Econometric approach to algorithmic formation of securities portfolio]*. *Nauchnyy zhurnal Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*. Voronezh, 2017, no. 12 (96), pp. 48-58. (In Russ.)

6. Dobrina M.V. Algoritm imitatsionnogo modelirovaniya finansovoy deyatelynosti banka [The simulation modeling algorithm for financial activities of the bank]. Teoriya i praktika funktsionirovaniya finansovoy i denezhno-kreditnoy sistemy Rossii. *Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Voronezh, 2018, pp. 156-158. (In Russ.)
7. Dobrina M.V. Sovremennye informatsionnye tehnologii v upravlenii investitsionnym portfelem [Modern information technologies in investment portfolio management]. *Nauchno-tehnicheskij zhurnal Informatsionnye tehnologii v stroitelnyh, sotsialnyh i ekonomicheskikh sistemah*. Voronezh, Voronezhskiy gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet, no. 1-2, 2018, pp. 95-98. (In Russ.)
8. Davnis V.V., Tinyakova V.I. Prognoz I adekvatnyy obraz budutshchego [Forecast and adequate future image]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya: Ekonomika i upravlenie, 2005, no. 2, pp. 183-190. (In Russ.)
9. Davnis V.V., Tinyakova V.I. *Adapivnye modeli: analiz i prognoz v ekonomicheskikh sistemah* [Adaptive models: analysis and forecast in economic systems]. Voronezh, Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet, 2006. (In Russ.)
10. Dubrova T.A. *Adapivnye metody prognozirovaniya v ekonomike* [Adaptive forecasting methods in Economics]. Moscow, Moskovskiy mezhdunarodnyy institut ekonometriki, informatiki, finansov i prava, 2013. (In Russ.)
11. Shelobaev S.I. *Analiz i prognozirovaniye finansovyh protsessov* [Analysis and forecasting of financial processes]: uchebnoe posobie. Tula, Levsha, 2009. (In Russ.)
12. Shishkina L.A., Sumina R.S., Aleynikova N.A. Matematicheskaya modely rahzhirovaniya obyektov s ispolzovaniem nechetkih peremennyh [A mathematical model for ranking objects with the use of fuzzy variables]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2014, no. 11, pp. 7-14. (In Russ.)
13. Charnes, A., Cooper W. W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision making. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, pp. 429-444.
14. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. *Data envelope Analysis: a Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 2000.
15. Sowlati T., Paradi J.C. Establishing the «Practical Frontier» in Data envelope Analysis. *International DEA Symposium «Efficiency and Productivity Analysis in the 21st Century»*, 24-26 June 2002 (Moscow, Russia): Abstracts / Institute for Systems Analysis of Russian Academy of Sciences; Global S. Consulting company. Moscow, International Research Institute of Management Sciences, 2002. pp. 32-33.
16. Sowlati T., Paradi J.C. Establishing the «practical frontier» in data envelope analysis // *Omega*, 2004, vol. 32, pp. 261-272.