

М.А. Рыбачук

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-68-83

На сегодняшний день одной из наиболее распространенных моделей национальных инновационных систем является модель тройной спирали, вариантами адаптации которой к экономической конъюнктуре различных стран являются четырех- и пятизвенные конструкции. В данной работе на основе системной экономической теории, согласно которой вся совокупность социально-экономических систем может быть разделена на объекты, среды, процессы и проекты, мы предлагаем рассматривать национальную инновационную систему (НИС) России как комплекс четырех социально-экономических макроподсистем: науки, государства, образования и бизнеса. При этом *наука* выступает как система объектного, *государство* – средового, *образование* – процессного, а *бизнес* – проектного типов. Определены порядок взаимодействия и ролевые функции данных подсистем, показано, что они объединяются в устойчивую конфигурацию кольцевидной формы – тетраду. Проведена количественная оценка паритета подсистем четверной спирали – рассчитаны индексы системной сбалансированности НИС России за 2015–2019 гг. Статистическую базу для расчета составляют данные по странам мира, использованные для вычисления глобального инновационного индекса

© М.А. Рыбачук, 2020 г.

Рыбачук Максим Александрович, к.э.н., старший научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН; доцент кафедры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия; m.ribachuk@gmail.com

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-10-00646).

по методике Всемирной организации интеллектуальной собственности. Определено место НИС России среди национальных инновационных систем других стран за 2019 г. по двум параметрам: сбалансированность подсистем НИС и эффективность ее деятельности. Для сравнения выбраны 16 стран, разделенные на четыре группы: лидеры инновационного развития, догоняющие страны, отстающие страны и аутсайдеры. Установлено, что Россия относится к странам второй группы. Показано, что для гармонизации НИС России, повышения ее эффективности и перехода России в группу лидеров требуется ревизия экономической политики и добавление в нее, наряду с целью повышения эффективности инновационной деятельности, такой цели, как повышение сбалансированности подсистем четверной спирали. *Ключевые слова:* глобальный инновационный индекс, индекс системной сбалансированности, модель тройной спирали, модель четверной спирали, национальная инновационная система, системная экономическая теория, тетрада. *JEL:* D83, O10, O31, O40.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы построения национальных инновационных систем, как и проблемы трансформации знаний в инновации и новые технологии, занимают ученых не одно десятилетие. Это обусловлено, с одной стороны, обусловлено поиском эффективных решений, направленных на повышение доли высокотехнологичного экспорта и в целом конкурентоспособности страны на мировых рынках (Фролов, Лебедев, 2007; Губарев, 2013), с другой – исследованием способов достижения устойчивого экономического роста (Окрепилов, 2013), повышения уровня и улучшения качества жизни населения (Иванов, 2012).

Несмотря на то что основы теории национальных инновационных систем (НИС) были заложены на рубеже 1980-х и 1990-х гг. (Freeman, 1987, 1995; Soete, 1987; Dosi, 1988, 1990; Lundvall, 1988, 1992; Nelson, 1992; Patel, Pavitt, 1994; Edquist, 1997 и др.), а сама теория прошла длительный путь раз-

вития и становления, в частности, при поддержке Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) (см., например, (OECD, 1997, 2002, 2006, 2015, 2018) и др.), на настоящий момент не существует эталонной модели НИС. Причиной этого являются как существенные страновые различия, обусловленные историей развития, конъюнктурой рынков, институтами, так и специфика внутренней структуры и взаимосвязей между компонентами НИС, механизмов финансирования и методов стимулирования инновационной активности и т.д.

Вопросы инновационного развития России и формирования ее национальной инновационной системы рассматривались в работах (Гохберг, 2003; Иванова, 2001, 2002, 2005; Иванов, 2004; Полтерович, 2009; Голиченко, 2013, 2014; Данилина, 2018; Самоволева, 2019 и др.). Как правило, исследователи выделяют четыре типовые модели инновационного развития: евроатлантическую (традиционную), восточноазиатскую, альтернативную и модель «тройной спирали» (Сергеев, Алексеенкова, Нечаев, 2008; Давыденко, 2014; Бурцев, 2018 и др.). При этом наиболее современной и перспективной является, на наш взгляд, именно последняя.

Модель инновационного развития по «тройной спирали», или модель «тройной спирали» (*Triple Helix Model*), впервые была предложена научному сообществу профессором Стэнфордского университета Г. Ицковицем (Etzkowitz, Leydesdorff, 1995; Etzkowitz, 2008; Ицковиц, 2010). Она включала три составляющих – университеты, предприятия и государство. Существуют различные переводы наименований компонентов тройной спирали на русский язык, но, по нашему мнению, корректным является приведение их в соответствии с единым макроэкономическим уровнем – *образование, бизнес и государство*. Такой подход не отменяет присутствия индивидуальных акторов внутри НИС, относящихся к другим уровням экономики.

По словам Г. Ицковица, тесное взаимодействие между компонентами тройной

спирали является необходимым условием построения эффективной НИС. Метафора тройной спирали используется здесь для того, чтобы как подчеркнуть нелинейность взаимодействия компонентов, так и учесть влияние на них фактора времени.

В литературе также можно встретить различные модификации данной модели – не только трех-, но и четырех- и пятизвенные, представляющие собой результаты ее адаптации к страновым особенностям. Например, в работе (Sarayannis, Campbell, 2009) к трем базовым компонентам тройной спирали добавляется еще один – созидательная сила, которой обладает развитое гражданское общество. Социум влияет на остальные компоненты НИС в случае соответствующего воздействия коммуникационных процессов и средств массовой информации, а также развития *инновационной культуры* в стране. В других работах к указанным выше четырем компонентам предлагается добавить пятый – окружающую среду (см., например, (Sarayannis, Campbell, 2012)). Добавление данного компонента требуется для учета экологических факторов в инновационных процессах и повышения устойчивости НИС в целом.

Несмотря на множественность сторонников модели тройной спирали, вопрос о применении ее в российских реалиях без каких-либо изменений представляется спорным. Исторически сложилось так, что образование и наука в России оказались институционально разделенными. По этой причине мы предлагаем к трем базовым компонентам тройной спирали Г. Ицковица добавить четвертый компонент – *науку*. На наш взгляд, преобразование модели тройной спирали в модель четверной спирали является необходимым условием ее использования в России.

В данной работе, выполненной при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-10-00646), модель четверной спирали, которая формируется из четырех самостоятельных компонентов (макроподсистем) – *науки, государства, образования и бизнеса*, исследуется с позиции системной экономической тео-

рии. Если ранее мы проводили аналитическую оценку входящих и исходящих связей между подсистемами четверной спирали (Данилина, Рыбачук, 2018), то в этой статье мы устанавливаем ролевые функции компонентов модели и сосредоточиваемся на *количественной оценке паритета* ее подсистем на базе статистических данных, применяемых для расчета глобального инновационного индекса. Также определяется место НИС России среди национальных инновационных систем других стран по параметрам сбалансированности подсистем НИС и эффективности ее деятельности.

1. БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Системная экономическая теория представляет собой новое научное направление (Клейнер, 2011а, 2015а), возникшее на базе системной парадигмы в экономике (Kornai, 1998), и является альтернативой традиционному системному подходу, развиваемому в трудах классиков (см., например, (Bertalanffy, 1956; Boulding, 1956; Hodgson, 1987) и др.). Изложим ниже ее базовые положения.

С позиции *системной экономической теории* вся совокупность социально-экономических систем, функционирующих в экономике, может быть разделена на четыре базовых типа (группы), которые отличаются друг от друга своими пространственно-временными характеристиками. К первому типу относятся *объектные системы* – страны, регионы, фирмы и др. Данные системы обладают четкими пространственными границами, а длительность их существования заранее неизвестна. Ко второму типу принадлежат *средовые системы*, например окружающая среда, атмосфера в трудовом коллективе, корпоративные традиции и пр. Такие системы не имеют ни пространственных, ни временных ограничений. Третий тип сформирован *про-*

цессными системами, к которым можно отнести бизнес-процессы, коммуникацию между людьми, процессы получения образования и др. При этом процессные системы не имеют ограничений в пространстве, но обладают ограниченной длительностью существования. И, наконец, последний тип – *проектные системы* – рассматриваются как различного рода события, происходящие в определенном месте и в определенное время. Таким образом, системы данного типа ограничены и в пространстве, и во времени.

Четыре представленных типа социально-экономических систем также обладают соответствующей функциональной специализацией (см. подробнее (Клейнер, 2010)) – каждая система реализует одну основную и одну дополнительную (для себя) функцию. Распределение данных функций между типами социально-экономических систем представлено в табл. 1.

Дублирование функций систем одного типа системами другого типа необходимо для обеспечения надежности их функционирования в экономике. Вместе с тем естественная потребность в ресурсах пространства и времени, а также способностях использовать данные ресурсы заставляют системы четырех базовых типов соединяться в *устойчивые конфигурации*, называемые *тетрадами* (Клейнер, 2011б). Типовым примером тетрады является цепочка «завод – дилерская сеть – транспортная компания – торговый центр – завод». Так, *завод* как объектная система производит товар, который потребляется *дилерской сетью* как средовой системой. Дилерская

сеть, в свою очередь, передает товар *транспортной компании*, которая как процессная система осуществляет его распределение по *торговым центрам*. В торговых центрах товар становится доступен для покупателей, которые, приобретая товар, фактически реализуют «*проекты покупки*». В результате таких сделок происходит обмен товара на деньги, которые возвращаются на завод и могут быть использованы для дальнейших проектов.

Таким же образом может быть рассмотрен процесс поиска предприятием дополнительных финансовых ресурсов на рынке. *Предприятие* как объектная система обращается к *финансовой среде*, производит запрос требуемых ресурсов. Информация о таком запросе потребляется средой и распространяется среди *банковских структур*, которые предлагают различные *кредитные инструменты*. Если предложенное решение удовлетворяет предприятие, то заключается сделка, происходит обмен – банк предоставляет предприятию денежные средства, а предприятие берет на себя ответственность по возврату данных денежных средств банку на соответствующих условиях.

Отметим, что *тетрады*, как правило, формируются вокруг жизненного цикла некоторого продукта (товара, работы, услуги, проекта преобразования экономической системы). Более подробно данная тема раскрыта в работе (Рыбачук, 2020).

2. МОДЕЛЬ ЧЕТВЕРНОЙ СПИРАЛИ КАК ТЕТРАДА

Покажем, что компоненты четверной спирали – наука, государство, образование и бизнес – представляют собой социально-экономические системы различных типов и объединяются в тетраду.

Наука (исследовательские центры, лаборатории, академии наук и т.д.) реализует функцию *производства* (генерации) знаний

Таблица 1

Распределение основных и дополнительных функций по типам социально-экономических систем

Тип систем	Основная функция	Дополнительная функция
Объект	Производство	Потребление
Среда	Потребление	Распределение
Процесс	Распределение	Обмен
Проект	Обмен	Производство

и представляет собой систему объектного типа. *Государство* (государственные контролирующие и надзорные органы) защищает интересы общества, устанавливает и следит за исполнением институциональных норм. Поэтому в данном случае принимает знания, полученные наукой, тем самым выполняя функцию *потребления*, проводит их экспертизу и, соответственно, является системой средового типа. *Образование* (университеты, колледжи, школы, частные образовательные учреждения, средства массовой информации, семинары, мастер-классы и др.) осуществляет функцию *распределения* знаний после того, как они прошли государственную экспертизу, и относится к системам процессного типа. Так, например, государство утверждает образовательные программы, по которым университеты выполняют подготовку и выпуск дипломированных специалистов. *Бизнес* (корпорации, предприятия и пр.) отвечает за функцию *обмена* и относится к системам проектного типа. Подготовленные университетом специалисты устраиваются на работу и начинают применять полученные знания на практике. В процессе работы у них возникают новые идеи, происходит обмен знаниями на идеи, на базе которых формируются запросы к науке на проведение новых исследований.

Представим иную ситуацию, когда *наука* как объектная система производит новую технологию (изобретение). *Государство* как средовая система потребляет ее с целью сертификации, т.е. тестирования и проверки перед свободным распространением и массовым внедрением. *Образование* как процессная система используется для распространения информации о технологии среди потенциальных пользователей (обучения пользователей применению технологии) для последующего успешного внедрения на рынок. *Бизнес*, в свою очередь, как проектная система встраивает новую технологию в производственные процессы, запускает проекты модернизации, происходит обмен технологии на деньги.

Таким образом, мы рассмотрели два типовых инновационных продукта, которые

проходят через данную тетраду, – знания и новые технологии. Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о том, что обобщенный инновационный продукт, двигаясь по воспроизводственному циклу внутри четверной спирали, проходит следующие стадии: *прототип (еще не протестированный продукт) – сертифицированный продукт – известный продукт – используемый продукт*.

Обратим внимание на то, что такая логика не противоречит концепции спирали знаний, предложенной в работе (Nonaka, Takeuchi, 1995), согласно которой внутри организации знания проходят четыре стадии трансформации: социализация, экстернализация, комбинация и интернализация. Так, знания внутри *науки* переходят из неявных в неявные (социализация), обсуждаются внутри научного сообщества, не покидая его пределы. *Государство* принимает от науки формализованное знание и проводит его экспертизу, целью которой является перевод знания из неявного в явное (экстернализация). *Образование* использует явное, проверенное знание для его распространения, т.е. явное знание тиражируется (комбинация). В *бизнесе* знание начинает использоваться на практике, возникают новые идеи, требующие исследования. Знания трансформируются из явных в неявные (интернализация). После этого цикл трансформации повторяется.

Схематичное изображение подсистем четверной спирали, объединенных в тетраду, представлено на рис. 1.

Для обеспечения надежности функционирования национальной инновационной

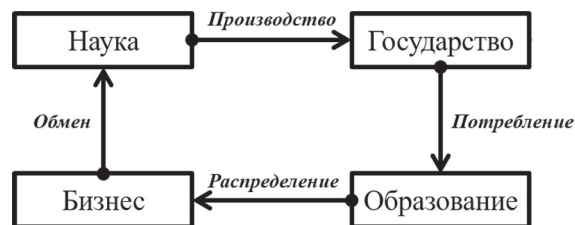


Рис. 1. Подсистемы четверной спирали, представленные как тетрада (основной воспроизводственный цикл)

системы каждый из компонентов четверной спирали выполняет дополнительные для себя функции, за счет которых формируется контур обратных связей. Так, *наука* принимает (потребляет) запрос на проведение исследований со стороны бизнеса, данная связь отражает востребованность науки бизнесом. *Бизнес* формирует требования к образованию на базе представлений о результатах образовательных программ, обучающих и маркетинговых мероприятий. *Образование* отражает отношение обучающихся к сертифицированному государством инновационному продукту. Негативный отклик целевой аудитории отражает необходимость институциональных изменений. *Государство* передает науке требования к формализации инновационных продуктов, необходимые для их успешной сертификации и институционализации.

Добавим контур обратных связей на исходную схему взаимодействия подсистем четверной спирали (см. рис. 1) и изобразим полученные результаты на рис. 2.

Отметим, что аналогичные процессы происходят в тетрадах более низкого уровня (Рыбачук, 2016), – внутри каждой из подсистем, формирующих четверную спираль. Рассмотрим их подробнее.

Как отмечалось ранее, *наука* как объектная система принимает запрос на проведение исследований со стороны бизнеса. Далее через научную среду происходит распределение данного запроса между научными центрами (лабораториями, коллективами), которые обладают достаточными компетенциями для решения поставленной задачи. После прохождения процедуры выбора группа исследователей начинает процесс разработки идеи, проводятся опыты и эксперименты. В случае успеха начинается формализация результатов или, другими словами, осуществляется их обмен на документацию, чертежи, монографии и пр. Документация сама по себе является проектом, на основе которого реализуется функция производства, готовится отчет о проделанной работе и сдается заказчику.

Государство как сервисная система распределяет результаты (знания, технологии,

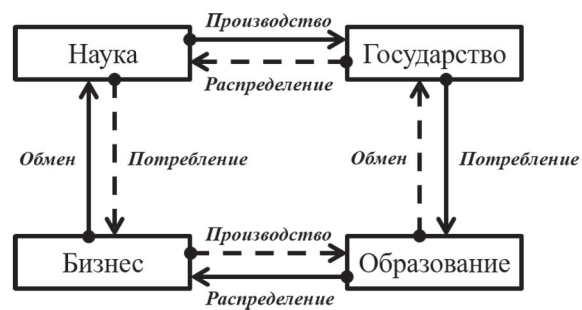


Рис. 2. Подсистемы четверной спирали, представленные как тетрада (основной воспроизводственный цикл и контур обратных связей)

другие инновационные продукты и т.д.), полученные наукой, по государственным учреждениям, отвечающим за экспертизу и сертификацию. Мнение экспертных комиссий отражается в официальных заключениях, подтверждающих возможность использования данных результатов в *образовании* или, наоборот, запрещающих это. На основе официальных заключений создаются требования к профильным ведомствам для интеграции результатов в институциональную среду государства. При этом факт удовлетворения данных требований можно рассматривать как акт потребления.

Образование как процессная система принимает сертифицированные государством результаты исследований и создает образовательные мероприятия, необходимые для распространения информации в обществе. Результатом данного процесса является передача информации некоторому носителю, которым могут выступать как технические средства, например базы данных, так и экономические агенты, прошедшие обучение. После этого носители информации попадают в рыночную среду и свободно там обращаются.

Бизнес как проектная система производит новые идеи, которые потребляются бизнес-средой, где происходит их распределение по заинтересованным лицам, инвесто-



Рис. 3. Дополнительные функции тетрад более низких уровней внутри подсистем четверной спирали

рам, бизнес-ангелам. В случае если находится лицо, готовое инвестировать в идею, то создается новый проект и осуществляется обмен идеи на денежные средства (инвестиции).

Отообразим процессы, происходящие в тетрадах более низких уровней внутри подсистем четверной спирали, на рис. 3.

Основной задачей данных процессов является поддержание устойчивости функционирования основного воспроизводственного цикла, происходящего в четверной спирали, поэтому подсистемы тетрад более низких уровней выполняют не основные, а свои дополнительные функции.

На рис. 2 и 3 подсистемы четверной спирали отражены в статическом состоянии. Соответственно, для рассмотрения их в динамике требуется учет фактора времени. Преобразуем соответствующим образом рис. 3 и представим результаты на рис. 4.

Таким образом, модель четверной спирали строится на тесном взаимодействии и совместном развитии следующих *макроподсистем*: науки, государства, образования и бизнеса. Выполнение ими своих основных и дополнительных функций (производство,

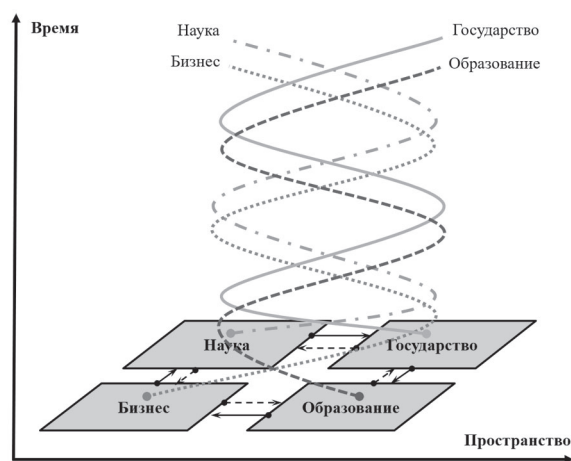


Рис. 4. Концептуальная модель четверной спирали с учетом фактора времени

потребление, распределение, обмен) позволяет обеспечить устойчивость и надежность функционирования национальной инновационной системы. Ось времени в данном случае отражает движение и переходы макроподсистем четверной спирали на качественно новые уровни развития.

3. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПАРИТЕТА ПОДСИСТЕМ ЧЕТВЕРНОЙ СПИРАЛИ

Применение инструментария системной экономической теории и теории тетрад позволяет обратиться к понятию *системной сбалансированности*, которую можно рассматривать как необходимое условие для эффективного и гармоничного функционирования любой экономической системы. В данном случае под *системной сбалансированностью* понимаются паритет, соразмерность и пропорциональность подсистем, входящих в тетраду (см. подробнее (Клейнер, Рыбачук, 2017, 2019)). Соответственно, для гармонизации национальной инновационной системы России требуется обеспечить системную сбалансированность подсистем четверной спирали.

Обозначим объемы объектной, средовой, процессной и проектной подсистем четверной спирали как a , b , c , d и воспользуемся формулой расчета индекса системной сбалансированности, предложенной в (Клейнер, 2015б), для количественной оценки их паритета:

$$I = 1 / \left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a} + \frac{a}{c} + \frac{c}{a} + \frac{a}{d} + \frac{d}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{b} + \frac{b}{d} + \frac{d}{b} + \frac{c}{d} + \frac{d}{c} - 11 \right). \quad (1)$$

Под объемом системы в данном случае понимается некоторый показатель, характеризующий функционирование данной системы. Таким показателем может быть, например, количество потребляемых системой ресурсов, объем производимой ею продукции и т.д. Индекс системной сбалансированности I измеряется в пределах от нуля до единицы. При этом чем ближе его значение к единице, тем выше сбалансированность подсистем, входящих в тетраду, и наоборот, чем ближе к нулю, тем ниже уровень сбалансированности этих подсистем.

В качестве информационной базы исследования и определения объемов подсистем a , b , c , d мы предлагаем использовать находя-

щиеся в свободном доступе на сайте www.globalinnovationindex.org статистические данные, применяемые для расчета *глобального инновационного индекса* (ГИИ) (см., например, (Dutta, Lanvin, Wunsch-Vincent, 2019)). Данный индекс комплексно характеризует инновационное развитие стран мира и формируется из двух субиндексов, в основе которых лежит обширный набор показателей, разделенных на семь основных групп. Первый – *субиндекс инновационного вклада* – включает в себя первые пять групп, второй – *субиндекс инновационных результатов* – оставшиеся две группы. Значения всех показателей, используемых в расчетах ГИИ, нормированы в диапазоне от 0 до 100.

Для определения объемов подсистем четверной спирали необходимо подобрать группы (подгруппы) показателей ГИИ, которые характеризуют функционирование науки (a), государства (b), образования (c) и бизнеса (d) в стране. Ввиду того что субиндексы, составляющие ГИИ, имеют различную природу, требуется определить такие группы в каждом из них. Результаты выбора представлены в табл. 2.

Отметим, что мы не рассматриваем отдельные показатели, входящие в каждую из групп, так как их состав в разные годы расчета ГИИ изменялся.

Глобальный инновационный индекс рассчитывается как среднее арифметическое двух субиндексов, которые, в свою очередь, вычисляются как средние арифметические соответствующих показателей. Используем аналогичный прием для объединения групп показателей, характеризующих объемы подсистем a , b , c , d внутри каждого субиндекса. Воспользовавшись формулой (1), рассчитаем индексы системной сбалансированности инновационного вклада I_{input} (группы показателей 1–5) и инновационных результатов I_{output} (группы показателей 6, 7), а затем индекс системной сбалансированности четверной спирали I_{gh} в целом как их среднее арифметическое. Место в рейтинге стран, ГИИ и результаты оценки паритета подсистем четвер-

Таблица 2

Распределение групп (подгрупп) показателей ГИИ как характеристик подсистем четверной спирали страны

		Группа показателей	Подгруппа показателей	Подсистема
Глобальный инновационный индекс (ГИИ)	Субиндекс инновационного вклада	1. Институты	1.1. Политическая среда	<i>b</i>
			1.2. Нормативно-правовая среда	<i>b</i>
			1.3. Бизнес-среда	<i>b</i>
		2. Человеческий капитал и наука	2.1. Образование	<i>c</i>
			2.2. Высшее образование	<i>c</i>
			2.3. Исследования и разработки	<i>a</i>
		3. Инфраструктура	3.1. ИКТ-технологии	<i>b</i>
			3.2. Общая инфраструктура	<i>b</i>
			3.3. Экологическая устойчивость	<i>b</i>
		4. Развитие внутреннего рынка	4.1. Кредиты	<i>b</i>
			4.2. Инвестиции	<i>b</i>
			4.3. Торговля, конкуренция и масштаб рынка	<i>b</i>
		5. Развитие бизнеса	5.1. Работники умственного труда	<i>d</i>
			5.2. Инновационные связи	<i>d</i>
			5.3. Абсорбция знаний	<i>d</i>
	Субиндекс инновационных результатов	6. Результаты (отдача) знаний и технологий	6.1. Создание знаний	<i>a</i>
			6.2. Влияние знаний	<i>b</i>
			6.3. Распространение знаний	<i>c</i>
		7. Креативные результаты	7.1. Нематериальные активы	<i>d</i>
			7.2. Креативные товары и услуги	<i>d</i>
			7.3. Онлайн-креативность	<i>d</i>

Таблица 3

Показатели инновационного развития и системной сбалансированности НИС РФ за 2015–2019 гг.

Год	Место в общем рейтинге стран	ГИИ	I_{output}	I_{input}	I_{qh}
2015	48	39,3	0,809	0,786	0,798
2016	43	38,5	0,7712	0,792	0,781
2017	45	38,8	0,347	0,798	0,573
2018	46	37,9	0,676	0,758	0,717
2019	46	37,6	0,501	0,693	0,597

ной спирали России за 2015–2019 гг. показаны в табл. 3.

В других работах (Клейнер, Рыбачук, 2019 и др.) в качестве показателей *a*, *b*, *c*, *d* мы использовали *интенсивности взаимодействия* между подсистемами тетрады, но в данном случае этого не требуется, так как значения всех показателей, использовавшихся для расчета ГИИ, изначально нормированы.

Характеристика системной сбалансированности, которую отражает индекс I_{qh} , не дает полноценной оценки НИС, поскольку не отражает эффективности инновационной деятельности в стране. Для того чтобы учесть данное обстоятельство, в качестве второй характеристики НИС будем использовать значения ГИИ. На базе табл. 3 построим график зависимости ГИИ от индекса системной сбалан-

сированности НИС России за 2015–2019 гг. Получившие результаты отразим на рис. 5.

Пунктирными линиями размечены зоны низких, средних и высоких значений ГИИ и индекса системной сбалансированности. Также на графике показаны изменения положения НИС России в данной системе координат. Таким образом, НИС России весь рассматриваемый период находится в зоне средних значений ГИИ, а в 2015, 2016 и 2018 гг. – в зоне высоких значений индекса системной сбалансированности, в 2017 и 2019 гг. – в зоне средних значений данного индекса.

Основная цель расчета ГИИ – осуществление межстрановых сравнений, поэтому на базе исходных статистических данных мы можем оценить положение НИС России в представленных координатах (см. рис. 5) по отношению к другим странам. ГИИ за 2019 г. был рассчитан для 129 стран. Разделим страны на четыре пропорциональные группы согласно их местам в рейтинге. Первая группа – *страны-лидеры инновационного развития* (1–32-е места), вторая группа – *догоняющие страны* (33–64-е места), третья группа – *отстающие страны* (65–96-е места) и четвертая группа – *страны-аутсайдеры* (97–129-е места). Из каждой группы выберем по четыре страны и рассчитаем для них индексы системной сбалансированности по формуле (1), используя для определения объемов подсистем порядок, представленный в табл. 2.

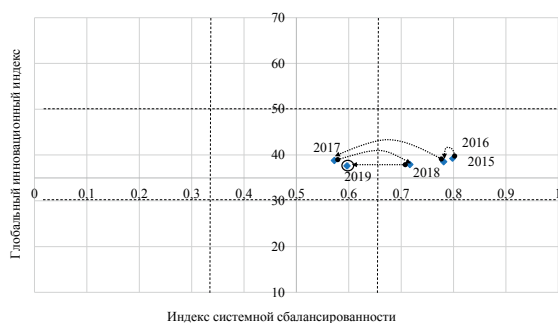


Рис. 5. График зависимости ГИИ от индекса системной сбалансированности НИС РФ за 2015–2019 гг.

На основе результатов этих расчетов построим график зависимости ГИИ данных стран от их индексов системной сбалансированности (рис. 6). В качестве представителей стран первой группы выбраны – Швеция (2), США (3), Германия (9) и Китай (14). Второй группы – Польша (39), Россия (46), Индия (52) и ЮАР (63). Третьей группы – Бразилия (66), Беларусь (72), Казахстан (79) и Египет (92). Четвертой группы – Эквадор (99), Таджикистан (100), Пакистан (105) и Бангладеш (116). В скобках указаны номера стран в общем рейтинге по значению ГИИ.

Страны-лидеры инновационного развития обозначены круглыми маркерами и областью I, отстающие страны – ромбовидными маркерами и областью II, догоняющие страны – треугольными маркерами и областью III, а отстающие страны соответственно квадратными маркерами и областью IV. На графике также сохраняются пунктирные линии, показывающие зоны низких, средних и высоких значений индексов.

Визуальный анализ данных, представленных на рис. 6, показывает, что существует практически прямая взаимосвязь между ГИИ и индексом системной сбалансированности. Так, страны, относящиеся к первой группе, обладают высокими и выше среднего значениями индекса системной сбалансированности, второй группе – средними значениями, третьей и четвертой группе – низкими значе-

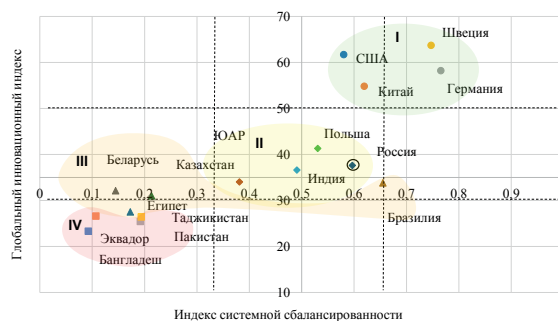


Рис. 6. График зависимости ГИИ от индекса системной сбалансированности НИС 16 стран, разделенных на четыре группы, за 2019 г.

ниями. Исключением из третьей группы является Бразилия, значения индекса которой относятся к зоне выше среднего. Россия, в свою очередь, относится ко второй группе стран. Основной вывод, который мы можем сделать на базе полученных результатов, заключается в том, что основной тезис концепции системной сбалансированности в целом подтверждается. Системная сбалансированность и пропорциональность подсистем НИС влияет на эффективность ее функционирования в долгосрочной перспективе. Таким образом, каждая страна может придерживаться либо стратегии наращивания инновационных мощностей (ГИИ), либо повышения системной сбалансированности подсистем НИС, двигаясь из левой нижней зоны в правую верхнюю зону значений индексов (см. рис. 5 и 6). Если сравнить таких соседей по БРИКС, как Бразилия и ЮАР, находящихся на границе второй и третьей групп, то у НИС Бразилии выполнены все условия для повышения инновационных мощностей и упрочения своих позиций в рейтинге стран, в то время как ЮАР ввиду низкой системной сбалансированности подсистем НИС может, наоборот, ослабить свои позиции в рейтинге.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Национальная инновационная система каждой страны должна быть интегрирована с реальной экономикой, без выполнения данного условия эффективность любой инновационной деятельности будет существенным образом снижена. Органам государственной власти России целесообразно концентрироваться не только на создании условий для достижения высоких инновационных результатов, но и на организации эффективных механизмов внедрения этих результатов в экономику и жизнь общества страны с целью обеспечения их системного и эволюционного развития.

Для решения этой задачи мы предлагаем использовать модель инновационного развития в виде четверной спирали, представляющую собой вариант адаптации модели тройной спирали к российским условиям. Рассмотрение НИС России с позиции модели четверной спирали предполагает выделение в качестве полноправных участников инновационного процесса четырех макроподсистем: *науки, государства, образования и бизнеса*. С помощью инструментария системной экономической теории была проведена оценка количественного паритета данных систем. По полученным значениями индекса системной сбалансированности за 2015–2019 гг. можно сделать вывод о том, что пропорциональность подсистем четверной спирали в России находится на уровне выше среднего, хотя в 2019 г. наблюдается снижение по сравнению с предыдущими рассмотренными периодами.

С целью определения места НИС России среди национальных инновационных систем других стран помимо оценки сбалансированности подсистем четверной спирали предложено использовать вторую характеристику – оценку эффективности инновационной деятельности, выраженную в значении глобального инновационного индекса. Всего было рассмотрено 16 стран, разделенных на четыре группы: лидеры, догоняющие страны, отстающие страны и аутсайдеры инновационного развития. Россия попала во вторую группу. Отсюда следует, что для перехода в группу лидеров требуется предусмотреть в экономической политике страны мероприятия, направленные как на повышение эффективности инновационной деятельности, так и на укрепление сбалансированности подсистем четверной спирали.

Несмотря на то что институциональные особенности России отличаются от других стран, где наука и образование развиваются внутри университетов, полученные в ходе проведенных межстрановых сравнений результаты, на наш взгляд, являются достаточно показательными. В рамках НИС наука и образование выполняют различные системные

функции и поэтому могут рассматриваться по отдельности. В дальнейшем мы планируем более комплексное исследование НИС стран-участниц рейтинга глобального инновационного индекса для выявления положительного опыта перехода стран из одних групп в другие и поиска дополнительных доказательств влияния системной сбалансированности подсистем НИС на эффективность ее деятельности.

Список литературы / References

- Бурцев Д.С. (2018). Особенности различных моделей национальных инновационных систем // Экономика и бизнес: теория и практика. № 12. Т. 1. С. 57–61. [Burtsev D.S. (2018). Features of national innovation systems various models. *Economy and Business: Theory and Practice*, vol. 1, no. 12, pp. 57–61 (in Russian).]
- Голиченко О.Г. (2013). Возможности и альтернативы инновационного развития России // Инновации. № 5 (175). С. 20–24. [Golichenko O.G. (2013). Opportunities and alternatives of innovative development of Russia. *Innovations*, no. 5 (175), pp. 20–24 (in Russian).]
- Голиченко О.Г. (2014). Национальная инновационная система: от концепции к методологии исследования // Вопросы экономики. № 7. С. 35–50. [Golichenko O.G. (2014). National innovation systems: from conception toward the methodology of analysis. *Voprosy Ekonomiki*, no. 7, pp. 35–50 (in Russian).]
- Гохберг Л.М. (2003). Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. № 3. С. 26–44. [Gokhberg L.M. (2003). Russian national innovation system under conditions of the “New economy”. *Voprosy Ekonomiki*, no. 3, pp. 26–44 (in Russian).]
- Губарев В.А. (2013). О возможности повышения доли инновационной продукции в экспорте России // Инновации. № 5 (175). С. 96–100. [Gubarev V.A. (2013). About possibility of increase of stake of innovative products in the export of Russia. *Innovations*, no. 5 (175), pp. 96–100 (in Russian).]
- Давыденко Е.В. (2014). Модели национальных инновационных систем: зарубежный опыт и адаптация для России // Проблемы современной экономики. № 2 (50). С. 23–26. [Davydenko E.V. (2014). Models of national innovation systems: foreign experience and adaptation for Russia. *Problems of Modern Economics*, no. 2 (50), pp. 23–26 (in Russian).]
- Данилина Я.В. (2018). Проблемы сбалансированности взаимосвязей институтов национальной инновационной системы Российской Федерации // Вестник университета (ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»). № 1. С. 63–67. [Danilina Ya.V. (2018). Balance problems of interrelations of the institutions of the national innovation system of the Russian Federation. *Vestnik Universiteta* (State University of Management), no. 1, pp. 63–67 (in Russian).]
- Данилина Я.В., Рыбачук М.А. (2018). Системный подход к формированию эффективной национальной инновационной системы // Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий: материалы Второй конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН (Москва, 12 января 2018 г.) / под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. Вып. 2. М.: ЦЭМИ РАН. С. 101–108. [Danilina Ya.V., Rybachuk M.A. (2018). A system approach to the formation of an effective national innovation system. *System Problems of Domestic Meso-economics, Microeconomics, and Enterprise Economics*. Proceedings of the Second Conference of the Department of Modeling Production Objects and Complexes of the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow, January 12, 2018). Ed. by Corr. member of RAS G.B. Kleiner. Vol. 2. Moscow, CEMI RAS, pp. 101–108 (in Russian).]
- Иванов В.В. (2012). Модернизация и политика инновационного развития // Инновации. № 9 (167). С. 13–20. [Ivanov V.V. (2012). Modernization and innovative development policy. *Innovations*, no. 9 (167), pp. 13–20 (in Russian).]

- Иванов В.В. (2004). Национальные инновационные системы: теория и практика формирования. М.: Абелия. 186 с. [Ivanov V.V. (2004). National innovation systems: Theory and practice of formation. Moscow, Abeliya, 186 p. (in Russian).]
- Иванова Н.И. (2001). Национальные инновационные системы // Вопросы экономики. № 7. С. 59–70. [Ivanova N.I. (2001). National innovation systems. *Voprosy Ekonomiki*, no. 7, pp. 59–70 (in Russian).]
- Иванова Н.И. (2002). Инновационная система России в глобальной экономике // Инновации. № 4. С. 19–20. [Ivanova N.I. (2002). An innovation system of Russia in the global economy. *Innovations*, no. 4, pp. 19–20 (in Russian).]
- Иванова Н.И. (2005). Наука в национальных инновационных системах // Инновации. № 3. С. 55–59. [Ivanova N.I. (2005). Science in national innovation systems. *Innovations*, no. 3, pp. 55–59 (in Russian).]
- Ицкович Г. (2010). Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. 238 с. [Etzkowitz H. (2010). The triple helix: University–industry–government innovation in action. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics Publishing House, 238 p. (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2010). Развитие теории экономических систем и её применение в корпоративном и стратегическом управлении / Препринт #WP/2010/269. М.: ЦЭМИ РАН. 59 с. [Kleiner G.B. (2010). The development of the economic systems theory and its applications on corporate governance and strategic management. Preprint # WP/2010/269. Moscow, CEMI RAS, 59 p. (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2011а). Новая теория экономических систем и ее приложения // Вестник Российской академии наук. Т. 81. № 9. С. 794–811 [Kleiner G.B. (2011a). A new theory of economic systems and its applications. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 81, pp. 516 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2011б). Системная организация экономики и концепция российской модернизации // Экономика образования. № 3. С. 34–41. [Kleiner G.B. (2011b). System organization of the economy and the concept of Russia's modernization. *Economics of Education*, no. 3, pp. 34–41 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2015а). Исследовательские перспективы и управленческие горизонты системной экономики // Управленческие науки. Т. 5. № 4. С. 7–21. [Kleiner G.B. (2015a). Research prospects and management horizons of system economics. *Management Sciences in Russia*, vol. 5, no. 4, pp. 7–21 (in Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2015б). Государство – регион – отрасль – предприятие. Каркас системной устойчивости экономики России. Ч. 2 // Экономика региона. № 3. С. 9–17. [Kleiner G.B. (2015b). State – region – field – enterprise: Framework of economics system stability of Russia. Part 2. *Economy of Region*, no. 3, pp. 9–17 (in Russian).] DOI: 10.17059/2015-3-1
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А. (2017). Системная сбалансированность экономики. М.: Издательский дом «Научная библиотека». 320 с. [Kleiner G.B., Rybachuk M.A. (2017). System balance of the economy. Moscow, Publishing house “Scientific library”, 320 p. (in Russian).]
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А. (2019). Системная сбалансированность экономики России: региональный разрез // Экономика региона. Т. 15. № 2. С. 309–323. [Kleiner G.B., Rybachuk M.A. (2019). System balance of the Russian economy: regional perspective. *Economy of Region*, vol. 15, no. 2, pp. 309–323 (in Russian).] DOI: 10.17059/2019-2-1
- Окрепилов В.В. Перспективы развития стандартизации как инструмента инновационного развития // Проблемы прогнозирования. 2013. № 1. С. 52–62. [Okrepilov V.V. (2013). Development prospects of standardization as a tool for innovative development. *Studies on Russian Economic Development*, no. 1, pp. 52–62 (in Russian).]
- Полтерович В.М. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. 2009. № 2. С. 3–18. [Polterovich V.M. (2009). The problem of creating a national innovation system. *Economics and Mathematical Methods*, no. 2, pp. 3–18 (in Russian).]

- Рыбачук М.А. (2016). Системный взгляд на взаимодействие науки, государства, образования и бизнеса // Форсайт «Россия»: новое производство для новой экономики. Т. 3: сборник материалов Санкт-Петербургского международного экономического конгресса (СПЭК-2016) / под общ. ред. С.Д. Бодрунова. М.: ИНИР, Культурная революция. С. 240–246. [Rybachuk M.A. (2016). System view on the interaction of science, the state, education and business. *Foresight Russia: A new production for the new economy*. Vol. 3: Proceedings of the St. Petersburg international economic Congress (SPEC-2016). Ed. by S.D. Bodrunov. Moscow, INIR, Cultural Revolution, pp. 240–246 (in Russian).]
- Рыбачук М.А. (2020). Фенотип продуктов цифровой экономики: анализ с позиции системной экономической теории // Журнал экономической теории. Т. 17. № 1. С. 164–175. [Rybachuk M.A. (2020). Phenotype of digital economy products: analysis from position of systemic economic theory. *Russian Journal of Economic Theory*, vol. 17, no. 1, pp. 164–175 (in Russian).]
- Самоволева С.А. (2019). Проблемы формирования национальной инновационной системы: возможности и ограничения взаимодействия бизнеса и науки // Управление наукой: теория и практика. Т. 1. № 2. С. 70–89. [Samovoleva S.A. (2019). Challenges for developing national innovation systems: The possibilities and limitations of business and science cooperation. *Science Management: Theory and Practice*, vol. 1, no. 2, pp. 70–89 (in Russian).]
- Сергеев В.М., Алексеенкова Е.С., Нечаев В.Д. (2008). Типология моделей инновационного развития // Полития. № 4 (51). С. 6–22. [Sergeev V.M., Alekseenkova E.S., Nechaev V.D. (2008). Typology of models of innovative development. *Politeia*, no. 4 (51), pp. 6–22 (in Russian).]
- Фролов И.Э., Лебедев К.К. (2007). Оценка влияния высокотехнологичного экспорта на темпы роста и структуру российской экономики // Проблемы прогнозирования. № 5. С. 62–76. [Frolov I.E., Lebedev K.K. (2007). Assessing the impact of high-technology exports on the growth rate and structure of the Russian economy. *Studies on Russian Economic Development*, no. 5, pp. 62–76 (in Russian).]
- Bertalanffy L. von. (1956). *General System Theory. General Systems*, vol. I, pp. 1–10.
- Boulding K.E. (1956). General Systems Theory – the Skeleton of Science. *Management Science*, vol. 2, no. 3, pp. 197–208.
- Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2009) “Mode 3” and “Quadruple Helix”: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, vol. 46, no. 3/4, pp. 201–234.
- Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2012). Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. In: *Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems*. New York, Springer, pp. 1–63.
- Dosi G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, pp. 1120–1171.
- Dosi G. (1990). Finance, innovation and industrial change. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 13, no. 3, pp. 299–319.
- Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (ed.) (2019). The Global Innovation Index (GII) 2019: Creating Healthy Lives – The Future of Medical Innovation. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: Cornell, INSEAD, and WIPO, 399 p.
- Edquist C. (ed.). (1997). *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. London and Washington: Pinter / Cassell Academic. 432 p.
- Etzkowitz H. (2008). *The triple helix: University-industry-government innovation in action*. New York, Routledge, 164 p.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (1995). The triple helix of university industry-government relations: A laboratory for knowledge-based economic development. *EASST Review*, vol. 14, no. 1, pp. 14–19.
- Freeman C. (1987). Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. In: Vasko T. (ed.). *The Long-Wave Debate*. Berlin, Heidelberg, Springer, pp. 295–309.
- Freeman C. (1995). The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, no. 1, pp. 5–24.

- Hodgson G.M. (1987). Economics and Systems Theory. *Journal of Economic Studies*, vol. 14, no. 4, pp. 65–86.
- Kornai J. (1998). The System Paradigm. William Davidson Institute Working Papers Series 278. Ann Arbor (MI), William Davidson Institute at the University of Michigan, 26 p.
- Lundvall B.-Å. (1988). Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation. In: Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G., Soete L. (ed.) *Technical Change and Economic Theory*. London and New York, Pinter Publisher, pp. 349–369.
- Lundvall B.-Å. (ed.). (1992). National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London and New York: Pinter Publisher, 342 p.
- Nelson R.R. (1992). National innovation systems: A retrospective on a study. *Industrial and Corporate Change*, vol. 1, no. 2, pp. 347–374.
- Nonaka I., Takeuchi H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, Oxford University Press, 304 p.
- OECD (1997). National Innovation Systems. Paris, OECD Publishing, 48 p.
- OECD (2002). Dynamising National Innovation Systems. Paris, OECD Publishing, 100 p.
- OECD (2006). OECD Science, Technology and Industry Outlook 2006. Paris, OECD Publishing, 250 p.
- OECD (2011). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011. Paris, OECD Publishing, 208 p.
- OECD (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris, OECD Publishing, 398 p.
- OECD/Eurostat (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th ed. *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 254 p.
- Patel P., Pavitt K. (1994). National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 77–95.

- Soete L. (1987). The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered. *Research Policy*, vol. 16, no. 2–4, pp. 101–130.

Рукопись поступила в редакцию 03.12.2019 г.

A SYSTEM APPROACH TO HARMONIZATION OF THE COUNTRY MODEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

M.A. Rybachuk

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-68-83

Maxim A. Rybachuk, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; m.ribachuk@gmail.com

Acknowledgements. This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-10-00646).

One of the most common models of national innovation systems as of today is the triple helix model. Four- and five-tier constructions also exist and present an option for adapting the triple helix model to the economic conditions of different countries. In this paper, we are based on the system economic theory and propose to consider the national innovation system (NIS) of Russia as a complex of four socio-economic macro-subsystems: science, government, education, and business. In this case, science acts as a system of the object type: the government – as the environment type, education – as the process type, and business – as the project type. The interaction order and role functions of these subsystems are determined. A quantitative evaluation of the quadruple helix subsystem parity was carried out; namely, the system balance indices of the NIS of Russia for 2015–2019 were calculated. The world countries' data used to calculate the global innovation index according to the methodology of the WIPO constitute the statistical basis for the calculation. The place

of the NIS of Russia among the national innovation systems of other countries for 2019, according to two parameters: the NIS subsystems balance and the effectiveness of NIS activities, was determined. For comparison, 16 countries, divided into four groups, were selected: innovative leaders, catching-up countries, lagging countries, and outsiders. It is established that Russia belongs to the countries of the second group. It is shown that to harmonize the NIS of Russia, to increase its efficiency and move Russia to the group of leaders, it is necessary to revise the economic policy and add to it, along with increasing the efficiency of innovative activity, another goal such as improving the balance of the quadruple helix subsystems.

Keywords: global innovation index, system balance index, triple helix model, quadruple helix model, national innovation system, system economic theory, tetrad.

JEL: D83, O10, O31, O40.

Manuscript received 03.12.2019

О РАСТУЩЕЙ РОЛИ «ЗЕЛЕННЫХ» ФИНАНСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ¹

*М.В. Ершов, А.С. Танасова,
Е.Ю. Соколова*

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-83-95

В последние годы возросло число природных катаклизмов, негативно влияющих на экономику. Решение проблем, связанных с климатическими факторами, уже давно вынесено на международный уровень, и к нему подключаются различные регуляторы, реализуются многочисленные инициативы, вырабатываются международные стандарты и т.д. Изменение в производственных подходах, которое затрагивает все страны и все сферы экономики, требует масштабного финансирования, которое сопряжено со значительными рисками. Именно поэтому центральные банки 36 стран признали климатические изменения фактором финансовых рисков, ко-

© Ершов М.В., Танасова А.С., Соколова Е.Ю., 2020 г.

Ершов Михаил Владимирович, д.э.н., директор Центра денежно-кредитной политики и финансовых рынков, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия; astanasova@fa.ru

Танасова Анна Станиславовна, к.э.н., заместитель директора Центра денежно-кредитной политики и финансовых рынков, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия; astanasova@fa.ru

Соколова Елена Юрьевна, к.э.н., ведущий научный сотрудник Центра денежно-кредитной политики и финансовых рынков, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия; eusokolova@fa.ru

¹ В статье представлены результаты исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве РФ (2019).