ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2018, том 88, № 8, с. 759–770

НАУКА И ОБЩЕСТВО

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ МЕГАПРОЕКТА “ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ”

© 2018 г. А.А. Акаев*, В.А. Садовничий**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
**E-mail: askarakaev@mail.ru, **E-mail: p930@rector.msu.ru*

Поступила в редакцию 21.02.2018 г.

В статье дан анализ современного состояния товарных потоков и прогнозирование их роста в ходе реализации новой геоэкономической стратегии Китая “Один пояс – один путь”, которая направлена на возрождение в XXI в. Великого Шёлкового пути (ВШП). Для этого использованы регрессионные уравнения, описывающие экспорт и импорт во взаимной торговле КНР–Евросоюз, Россия–КНР, а также гравитационное уравнение Яна Тинбергена, впервые применившего в начале 1930-х годов математические методы к макроэкономическим проблемам. На основе искомых уравнений построены модели долгосрочного прогнозирования динамики взаимной торговли КНР–ЕС и РФ–ЕС и экономического развития этих стран. Показано, что наилучшая стратегия для России – восстановление и наращивание торгово-экономических связей с Евросоюзом при активизации торгово-экономического сотрудничества с Китаем и другими странами АТЭС.

Ключевые слова: мегапроект “Один пояс – один путь”, международная торговля, темпы экономического роста, торговые потоки, регрессионные уравнения, гравитационное уравнение Тинбергена, долгосрочное прогнозирование.

DOI: 10.31857/S086958730001224-4

Ещё в начале 1980-х годов лидер китайской нации и архитектор рыночных реформ Дэн Сяопин сформулировал две высокие цели, к достижению которых должны привести начатые в стране преобразования: построение к 100-летию Коммунистической партии Китая (2021 г.)“общества малого благоденствия” (сяокан шэкуэй) и создание, начиная с 2030-х годов, “общества всеобщей зажиточности” (фуюй шэкуэй). Эти цели легли в основу долгосрочной стратегии социально-экономического развития страны на рубеже XX и XXI вв.

АКАЕВ Аскар Акаевич – иностранный член РАН, доктор технических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова. САДОВНИЧИЙ Виктор Антонович – академик РАН, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова.

КОНЦЕПЦИЯ “КИТАЙСКОЙ МЕЧТЫ” КАК ДОЛГОСРОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ КНР

Реализация стратегии потребовала чрезвычайно высоких темпов экономического роста. С этой задачей Китай, на удивление всего мира, успешно справился. В течение 30 лет (1980–2010) экономика страны росла средними темпами 10% в год, что через каждые 7 лет приводило к удвоению ВВП. За это время ВВП Китая вырос более чем в 20 раз [1, с. 259], во столько же раз (с 419 до 8,4 тыс. долл. по валютному курсу 2007 г.) увеличился среднедушевой доход, исчисленный по паритету покупательской способности [1, с. 264].

После мирового финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. в динамике развития

экономики страны наметился закономерный переход от сверхвысоких (более 10% в год) темпов роста к средневысоким (6–7%). Председатель КНР Си Цзиньпин назвал это явление "новой нормальностью". Признание данной тенденции сопровождалось указанием долгосрочно удерживать показатель роста в "рациональном диапазоне" 6,5–7% в год [2, с. 88–91]. По словам Си Цзиньпина, нижней допустимой чертой сокращения темпов роста экономики в 13-й пятилетке (2016–2020) должен быть уровень 6,5% в год. Тогда к 2021 г. среднедушевой доход населения Китая составит примерно 10 тыс. долл.[1], что соответствует нормативам "общества малого благоденствия", или "общества малой зажиточности". Сегодня этот показатель равен 8,2 тыс. долл. в год.

Когда эта цель будет достигнута, Китай перейдёт к реформам для построения к началу 2030-х годов "общества всеобщей зажиточности", что потребует удвоения подушевого дохода и доведения этого показателя до 20 тыс. долл. в год. Следующего удвоения ВВП Китай сможет достичь за 12 лет (2021–2032) при средних темпах экономического роста 5,5% в год и его удержании в диапазоне 6,5–4,5%. Затем начнётся битва за осуществление "китайской мечты" – возрождение к 2050 г. великой китайской нации, когда подушевой доход в стране должен составлять, как в развитом мире, 40–45 тыс. долл. А для этого Китаю необходимо совершить в 2033–2050 гг. ещё одно удвоение ВВП. Данную планку можно взять при средних темпах экономического роста 4% в год и его удержании в диапазоне 4,5–3,5%. Таким образом, если в следующие три десятилетия (2020–2050) удастся учетверить ВВП и довести подушевой доход населения до 40 тыс. долл. в год, то Китай станет одной из наиболее развитых стран мира со средневысокими доходами своих граждан. Вот почему страна заинтересована в удержании средневысоких темпов роста экономики в 2020-е годы и умеренных – в 2030–2040-е.

В условиях "новой нормальности" без прежних щедрых объёмов государственных инвестиций, а также с учётом постоянного роста основных факторов производства главным направлением становится инновационное развитие с опорой на растущий внутренний потребительский спрос. Китай достиг феноменального успеха в области практического освоения и качественного воспроизводства авангардных технологий развитых стран. Теперь он наращивает усилия в качественном развитии и расширении сферы НИОКР для разработки собственных инновационных технологий. Страна уже вышла на первое место в мире по числу учёных и инженерно-технических работников, занятых в сфере НИОКР (около 1,5 млн человек), опередив США (1,3 млн человек), и сегодня вполне закономерно занимает первое место в мире по количеству заявок на выдачу патентов на изобретения [2, с. 80]. КНР резко увеличивает расходы на образование и инвестиции в человеческий капитал, чтобы перевести национальную экономику на инновационные рельсы развития [2, с. 94–104]. Однако руководство страны хорошо понимает, что для поддержания в течение двух следующих десятилетий средневысоких темпов роста экономики недостаточно только стимулировать внутренний спрос. Следует также увеличивать внешнеторговый оборот: до 2032 г. не менее чем на 6% в год и далее примерно на 5%. Отсюда и задача динамично развивать внешнюю торговлю, вкладывать капитал в иностранные инвестиционные активы, осуществлять международные инфраструктурные проекты как дополнительные источники ускорения экономического роста [2, с. 196, 197].

В 2013 г. именно по этой причине Си Цзиньпин в ответ на инициативу США подписать соглашение о Трансатлантическом торговом и инвестиционном партнёрстве и Транстихоокеанском партнёрстве с целью ограничить внешнеторговый оборот Китая выдвинул мегапроект "Один пояс – один путь". Он объединяет два проекта: "Экономический пояс Шёлкового пути" (ЭПШП) и "Морской Шёлковый путь XXI века" (МШП), нацеленные на возрождение традиций Великого Шёлкового пути [3]. Центральная идея инициативы состоит в строительстве новой, более совершенной инфраструктуры, соединяющей Восток и Запад Евразийского континента, – масштабной сети высокоскоростных железных и автомобильных дорог, морских портов и терминально-логистических центров, индустриальных парков. Для этого необходимо резко снизить барьеры для торговли и инвестиций, чтобы с наименьшими издержками обеспечить возрастающий поток экспорта китайских товаров в Центральную и Южную Азию, Европу, на Ближний Восток и в Африку, а также наладить бесперебойные поставки энергоресурсов и сырья в Китай.

Мегапроект "Один пояс – один путь" стал, по сути, основой геоэкономической стратегии Китая, призванной в первую очередь решать важнейшие внеше- и внутриэкономические проблемы, связанные с загрузкой простаивающих производственных мощностей, вытеснением за пределы страны устаревших технологий. Вместе с тем проект предполагает активный поиск новой для XXI в. модели международного сотрудничества. Проявляя инициативу, Китай призывает к совместным действиям, основанным на закреплённых в уставе ООН принципах мирного сосуществования, взаимного уважения суверенитета, невмешательства

[1] Здесь и далее цифры в долларах указаны по валютному курсу 2015 г.

во внутренние дела других государств, равенства и взаимной выгоды.

“Один пояс – один путь” вызвал огромный интерес в Евразии, поскольку сразу приобрёл весьма солидную базу для финансирования проектов в сфере транспорта, энергетики и логистики в виде Фонда Шёлкового пути (ФШП) и Азиатского банка инфраструктурных инвестиций (АБИИ) с уставным капиталом в 40 и 100 млрд долл. соответственно. Знаменательно, что в число учредителей АБИИ вошло более 80 азиатских, ближневосточных и европейских государств. Оптимизма добавляют гигантские размеры финансовых ресурсов, которые страна намерена предоставить для реализации “шёлковых проектов”. Так, только Банк развития Китая планирует выделить до 2020 г. около 1 трлн долл. льготных кредитов. Это означает, что для расширения рынков сбыта товаров и наращивания объёмов международной торговли страна готова вкладывать огромные средства в строительство на Евразийском континенте современной транспортной и торговой инфраструктуры. По оценке АБИИ, общий объём инвестиционных потребностей для реализации проекта ЭПШП превышает 7 трлн долл. Масштабные вложения Китая призваны наряду с инфраструктурными усовершенствованиями расширять на Евразийском континенте пояс дружественных КНР государств [4, с. 10].

Конечная цель мегапроекта – покорение богатых рынков стран Евросоюза, где у Китая есть всесильный конкурент в лице США. Однако и для ЕС участие в создании ЭПШП и МШП может оказаться более привлекательным, чем кооперация в рамках Трансатлантического торгового и инвестиционного партнёрства, где США требуют для себя значительных преференций. С весны 2014 г. начался новый этап китайско-европейских отношений, который вполне можно назвать большим европейским торгово-экономическим наступлением. Так, в январе 2015 г., выступая на Всемирном экономическом форуме в Давосе (Швейцария), премьер Госсовета КНР Ли Кэцян заявил, что его страна будет всемерно продвигать строительство ЭПШП и МШП в сторону Европы, содействовать либерализации торговли и инвестиций, расширять сферу услуг, а также рынки капитала. “Китай, будучи самой крупной из развивающихся стран, и ЕС, представляющий собой крупнейшее объединение развитых государств, должны осуществить стыковку собственных стратегий, чтобы придать новый импульс экономическому развитию двух сторон” [2, с. 277]. По мнению китайского руководства, строительство ЭПШП и МШП будет способствовать структурной реформе и экономическому подъёму ЕС, дав ему надежду выбраться из “долговой трясины”. Более того, Ли Кэцян заявил, что стремительное развитие торгово-экономического сотрудничества КНР и ЕС рассматривается многими как фактор поддержания экономического подъёма в Европе и во всём мире.

В то же время товарооборот Китая со странами, расположенными вдоль ВШП, достиг к 2016 г. 1,12 трлн долл., что составляет 26% общего внешнеторгового оборота страны. По словам Си Цзиньпина, в ходе реализации проекта “Один пояс – один путь” данный показатель к 2030 г. должен превысить 2,5 трлн долл. Это означает, что ежегодный прирост товарооборота будет составлять в среднем 6%. Только современная высокоскоростная трансграничная инфраструктура, которая играет решающую роль в экономическом развитии и повышении конкурентоспособности, может обеспечить в XXI в. такой рост. Именно к её созданию совместными усилиями призывает Китай. Более того, как инициатор мегапроекта “Китай готов по мере сил и возможностей взять на себя больше обязательств и внести более весомый вклад в мир и развитие человечества” [3, с. 28–29]. Возможно, поэтому китайская инициатива находит активный отклик у стран, расположенных вдоль ВШП, и способна теснее связать экономики евразийских государств, тем самым стимулируя их совместное развитие.

Китай – основной партнёр Евросоюза в торговле высокотехнологичной продукцией на Евразийском континенте. Удельный вес экспорта такой продукции из ЕС в США и КНР в настоящее время составляет 27% и 12% соответственно. Однако Евросоюз всё больше привлекает динамично растущий в Восточной Азии средний класс, который рассматривается в качестве потенциального потребителя высокотехнологичной дорогостоящей продукции европейских стран. Его численность только в Китае и Индии, по различным оценкам экспертов, уже сегодня достигает 300 млн человек. В этой связи неудивительно, что Евросоюз рассматривает строительство Евразийского высокоскоростного метро для пассажирских и грузовых перевозок между Европой и Азией как приоритетный проект. В результате максимально упростится передвижение пассажиров и грузов при значительном росте не только товарооборота, но и культурного обмена. Китай и Евросоюз уже создали свои внутренние сети высокоскоростных железных дорог протяжённостью свыше 10 тыс. км и 7 тыс. км соответственно и теперь обоюдно стремятся соединить их.

Каковы перспективы создания полноценной высокоскоростной железнодорожной магистрали между Европой и Китаем? В качестве приоритетной рассматривается высокоскоростная магистраль Пекин–Казахстан–Казань–Москва и далее через Санкт-Петербург в Европу до Берлина, Парижа и Роттердама. Проект выглядит

предпочтительным, поскольку это самый безопасный и надёжный маршрут, особенно для транзитных перевозок. Причём центральный участок – Москва–Казань – планируется запустить усилиями России и Китая уже к 2022 г. Кроме того, ещё в январе 2015 г. Китай предложил России реализовать в рамках стратегии "Один пояс – один путь" крупнейший инфраструктурный проект – строительство скоростной железнодорожной магистрали Пекин–Москва протяжённостью 7 тыс. км – и планирует инвестировать в него 1,5 трлн юаней (250 млрд долл.). Как видно, перспективы соединения Европы и Китая высокоскоростным железнодорожным сообщением имеют под собой реальные основания, и этот проект может осуществиться уже в ближайшем десятилетии.

Экономическое сотрудничество России и Китая строится на принципах взаимной выгоды, взаимодополняемости, учёта и сближения интересов, а в последнее время – и состыковки стратегий развития ЕАЭС и ЭПШП [5]. Китай и Россия неизменно проводят независимую и самостоятельную внешнюю политику, развивают отношения всеобъемлющего стратегического взаимодействия и партнёрства, оказывают друг другу поддержку на международной арене. КНР – крупнейший торговый партнёр РФ, а Россия – один из основных поставщиков в Китай энергоресурсов, электротехнической продукции и высоких технологий в военно-технической сфере. К 2017 г. доля КНР во внешнеторговом обороте России достигла 14%. Ожидается, что по итогам 2017 г. объём товарооборота между РФ и КНР составит 80–90 млрд долл. против 69,5 млрд долл. в 2016 г. Уже к 2020 г., полагают в Министерстве экономического развития РФ, этот показатель может вырасти до 200 млрд долл. Свободный доступ российских товаров на китайский рынок – один из факторов активного роста нашей экономики. Но России необходимо работать над диверсификацией экспортной товарной группы, поскольку основу поставок из РФ в КНР по-прежнему составляют минеральные ресурсы, включая углеводороды, на которые приходится до 80% экспорта.

В августе 2017 г. в Министерстве транспорта РФ обсуждали предварительное технико-экономическое обоснование (ТЭО) высокоскоростного железнодорожного коридора "Евразия" (Пекин–Москва–ЕС) для перевозки пассажиров и грузов. Наиболее проработанный участок Москва–Казань станет частью железнодорожной магистрали от Берлина до Пекина. Его протяжённость по России составит 2,4 тыс. км (44,3%). Этот путь можно преодолеть за 9,5 ч при средней скорости движения 250 км/ч. Согласно ТЭО, к 2050 г. по "Евразии" будут перевозить 20 млн т. грузов и почти 37 млн пассажиров в год. Плановая выручка коридора в 2050 г. составит почти 2,8 трлн руб. Основная часть грузов (около 8 млн т) будет приходиться на маршрут КНР–ЕС. Создание российской части международного автотранспортного маршрута Европа–Западный Китай также входит в число приоритетных проектов развития транспортной системы России в XXI в. Всё это приведёт к тому, что транспортные услуги превратятся в одну из крупнейших после нефтегазового комплекса статей российского экспорта.

МОДЕЛИ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

Рассмотрим математические модели, используемые для анализа и прогнозирования основных характеристик международной торговли: объёмов экспорта и импорта, а также торговых потоков между двумя странами. К анализу и прогнозу возможных объёмов экспорта, как правило, подходят с позиции установления спроса на него со стороны основных торговых партнёров. Очевидно, что рост спроса на экспорт пропорционален росту реального ВВП основных торговых партнёров, поэтому объёмы экспорта большинства товарных групп из одной страны в другую можно оценить на основе регрессионного уравнения [6, с. 436]:

$$\frac{E_{xi,j}}{P_{xi}} = a_0 + a_1 \frac{P_{xi}}{P_w} + a_2 Y_j, \qquad (1)$$

где $E_{xi,\,j}$ – стоимость экспорта товарной группы из страны (i) в страну (j); P_{xi} – индекс экспортных цен страны (i); P_w – средневзвешенный индекс экспортных (обычно – мировых) цен основных конкурентов; Y_j – реальный ВВП импортирующей страны (j); $a_0 > 0$ – константа в уравнении регрессии; $a_1 < 0$, $a_2 > 0$ – коэффициенты в уравнении регрессии.

Уравнение (1) свидетельствует, что спрос на экспорт товаров страны (i) находится в положительной ($a_2 > 0$) зависимости от динамики реального ВВП (Y_j) торгового партнёра (j) и в отрицательной ($a_1 < 0$) – от соотношения экспортных (P_{xi}) и мировых (P_w) цен.

Рост экспортных цен может произойти в результате их увеличения на мировом рынке или девальвации национальной валюты, которая поднимет экспортную цену по сравнению с внутренним рынком. Предполагается, что константа a_0 улавливает все остальные факторы, влияющие на экспортный товарный спрос. В простейшем случае рост ненефтяного экспорта (1) в интересующей стране (i) можно принять равным росту номинального ВВП в странах-партнёрах, то есть пренебречь вторым членом

в уравнении (1), зависящим от соотношения экспортных и мировых цен. Это существенно упрощает анализ, поскольку отыскать надёжные данные по индексам цен порой бывает трудно, поэтому в дальнейшем мы будем пользоваться усечённым регрессионным уравнением (1) без второго члена.

Очевидно, что чем выше уровень внутренних доходов страны, тем больше спрос на импортные товары. Оценить его в интересующей стране можно на основе регрессионного уравнения [6, с. 436]:

$$\frac{I_{mi}}{P_{im}} = b_0 + b_1 \frac{P_{im}}{P_i} + b_2 Y_i, \qquad (2)$$

где I_{mi} – стоимость импорта; P_{im} и P_i – мировые и внутренние цены на импортируемые товары; Y_i – реальный ВВП импортирующей страны; $b_0 > 0$ – константа в уравнении регрессии; $b_1 < 0$ и $b_2 > 0$ – коэффициенты регрессии в уравнении импорта.

Согласно уравнению (2), импорт в реальном выражении находится в положительной ($b_2 > 0$) зависимости от реального внутреннего ВВП страны и в отрицательной ($b_1 < 0$) – от соотношения внутренних и мировых цен на импортируемые товары, которые выражены в национальной валюте. Как и в случае с экспортом, мы будем пользоваться усечённым регрессионным уравнением (2) без второго члена.

Первый лауреат Нобелевской премии по экономике (1969 г.) Ян Тинберген в своё время предложил по аналогии с гравитационным уравнением Ньютона в физике оценивать объём торговых потоков между странами эмпирической формулой гравитационного типа. Как известно, в физике гравитационной называют силу притяжения между двумя материальными телами; она прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Тинберген рассчитал, что объём торговли между двумя странами пропорционален произведению размеров их ВВП [7]:

$$E_{xi,j} + I_{mi,j} = \omega_{i,j} Y_i \cdot Y_j. \qquad (3)$$

Коэффициент пропорциональности $\omega_{i,j}$ различается между парами стран в соответствии с препятствиями для двусторонней торговли. Они могут быть обусловлены как естественными факторами (расстояние между торгующими странами, которое влияет на транспортные издержки), так и искусственными (тарифы и пошлины). Эмпирическая формула Тинбергена (3), которая использовалась для анализа и оценки торговых потоков между странами с различным уровнем развития и размером экономик в разные эпохи, как ни удивительно, показала свою состоятельность и приемлемую точность [8, с. 147].

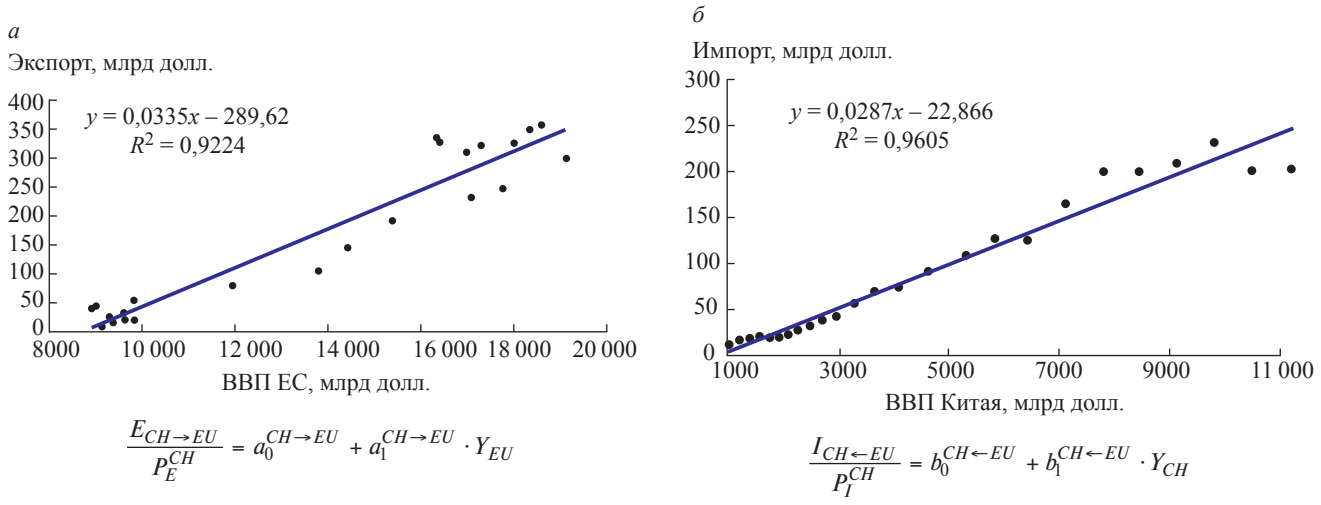
Гравитационное уравнение Тинбергена (3) не вытекает естественным образом из традиционного подхода к объяснению международной торговли, который основан на факторных пропорциях. Однако, как показали Эльханан Хелпман и Пол Кругман, оно возникает, когда традиционный подход дополняется продуктовой дифференциацией [9]. Более того, два известных экономиста утверждают, что при наличии продуктовой дифференциации во всех секторах торговые потоки в точности подчиняются гравитационному уравнению (3) – основному инструменту эмпирического изучения потоков международной торговли. Его используют для оценки влияния на взаимную торговлю таких факторов, как расстояние между странами, валютные союзы, соглашения о свободной торговле.

Возникает вопрос: насколько состоятельны регрессионные уравнения для оценки потенциальных объёмов экспорта (1) и импорта (2), а также гравитационное уравнение (3) для оценки объёмов взаимной торговли в современную эпоху? С целью верификации рассмотрим показатели взаимной торговли КНР–ЕС, РФ–КНР и РФ–ЕС за 1992–2016 гг., используя при этом данные из двух источников [10, 11].

На рисунке 1, *а, б* представлены графики уравнений регрессии для экспорта (1) и импорта (2) без учёта влияния соотношения внутренних и мировых цен во взаимной торговле КНР и ЕС. Там же даны фактические значения объёмов экспорта и импорта [10]. Как видно, искомые регрессионные зависимости выполняются с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 > 0{,}9$). Следовательно, их можно использовать для прогнозирования.

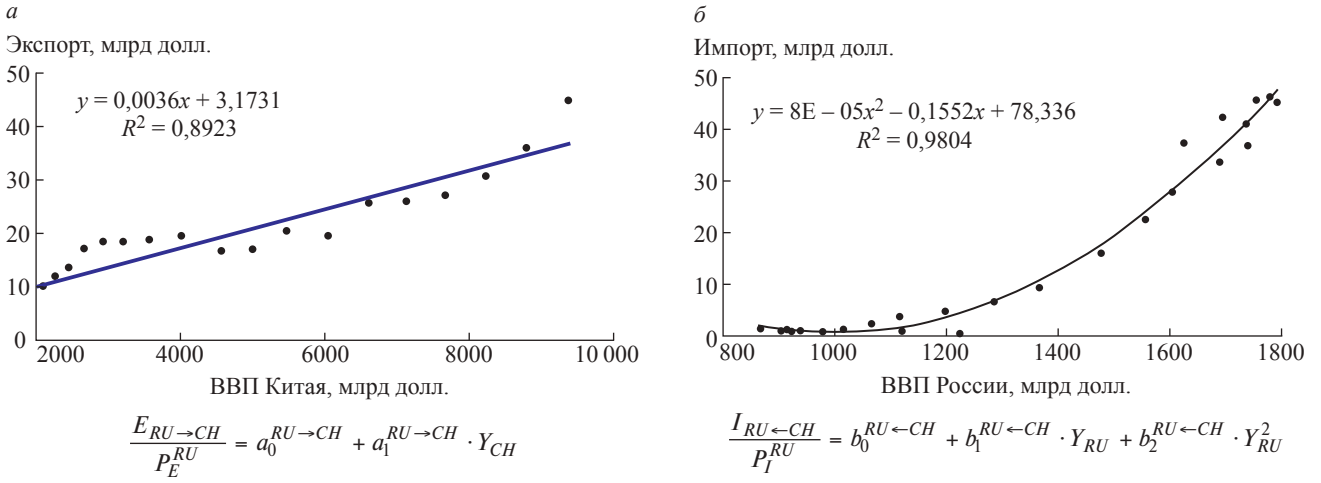
На рисунке 2, *а, б* представлены графики уравнений регрессии, описывающих зависимость взаимного экспорта (1) и импорта (2) РФ и КНР от размеров их ВВП без учёта влияния соотношения внутренних и мировых цен. И здесь показано, что все регрессионные зависимости выполняются с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 > 0{,}88$). Однако импорт России из Китая подчиняется аномальной квадратичной регрессионной зависимости, что говорит о чрезмерной импортозависимости нашей страны от партнёра. Иными словами, конкурентоспособность китайских товаров на российских рынках столь высока, что альтернативы им практически нет. Следовательно, России необходимо либо ускорить импортозамещение соответствующей группы товаров, либо налаживать их совместное производство с китайскими компаниями.

Наконец, перейдём к рассмотрению состоятельности гравитационного уравнения Тинбергена (3). Верификацию уравнения проведём для тех же пар стран и примем тот же ретроспективный период с 1992 по 2016 г. Здесь дополнительно потребуются данные о ВВП КНР, ЕС и РФ, которые взяты из источников [12, 13]. Графики, иллюстрирующие рост объёмов взаимной торговли интересующих нас



$$\frac{E_{CH\to EU}}{P_E^{CH}} = a_0^{CH\to EU} + a_1^{CH\to EU}\cdot Y_{EU} \qquad \frac{I_{CH\leftarrow EU}}{P_I^{CH}} = b_0^{CH\leftarrow EU} + b_1^{CH\leftarrow EU}\cdot Y_{CH}$$

Рис. 1. Графики уравнений регрессии для расчёта потенциальных объёмов экспорта Китая в Евросоюз (*а*) и импорта Китая из Евросоюза (*б*)



$$\frac{E_{RU\to CH}}{P_E^{RU}} = a_0^{RU\to CH} + a_1^{RU\to CH}\cdot Y_{CH} \qquad \frac{I_{RU\leftarrow CH}}{P_I^{RU}} = b_0^{RU\leftarrow CH} + b_1^{RU\leftarrow CH}\cdot Y_{RU} + b_2^{RU\leftarrow CH}\cdot Y_{RU}^2$$

Рис. 2. Графики уравнений регрессии для расчёта потенциальных объёмов экспорта России в Китай (*а*) и импорта России из Китая (*б*)

стран, представлены на рисунке 3, *а, б, в, г*. Как видно, объёмы взаимной торговли КНР–ЕС и ЕС–КНР на практике различаются, хотя теоретически обязаны совпадать. Фактические траектории роста объёмов взаимной торговли представлены кривыми линиями с точками. А гладкая кривая демонстрирует динамику, описываемую гравитационным уравнением Тинбергена (3). Из рисунка 3 видно, что оно выполняется с высокой степенью детерминации ($R^2 > 0{,}96$ для пар КНР–ЕС, РФ–КНР и $R^2 > 0{,}79$ для РФ–ЕС).

Таким образом, верификация уравнений регрессии для расчёта объёмов экспорта (1) и импорта (2), а также гравитационного уравнения Тинбергена (3) для расчёта объёмов двусторонней торговли РФ–КНР, РФ–ЕС и КНР–ЕС убедительно показала, что эти уравнения весьма состоятельны и выполняются на практике с высоким коэффициентом детерминации $R^2 = 0{,}8–0{,}96$. Следовательно, они вполне могут быть использованы для прогнозирования роста объёмов экспортно-импортных операций, а также размеров ВВП интересующих стран.

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОСТА ОБЁМОВ ТОРГОВЛИ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КНР–ЕС

Евросоюз и Китай сегодня и на ближайшие десятилетия останутся мощными экономическими центрами глобального масштаба. Большая Евразия – стратегически важное экономическое пространство, равного которому в мире нет. Евросоюз как один из мировых центров высоких технологий

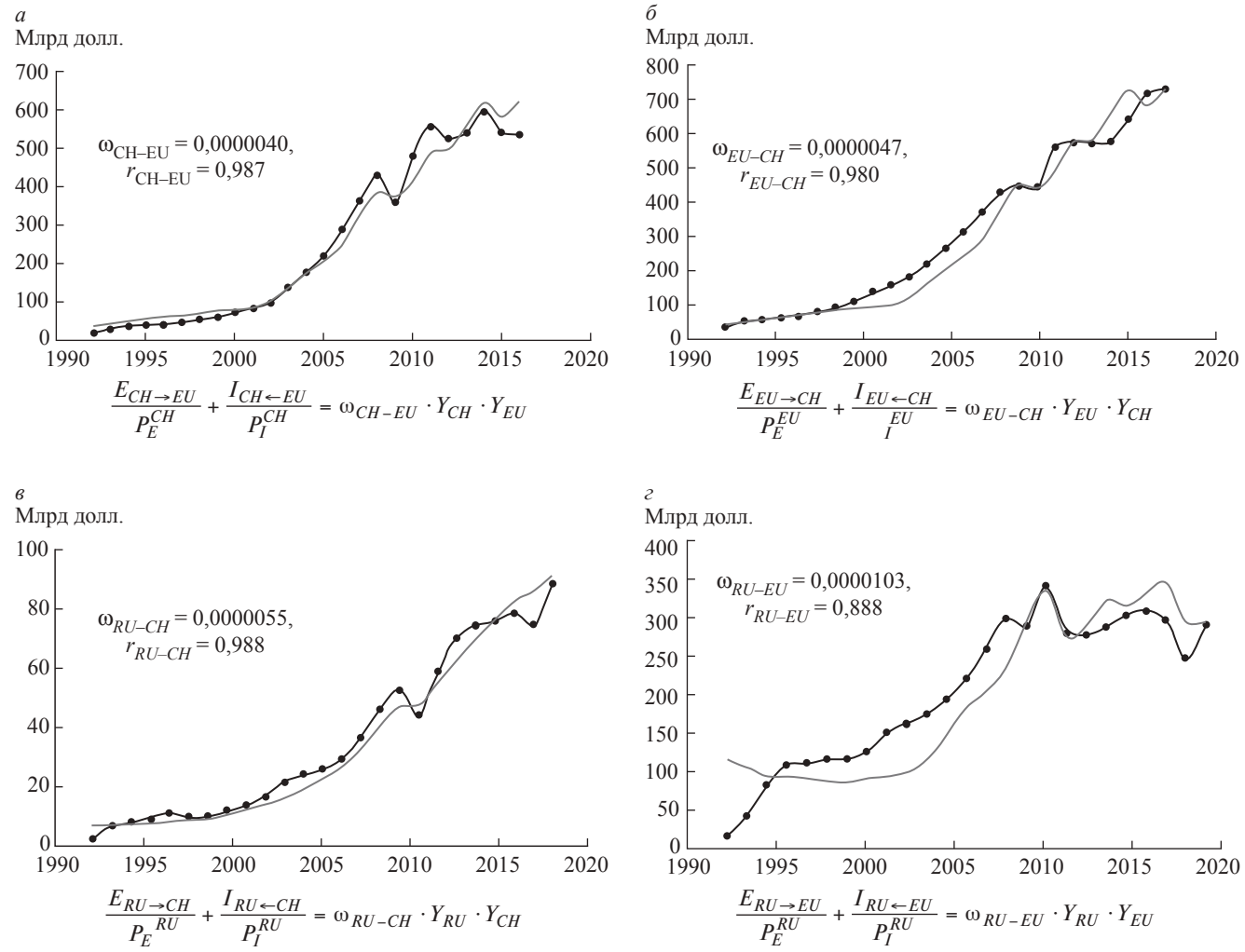


Рис. 3. Верификация гравитационного уравнения Тинбергена для расчёта объёмов торговли Китая и ЕС (*а*), ЕС и Китая (*б*), России и Китая (*в*), России и ЕС (*г*)

готов к его использованию. В настоящее время наиболее развитые страны ЕС (Германия, Франция, Швейцария) успешно осваивают базисные технологии, порождённые четвёртой промышленной революцией, более известной как Индустрия 4.0, и создают инновационную основу для гибких и адресных производительных сил [14]. Индустрия 4.0 решает задачу перехода от массового производства стандартных товаров к выпуску товаров и услуг высокого качества, отвечающих индивидуальным запросам потребителей. Причём, как надеются в ЕС, наиболее вероятными покупателями высокотехнологичных и качественных, но дорогих товаров, созданных в Евросоюзе, будут представители растущего среднего класса Китая. Его численность сегодня оценивается примерно в 200 млн человек, а к 2030 г. возрастёт до 500–600 млн человек. Таким образом, в ближайшие два десятилетия, согласно теории экономических циклов, впервые изложенной нашим соотечественником учёным-экономистом Н.Д. Кондратьевым в книге “Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны” (1922), с началом повышательной волны 6-го большого цикла Кондратьева (БЦК) Евросоюз и Китай, несомненно, станут технологическими лидерами на Евразийском континенте.

Прогнозирование долгосрочного экономического развития начнём с Евросоюза, который сегодня уже преодолел депрессионные последствия мирового финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. и успешно формирует новые производительные силы на основе базисных технологий шестого технологического уклада [14]. В работе [4, с. 885] нами показано, что подъём повышательной волны 6-го БЦК начнётся в 2017–2018 гг. и продолжится вплоть до 2040 г. Там же отмечено, что трендовая траектория лидеров экономического роста в пределах одного БЦК хорошо описывается логистической функцией [4, с. 884]:

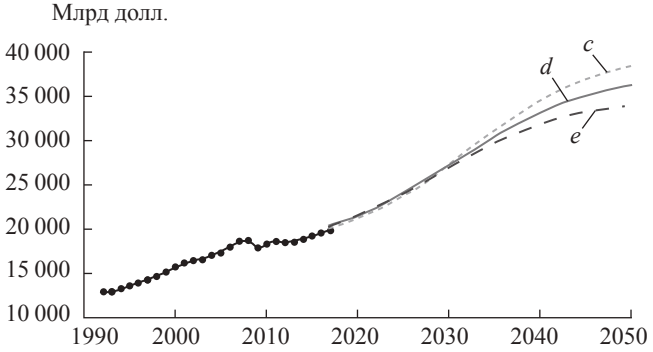


Рис. 4. Прогнозные траектории динамики ВВП ЕС (2018–2050) для вариантов *c*, *d*, *e*

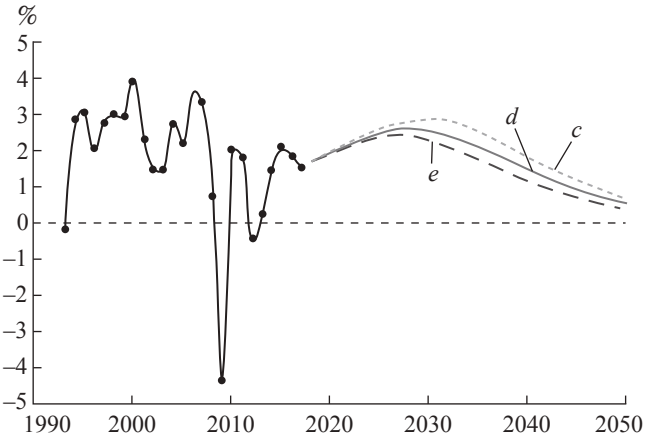


Рис. 5. Прогнозные кривые темпов роста ВВП ЕС (2018–2050) для вариантов *c*, *d*, *e*

$$\tilde{Y}_{EU}(t) = Y_{EU}^{(1)} + \frac{Y_{EU}^{(2)}}{1 + C_{EU} \cdot \exp\left[-\gamma_{EU} \cdot \left(t - T_0\right)\right]} \quad (4)$$

где $T_0 = 2017$ г., $Y_{EU}^{(0)} = Y_{EU}(t = T_0) = 1985$ млрд долл. Поскольку на начальном участке, до точки перегиба (примерно 2033 г.), данная траектория движения ВВП весьма точно аппроксимируется экспоненциальной функцией вида

$$\tilde{Y}_{EU}(t) = Y_{EU}^{(0)} \cdot \exp\left[q_{EU}(t - T_0)\right], \quad (5)$$

то нам достаточно задаться прогнозными значениями средних темпов экономического роста (*qEU*) на повышательной стадии 6-го БЦК в период с 2017 по 2033 г. Действительно, тогда, исходя из совпадения кривых (4) и (5) на участке с 2017 по 2033 г., легко и однозначно находим значения постоянных параметров $\left(Y_{EY}^{(1)}, Y_{EU}^{(2)}, C_{EU}, \gamma_{EU}\right)$, определяющих конкретную логистическую функцию (4).

В работе [1, § 3.5] мы оценили экономический потенциал NBIC-технологий, вызвавших четвёртую промышленную революцию, и рассчитали прогнозную динамику темпов экономического роста США с 2017 по 2050 г. Для 2020-х годов получили средние значения темпов экономического роста в интервале 2–3% годовых в зависимости от различных прогнозных значений коэффициента эффективности базисных технологий шестого технологического уклада [1, с. 103]. Поскольку технологический уровень передовых стран Евросоюза сегодня близок к соответствующему показателю США, то мы принимаем в качестве прогнозных следующие значения средних ежегодных темпов экономического роста ЕС в 2017–2033 гг.:

$$q_{EU}^{(1)} = 0{,}02(2\%);\ q_{EU}^{(2)} = 0{,}025(2{,}5\%);\ q_{EU}^{(3)} = 0{,}03(3\%). \quad (6)$$

Таким образом, автоматически становятся известны три различные прогнозные траектории (5) экономического роста ЕС на повышательной стадии 6-го БЦК. Параметры логистической функции (4) определяются, исходя из совпадения логистической (4) и экспоненциальной (5) кривых на стадии активного подъёма 6-го БЦК в 2017–2033 гг. Воспользовавшись методом наименьших квадратов, мы получили значения параметров $\left(Y_{EU}^{(1)}, Y_{EU}^{(2)}, C_{EU}, \gamma_{EU}\right)$ логистической функции (4) для трёх вариантов выбора прогнозных значений средних ежегодных темпов экономического роста ЕС (6) на стадии подъёма и привели их в таблице 1.

Прогнозные траектории экономического роста Евросоюза, рассчитанные по логистической формуле (4) с постоянными значениями параметров, представлены на рисунке 4. Соответствующие кривые, характеризующие прогнозные темпы роста ВВП ЕС, представлены на рисунке 5.

Таблица 1. Параметры логистической прогнозной траектории роста ВВП ЕС до 2050 г. [10]

Параметр \ Вариант	*c*	*d*	*e*
$Y_{EU}^{(1)}$, млрд долл.	17 469	17 659	17 782
$Y_{EU}^{(2)}$, млрд долл.	23 000	20 000	17 000
C_{EU}	7,7	6,2	5,2
γ_{EU}	0,135	0,135	0,141

Прогнозные траектории динамики (см. рис. 4) показывают, что к 2050 г. ВВП ЕС увеличится в 1,7–2 раза, то есть практически удвоится, – это хорошее достижение. Между тем из рисунка 5 видно, что к 2030 г. темпы роста совокупной экономики ЕС будут плавно повышаться с нынешних 2% в год до 2,8%, а затем к 2050 г. – плавно снижаться до 0,8% годовых. В целом мы имеем три сценария экономического роста – быстрый (*c*), умеренный (*d*) и медленный (*e*).

А теперь перейдём к расчёту прогнозных траекторий роста объёма товарооборота между ЕС и КНР, который обозначим переменной величиной GT_{CH-EU}. Рассмотрим два сценария развития событий: инерционный и ускоренный, стимулированный созданием Нового Шёлкового пути (НШП). В инерционном мы прогнозируем траекторию роста объёма товарооборота, опираясь на средние темпы роста, сложившиеся во взаимной торговле между ЕС и КНР в посткризисный период (2009–2016): примерно 3,5% в год. В ускоренном сценарии определяем прогнозную логистическую траекторию роста товарооборота ЕС–КНР, исходя из целевого показателя, поставленного Китаем: к 2030 г. удвоить объём товарооборота с ЕС. В этом случае темпы роста объёма товарооборота будут производными от траектории роста товарооборота и, конечно, увеличатся по сравнению с инерционным сценарием.

Мы уже предположили, что прогнозная траектория роста объёма товарооборота между ЕС и КНР может быть описана логистической функцией. Действительно, поскольку динамика роста объёма товарооборота ЕС–КНР в соответствии с гравитационным уравнением Тинбергена определяется произведением движения ВВП ЕС и КНР, а динамика ВВП в случае устойчивого роста в долгосрочном периоде описывается логистической траекторией, то и прогнозную траекторию роста товарооборота этой пары лучше описать логистической функцией типа (4), которая на начальном этапе совпадает с экспоненциальной (5). Прогнозные траектории роста объёма товарооборота КНР–ЕС, рассчитанные с помощью логистической функции, представлены на рисунке 6. Как видно, в инерционном варианте (*b*) развития событий объём товарооборота к 2050 г. увеличится всего в 3 раза, тогда как в ускоренном сценарии (*s*) роста, обусловленном расширением торговли со странами вдоль НШП, – более чем в 5 раз.

Наконец, рассчитаем прогнозную динамику ВВП Китая и обратимся к гравитационному уравнению Тинбергена (3), которое записывается в следующем виде:

$$\tilde{GT}(t)_{CH-EU} = \omega_{CH-EU} \cdot \tilde{Y}(t)_{CH} \cdot \tilde{Y}(t)_{EU}. \quad (7)$$

Коэффициент пропорциональности $\omega_{CH\text{-}EU}$ в этом уравнении был определён ещё на этапе верификации (см. рис. 3, *a*) формулы (7) и оказался равным $4 \cdot 10^{-6}$,

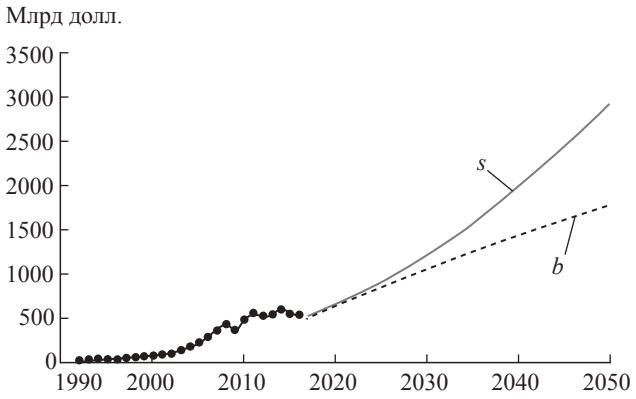


Рис. 6. Прогнозные траектории роста объёма товарооборота Китая и ЕС (2018–2050) для вариантов *s*, *b*

то есть $\omega_{CH\text{-}EU} = 4 \cdot 10^{-6}$. Поскольку прогнозные траектории движения ВВП ЕС (Y_{EU}) и роста товарооборота КНР–ЕС ($GT_{CH\text{-}EU}$) уже рассчитаны (см. рис. 4, 6), то остаётся определить из уравнения Тинбергена (7) динамику роста ВВП Китая:

$$\tilde{Y}(t)_{CH} = \tilde{GT}(t)_{CH-EU} \cdot (\omega_{CH-EU} \cdot \tilde{Y}(t)_{EU})^{-1}. \quad (8)$$

Здесь знак $\sim$ над переменными величинами означает, что мы пользуемся сглаженными прогнозными траекториями, описывающими их изменения в заданном временно́м периоде (2018–2050). Так как мы имеем три прогнозных сценария движения ВВП ЕС (см. рис. 4) и два прогнозных сценария роста объёма товарооборота КНР–ЕС (см. рис. 6), то очевидно, что по формуле (8) получим шесть прогнозных сценариев движения ВВП Китая в интересующем периоде (2018–2050). Численные значения динамики ВВП КНР для них приведены в таблице 2. В инерционном сценарии *c*–*b* мы получили результаты, весьма близкие к описанным ранее при долгосрочном прогнозировании экономического роста страны, до объявления мегапроекта “Один пояс – один путь” [15, 16]. Поскольку они были вычислены другим методом, совпадение говорит о состоятельности полученных прогнозов.

Как видно из таблицы 2, при успешной реализации целей НШП, Китай может к 2050 г. утроить (сценарий *c*–*s*) и даже учетверить (сценарий *e*–*s*) нынешний объём ВВП, что станет выдающимся достижением. Это будет означать, что к 2050 г. в стране с населением 1,5 млрд человек уровень жизни достигнет цифр, характерных для сегодняшней Германии, где среднедушевой доход населения составляет 40 тыс. долл. в год.

Соответствующие прогнозные темпы экономического роста Китая в 2018–2050 гг. рассчитаны и представлены графическими кривыми на рисунке 7, *а, б*. Видно, что реализация проекта НШП позволит

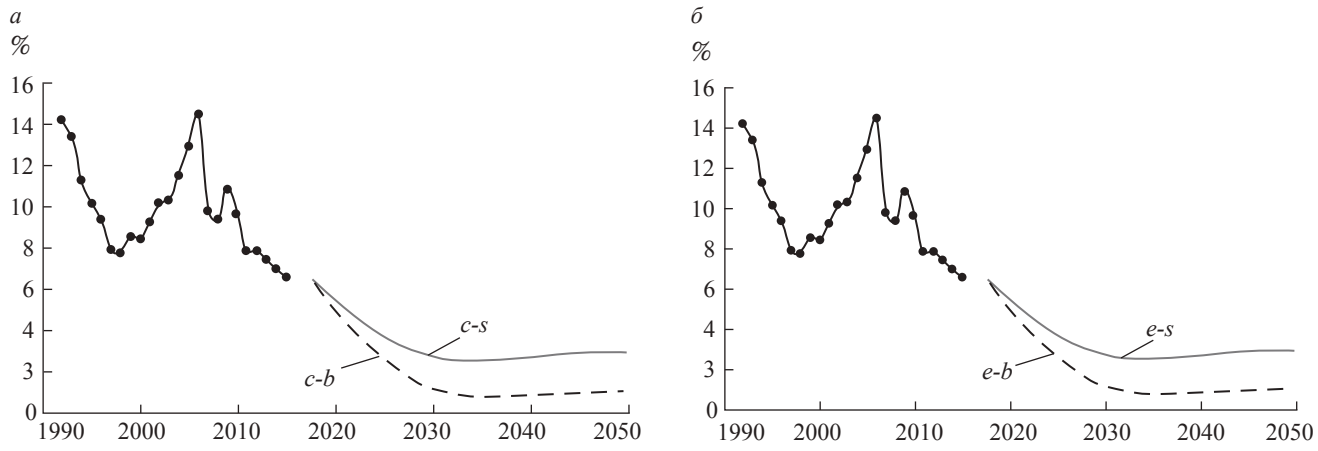


Рис. 7. Прогнозные темпы роста ВВП Китая (2018–2050) для вариантов с (*а*) и *e* (*б*)

Поднебесной добиться более плавного снижения темпов экономического роста с выходом к 2030 г. на стационарный уровень, равный приблизительно 3% (сценарий *d–s*) и даже 3,3% (в сценарии *e–s*) в год, и его сохранением вплоть до 2050 г. Причём чрезвычайно важно, что 2–2,3% в год из стационарных темпов роста обеспечиваются исключительно за счёт расширения рынков сбыта китайских товаров и услуг благодаря реализации проекта НШП (см. рис. 7).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНОГО РОСТА ОБЪЁМОВ ТОВАРООБОРОТА РФ И ЕС И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Очевидно, что наилучшая диверсифицированная торгово-экономическая стратегия для России – восстановление и наращивание связей с Евросоюзом при активном торгово-экономическом сотрудничестве с Китаем и другими странами АТЭС, которое получило динамичное развитие в последние годы. Восстановлению полномасштабного сотрудничества с ЕС будет способствовать действующая и строящаяся инфраструктура по экспорту российской нефти и газа, в значительной степени обеспечивающего энергетическую безопасность Евросоюза. Передовое оборудование, используемое во многих отраслях отечественной промышленности, Россия импортирует из наиболее развитых стран ЕС, поэтому следует налаживать прежние связи, чтобы эффективно эксплуатировать эту технику и осуществлять её модернизацию.

Кроме того, Российская Федерация приступает к полномасштабной модернизации и цифровизации своей экономики, что также потребует на начальном этапе заимствования инновационных цифровых технологий, которые уже успешно используют в Евросоюзе, например в Германии, для создания Индустрии 4.0. Конечно, время от времени будут возникать геополитические разногласия, обусловленные зависимостью Евросоюза от Трансатлантического партнёрства. Однако в ряде стран ЕС к власти пришли представители нового поколения политиков, которые понимают пагубность конфронтации с Россией и выступают за полную и безусловную отмену

Таблица 2. Прогноз объёма ВВП Китая в сопоставимых ценах 2015 г., млрд долл.

Вариант	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
c–b	19 516	26 272	31 172	33 966	35 554	36 970	38 700	40 732
c–s	19 516	26 323	32 553	37 866	42 926	48 745	55 925	64 498
d–b	19 516	25 879	30 851	34 022	36 252	38 384	40 748	43 279
d–s	19 516	25 930	32 218	37 929	43 769	50 609	58 885	68 532
e–b	19 516	25 757	30 805	34 318	37 175	40 061	43 136	46 256
e–s	19 516	25 807	32 171	38 259	44 883	52 820	62 337	73 245

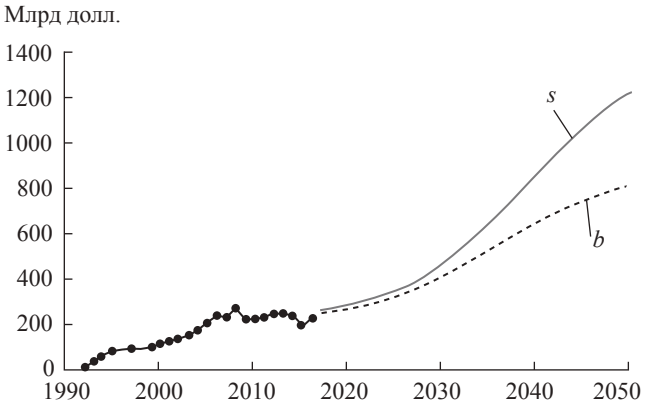


Рис. 8. Прогнозные траектории роста объёма товарооборота РФ и ЕС (2018 –2050) для вариантов *s*, *b*

экономических санкций. Потребуется терпеливая дипломатическая работа по сближению сторон.

Предположим, в скором времени России удастся наладить нормальные торгово-экономические связи с ЕС и обеспечить устойчивый рост товарооборота. Тогда траектория роста объёма товарооборота РФ–ЕС, по аналогии с динамикой роста товарооборота КНР–ЕС (см. рис. 6), может быть спрогнозирована следующей логистической функцией:

$$\tilde{GT}(t)_{RU-EU} = \\ = g_{GT} + \frac{h_{GT}}{1 + U_{GT} \cdot \exp\left[-\nu_{GT} \cdot (t - T_0)\right]}. \quad (9)$$

Рассмотрим два варианта развития событий. Первый – успешный (*s*), когда Россия вместе с Китаем строит новую высокоскоростную торгово-транспортную инфраструктуру, связывающую Восток и Запад Евразийского континента и активно использует её для расширения торговли с ЕС, наполняя отечественными высокотехнологичными товарами. Для этого РФ динамично развивает новую индустрию, основанную на инновационных технологиях четвёртой промышленной революции, чтобы диверсифицировать экспортную группу наукоёмкими товарами с высокой добавленной стоимостью. Тогда вполне разумно поставить цель удвоения к 2030 г. объёма товарооборота России и ЕС по отношению к фактическому объёму товарооборота в 2017 г.: $GT_{RU\text{-}EU}^{(0)} \approx 250$ млрд долл., что позволяет придать импульс динамичному экономическому росту нашей страны в 2020-е годы. Второй вариант – инерционный (*b*), когда последствия санкций преодолены, однако, как и прежде, превалирует торговля энергоресурсами. Такое развитие событий лишь поддержит средние темпы роста объёма товарооборота, достигнутые ещё в 2000-е годы. Исходя из указанных предпосылок, легко определить конкретные значения

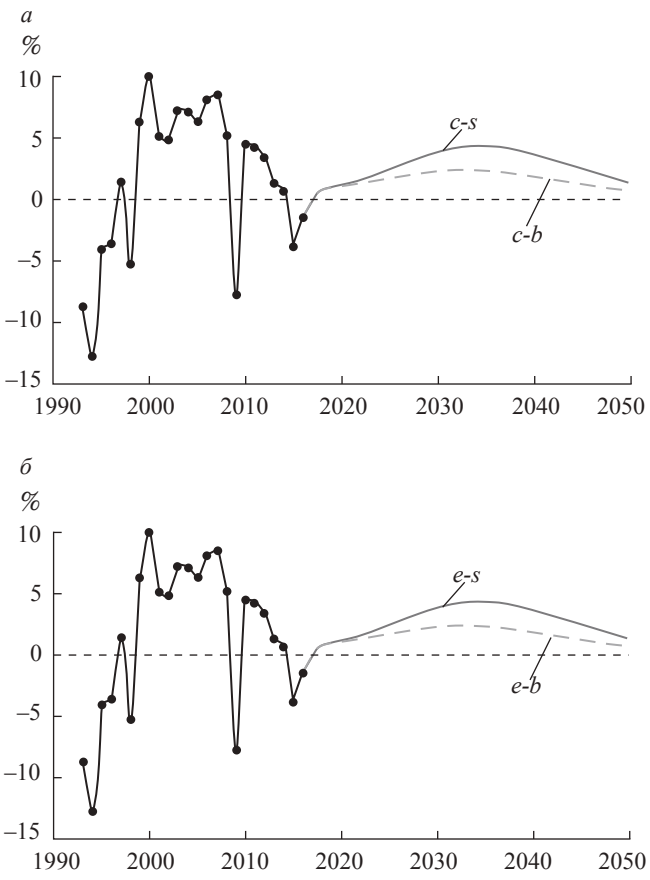


Рис. 9. Прогнозные траектории темпов роста ВВП России при восстановлении активного торгово-экономического сотрудничества с Евросоюзом для вариантов *c* (*а*) и *e* (*б*)

постоянных параметров логистической функции (9). Они представлены в таблице 3. Соответствующие прогнозные траектории роста объёма товарооборота РФ–ЕС, рассчитанные по формуле (9), выведены на рисунке 8. Как видно, в успешном варианте развития событий объём товарооборота с ЕС вырастет почти в 5 раз, тогда как в инерционном – только в 3 раза. Из этих данных следует, что в 2020–2030-е годы темпы роста объёма товарооборота РФ–ЕС при благоприятном стечении обстоятельств могут составить 5–6% в год, что станет большим достижением.

Таблица 3. Значения параметров логистической прогнозной кривой роста объёма товарооборота РФ и ЕС

Параметр \ Вариант	*b*	*s*
g_{GT}	213	227
h_{GT}	700	1198
u_{GT}	15,0	28,5
ν_{GT}	0,145	0,155

Таблица 4. Варианты прогноза объёма ВВП России в сопоставимых ценах 2015 г., млрд долл.

Вариант	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
c–b	3716	3861	4146	4592	5152	5697	6111	6369
c–s	3716	4027	4403	5131	6253	7577	8744	9533
d–b	3716	3803	4103	4600	5253	5915	6435	6767
d–s	3716	3967	4357	5139	6376	7867	9207	10 129
e–b	3716	3785	4097	4640	5387	6173	6812	7233
e–s	3716	3948	4361	5184	6538	8211	9747	10 826

Далее, пользуясь гравитационным уравнением Тинбергена (3) для взаимной торговли РФ–ЕС

$$\tilde{GT}(t)_{RU-EU} = \omega_{RU-EU} \cdot \tilde{Y}(t)_{EU} \cdot \tilde{Y}(t)_{RU}, \quad (10)$$

нетрудно рассчитать траекторию движения ВВП России (Y_{RU}), поскольку $GT_{RU\text{-}EU}(t)$ (см. рис. 8) и $Y_{EU}(t)$ (см. рис. 4) уже известны. Значение коэффициента $\omega_{RU\text{-}EU} = 1{,}03 \cdot 10^{-5}$ (см. рис. 3, *г*) найдено ещё в процессе верификации формулы (10). Два избранных варианта прогнозных траекторий экономического роста России в 2018–2050 гг., рассчитанных по формуле:

$$\tilde{Y}(t)_{RU} = \tilde{GT}(t)_{RU-EU} \cdot (\omega_{RU-EU} \cdot \tilde{Y}_{EU})^{-1}, \quad (11)$$

вытекающей из уравнения (10), представлены численными значениями в таблице 4. Как видно, в лучшем варианте (сценарий *e–s*) достигается почти трёхкратное увеличение ВВП по сравнению с нынешним показателем, что следует считать хорошим достижением. Для сравнения: в инерционном варианте едва достигается удвоение нынешнего ВВП (сценарий *e–b*). На рисунке 9, *а, б* представлены кривые темпов экономического роста, которые показывают, что при успешном развитии событий экономика России в 2030-е годы достигнет устойчивых темпов роста, близких к 5% в год, тогда как при инерционном – только 3% годовых.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 14–11–00634).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акаев А.А.* От эпохи великой дивергенции к эпохе великой конвергенции: математическое моделирование и прогнозирование долгосрочного технологического и экономического развития мировой динамики. М.: Ленанд, 2014.
2. Китайская Народная Республика: политика, экономика, культура. М.: Форум, 2016.
3. Прекрасные перспективы и практические действия по совместному созданию Экономического пояса Шёлкового пути и Морского Шёлкового пути XXI века // Экономический пояс Шёлкового пути. М.: Русский биографический институт, Институт экономических стратегий РАН, 2015.
4. *Акаев А.А., Садовничий В.А.* Замкнутая динамическая модель для описания и расчёта длинной волны экономического развития Кондратьева // Вестник РАН. 2016. № 10. С. 883–896.
5. *Ostrovskii A.V.* Prospects to Interface the Silk Road Economic Belt and the Eurasian Economic Union Projects // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. № 6, p. 480–490; *Островский А.В.* Перспективы сопряжения проектов Экономического пояса Шёлкового пути и Евразийского экономического союза // Вестник РАН. 2017. № 11. С. 974–985.
6. *Киреев А.П.* Международная экономика. Ч. 2. М.: Международные отношения, Юрайт, 2006.
7. *Tinbergen J.* Shoping the world economy. NY: Twentieth Century Fund, 1962.
8. *Хелпман Э.* Понимание мировой торговли. М.: Изд-во Института Гайдара, 2017.
9. *Helpman E., Krugman P.R.* Market structure and Foreign Trade. Cambridge: MIT Press, 1985.
10. http://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=32186#
11. http://www.trademap.org/(X(1) S(aypkgonk44jogois3zntwduh))/Index.aspx
12. http://stats.oecd.org/
13. http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#
14. *Шваб К.* Четвёртая промышленная революция. М.: ЭКСМО, 2017.
15. *Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю.* Моделирование и прогнозирование мировой динамики. М.: ИСПИ РАН, 2012.
16. *Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю.* Комплексное моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в контексте мировой динамики. М.: Наука, 2014.