**КРАСНОПОЛЬСКИЙ
Борис
Хананович**

Доктор экономических наук,
профессор, главный
научный сотрудник

Институт экономических
исследований ДВО РАН,
ул. Тихоокеанская, 153,
Хабаровск, Россия, 680042

**KRASNOPOLSKI
Boris
Hananovich**

Doctor of economics,
professor, chief researcher
Economic Research Institute
FEB RAS,
153, Tikhookeanskaya Street,
Khabarovsk, Russia, 680042

boriskrasno@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1549-036X

УДК 332

**ВЛИЯНИЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОБРАЗОВАНИЙ: ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ**

В статье рассматриваются проблемы изучения роли магистральной инфраструктуры как важнейшего инфраструктурного «каркаса» в формировании пространственной структуры страны и обосновываются основные закономерности её влияния на системную эффективность пространственных образований. Анализируются приёмы региональных исследований, вопросы системной сбалансированности пространственного развития, численные методы оценки эмерджентности пространственных систем, проблемы развития территорий и акваторий дальневосточной Арктики и др.

Магистральная инфраструктура, пространственное развитие России, методы и приёмы региональных исследований, системная эффективность пространственных образований, дальневосточная Арктика

**THE IMPACT OF THE MAIN
INFRASTRUCTURE ON THE EFFECTIVENESS
OF SPATIAL AND ECONOMIC FORMATIONS:
APPROACHES TO THE ASSESSMENT**

The problems of studying the role of the main infrastructure as the most important «framework» in the formation of the spatial structure of the country are considered and the main regularities of its influence on the systemic efficiency of spatial formations are substantiated. The methods of regional research, the issues of systemic balance of spatial development, numerical methods for assessing the emergence of spatial systems, the problems of development of territories and water areas of the Far Eastern Arctic, etc. are analyzed.

Main infrastructure, spatial development of Russia, methods and techniques of regional research, systemic efficiency of spatial formations, Far Eastern Arctic

Введение

Учёных давно интересовали особенности функционирования такой категории экономических систем, как *инфраструктура*; вопросы её влияния на конечные результаты развития всей системы в целом и теоретически обоснованного выделения компонентов инфраструктуры (видов деятельности, отраслей, секторов и др.) в каждой рассматриваемой системе; проблемы взаимосвязи между инвестициями в инфраструктуру и экономическим ростом и многообразием организационно-правовых и финансовых форм, связанных с созданием инфраструктурных объектов и др. [4; 5; 6; 7; 15; 18; 22; 27].

Но в последние годы произошли существенные изменения в теоретическом осмыслении этой категории, что потребовало на новом уровне знаний переосмыслить место внутренних и внешних (магистральных) элементов инфраструктуры в пространственно-хозяйственных образованиях и заново оценить роль их влияния на эффективность этих региональных систем на всех уровнях их пространственной иерархии.

Системная сбалансированность пространственного развития и приёмы исследования инфраструктуры

В общем инфраструктура – это *общесистемное понятие*, применимое при анализе систем как абиотического (неорганического, неживого), так и биотического (органического, живого) порядка. Это понятие относится к общей теории систем. *Именно инфраструктурные элементы создают своими связями между абиотическими и биотическими объектами целостную картину мира.* Это особый и весьма сложный в научном плане предмет для исследований, но именно здесь, как нам представляется, кроются те резервы и механизмы, которые связаны с устойчивостью и приспособляемостью природных процессов к достаточно сильным и подчас разрушающим внешним воздействиям природной среды и антропогенным «шокам» общественной среды, в том числе и в региональных пространственных природно-общественных системах.

Здесь необходимо сказать несколько слов о методологических подходах к такому понятию, как «система», в его классическом восприятии. Например, в [9] система определяется как множество составляющих её элементов, объединённых в целое за счёт взаимодействия элементов друг с другом, то есть за счёт отношений между ними, что обеспечивает преимущества данного конгломерата как системы в достижении его целей, которые реализуются при помощи возникающего системного эффекта. Суть этого эффекта состоит в том, что свойства системы не сводятся к простой сумме свойств её элементов, так как система как целое обладает рядом новых эмерджентных (системных, синергетических) свойств, которых не было у каждого из составляющих её элементов.

Также в этой философской статье впервые предлагаются теоретически обоснованные подходы к количественным методам, следующие из общей теории систем, которые позволяют численно оценивать влияние факторов на системы различной природы по степени возрастания или уменьшения её эмерджентности (уровня системности) и степени детерминированности. То есть здесь подмечен один очень важный факт, а именно, что *уровень системности (эмерджентности) тем выше, чем выше интенсивность взаимодействия элементов системы друг с другом, чем сильнее отличаются свойства системы от свойств входящих в неё элементов.* Если перенести этот вывод на оценку эффективности системы в целом, то её *системный эффект будет тем выше, чем значительнее отличается организация этой системы от организации каждого из множества составляющих её элементов.* Таким образом, система обеспе-

чивает тем большие преимущества в достижении целей, чем выше её уровень системности. В частности, система с нулевым уровнем системности совершенно ничем не отличается от множества образующих её элементов, то есть тождественна этому множеству и никаких преимуществ в достижении конечных целей не обеспечивает [9].

Что касается традиционных и инновационных приёмов исследования инфраструктуры, тесно связанных с проблемами системного пространственного развития, то главный вывод, который напрашивается из изучения результатов исследований последних лет в этой области, сводится к следующему. *Чисто экономический подход по известному принципу «затраты – результаты» в доминирующей в настоящее время в экономической науке неоклассической парадигме «мейнстрима» к общетеоретическому осмыслению категории инфраструктуры не является здесь, по нашему мнению, достаточно научно обоснованным и перспективным.* Феномен инфраструктуры принадлежит другому научно-экономическому направлению. Подход к исследованию инфраструктуры (подструктуры) должен строиться исходя из *системно-эволюционной парадигмы* в современном естествознании, на альтернативном направлении в современной экономической науке, в качестве которого выступает симбиоз эволюционной и системной экономических теорий (системно-эволюционная экономика). Это направление, как представляется, способно выступить в качестве методологической основы развития экономики, нацеленной на формирование инновационного типа воспроизводства современного мирового технологического уровня и уклада на базе доминирования глубоких интеграционных процессов в самоорганизации природно-экологического и социально-экономического развития пространственных образований. Основные постулаты этого направления экономической науки изложены во многих научных работах, для примера которых можно привести фундаментальные работы основоположников эволюционного подхода к анализу экономических процессов Р. Нельсона и С. Уинтера [12] и системного подхода Г. Клейнера и их последователей [2; 3].

Из этого подхода следует, что понимание роли инфраструктуры должно быть тесно связано с таким показателем развития систем, как *самоорганизация*. Она представляет собой процесс, в ходе которого создаётся, воспроизводится и совершенствуется организация сложной динамической системы и выявляются причины, по которым в определённых критических условиях она приходит к стагнации. Процессы и эффекты самоорганизации могут иметь место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и множеством элементов, связи между которыми имеют не жёсткий, а адаптивный характер, что как раз и характерно для инфраструктурных элементов. Особенность этих процессов – их целенаправленность на «выживание» системы. Эти инфраструктурные элементы обеспечивают коэволюционное единство классической триады жизни на Земле – «природа – человек – общество» – как в региональном разрезе, так и в целом.

Но здесь нужно иметь в виду, что самоорганизующиеся процессы нуждаются в масштабных изменениях на начальных стадиях их формирования, в инициации соответствующего *первичного импульса*, который вызывает создание необходимых начальных условий, а также в комплексе последующих действий, способствующих становлению и реализации воспроизводственной циклической динамики во вновь образованных пространственных системах. Возникающие эмерджентные свойства таких систем позволят им проявиться в дальнейшем в различных мультипликативных эффектах. То есть эмерджентная система должна воспроизводиться так же, как в воспроизводственных процессах циркулируют производство и рынок [11].

Не вдаваясь в весьма напряжённые научные дискуссии по поводу понятия «инфраструктура», приведём то определение, которого придерживается автор данной статьи и которое доказывалось им в ряде работ [4; 5; 24].

Итак, *инфраструктура (подструктура) пространственно-хозяйственного образования – это специфические виды деятельности, посредством которых осуществляется взаимосвязанное ресурсное, экономическое, институциональное, инновационное, научное и прочее целенаправленное обеспечение функционирования базовых элементов этого пространственного объекта по всем его сферам на муниципальном, региональном, макрорегиональном, национальном и международном уровнях и в конечной цели направленных на создание условий и механизмов устойчивого саморазвития и самоорганизации системы в целом.* Здесь специально подчёркивается *целенаправленность* деятельности инфраструктурных элементов, так как это их специфическое свойство. Инфраструктура – это далеко не только некая коммуникация, прямая связь в системном взаимодействии различных сфер региона, главное, это её *целенаправленная деятельность*, включающая специфические элементы, создающие условия развития именно для данной конкретной сферы пространственного образования, позволяющие этой сфере развиваться в направлении её специализации и роста эффективности функционирования. Она является как бы «приводным ремнём» между базовыми отраслями различных сфер региона и обеспечивающим их потребности комплексом вспомогательных производств и обслуживающих видов деятельности.

Можно выделить два основных вида каждого элемента инфраструктуры любых систем: *внутрисистемный (эндогенный) и внешнесистемный (экзогенный, магистральный).* Внутрисистемная инфраструктура *целенаправлена на обеспечение определённых групп базовых элементов* рассматриваемой системы (например, отраслей специализации региона) всеми необходимыми ресурсами для их «выживания» и дальнейшего функционирования. Внешнесистемная (магистральная) инфраструктура данного региона *практически принадлежит системе более высокого уровня* и её элементы представлены в данном локальном образовании исходя не из местных целей, а из целей системы более высокого ранга. Но для местной системы наряду с выполнением ряда рутинных отраслевых функций они выполняют весьма важную особую роль, что выражается в их *нацеленности на постоянное «прощупывание» и зондирование будущих вариантов её развития*, в приспособлении системы и её основных (базовых) элементов к возникающим новым условиям её функционирования, формирующимся на более высоком уровне.

Подчеркнём ещё раз, что понятие «инфраструктура» с теоретических позиций не может быть объяснено в неоклассической экономической науке. Как известно, данный термин был внесён в современную экономику из военной науки, где как раз в первую очередь используется *системный подход* к разработке и оценке военных стратегий. Термин «прижился» в классической экономике, его используют сейчас и учёные, и практики в различных областях экономики. Но использующие его специалисты обычно не задумываются о том, что, применяя этот термин, *они невольно переходят на другую платформу исследования, в сферу системного анализа природно-общественных процессов.*

Теоретические подходы к оценке эффективности инфраструктуры и пространственных систем

В любой случае основной критерий развития подобных систем – всё-таки их «выживаемость» по всем природным и общественным параметрам. Для достижения рациональных показателей жизнедеятельности в данной системе совсем *необязательно иметь сверхвысокие показатели её экономического развития*, тем более, если это связано с «перенагрузкой» на ряд природно-экологических параметров и ущемлением интересов подавляющей части общества, что приводит практически к «саморазрушению» природно-общественной среды обитания человечества. Главное – иметь возможность накапливать ресурсы и их резервы для адаптации

системы к новым как внешним, так и внутренним условиям её развития и существования, а также для обеспечения устойчивых воспроизводственных процессов при соблюдении разумных во всех отношениях уровнях потребления накопленных ресурсов в части как личного, так и общественного потребления [19; 20].

Если использовать декомпозиционный подход к анализу структуры природно-общественной пространственной системы, являющейся органическим конгломератом её трёх составляющих – «природа – человек – общество», то её сферы по этим составляющим можно условно подразделить на следующие:

А. Природа: Космосфера; Геосфера; Биосфера; Экологическая сфера.

Б. Человек: Физическая сфера; Духовная сфера.

В. Общество: Ноосфера; Социосфера; Экономическая сфера; Техносфера; Политическая сфера; Институциональная сфера.

Каждая из этих сфер имеет собственную инфраструктуру. И именно эти инфраструктурные элементы обеспечивают коэволюционное единство пространственной природно-общественной системы в целом. Причём роль этих инфраструктурных элементов в соответствии с принципом изоморфизма системных образований в каждой сфере в принципе идентична. Но всё-таки для каждого из этих видов инфраструктуры необходимы специфические методы анализа и синтеза, отражающие их предметную сущность, а также их влияние на промежуточные и конечные показатели функционирования каждой из сфер и изучаемой системы в её целостном виде.

Данные приёмы должны строиться на концептуальных подходах, на базе которых современные исследования по проблемам самоорганизации систем тесно связаны с соотношениями таких категорий, как *хаос (беспорядок)* и *стабильность (порядок)*. Эти категории являются понятиями двух полярных моделей организации систем: *иерархическая* и *гетерархическая*. Если иерархическая модель подразумевает отношения зависимости и эволюцию на основе организационных модификаций верхнего, внешнего для данной системы, уровня иерархии, то гетерархия подразумевает внутренние отношения взаимозависимости и эволюцию на основе адаптивной самоорганизации.

Именно инфраструктура, её внутренние и внешние (магистральные) элементы реализуют эти состояния порядка и хаоса в развитии систем. Причём *внутренние (эндогенные) элементы инфраструктуры* в основном ответственны за создание и поддержание *порядка* в системе, *внешние (экзогенные, магистральные) элементы* – за *открытость* системы, что связано с внесением определённой порции *хаоса* с экзогенного уровня, который вынуждает рассматриваемую систему к постоянному совершенствованию механизмов самоорганизации и адаптации к изменяющимся внутренним и внешним условиям. То есть иерархическая и гетерархическая модели в системоорганизации и системообразовании реализуются посредством внешних и внутренних элементов инфраструктуры, их конкретными пропорциями, динамикой и интенсивностью взаимодействий, что должно быть определено для каждого типа инфраструктуры на каждом из временных этапов процесса самоорганизации системы [21].

Конечно, любой элемент инфраструктуры выполняет и пространственные, и социально-экономические функции одновременно. Эти функции инфраструктуры взаимосвязаны и образуют целостную систему, включающую коммуникационные, интегрирующие, «размещенческие», дифференцирующие, морфологические, управленческие и другие функции, которые вызывают изменения в территориальном развитии всех регионов вне зависимости от их рангов, ведь инфраструктура, в особенности магистральная, является ведущим и «сквозным» фактором этого развития [14]. Но здесь требуется учитывать возможное изменение функций

того или другого элемента инфраструктуры в зависимости от уровня рассматриваемой региональной системы, ведь от этого зависит его социально-экономическая и пространственно-организующая роль и во внутренней связанности и однородности данной системы, и в плане её пространственной встроенности в систему рациональной организации хозяйственного развития объектов более высокого ранга [17; 21; 24; 26].

Условно можно представить роль внутрисистемных (эндогенных) и внешнесистемных (экзогенных, магистральных) элементов инфраструктуры на [рисунке 1](#). Ранжирование региональных пространственно-хозяйственных систем проведено по известному в практике критерию масштабности территорий, используемому практически во всех и научных, и административных подходах. Стрелками разных масштабов отображён нарастающий системный эффект экзогенной (магистральной) инфраструктуры при движении от первичных региональных объектов к более высоким рангам пространственных образований.

Рис. 1. Уровни объектов пространственно-хозяйственного развития с инфраструктурными эндогенными (внутренними) и экзогенными (внешними, магистральными) элементами

Источник: составлено автором.

В качестве эмпирического доказательства представленных выше утверждений можно сослаться на научную работу [1], в которой автор на основании проведённого обширного анализа теоретических и эмпирических исследований влияния развития инфраструктуры на экономический рост регионов выявил широкий диапазон традиционных экономических оценок. Основной целью представленного исследования была оценка влияния крупного инфраструктурного проекта строительства нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» на экономический рост страны и Дальневосточного макрорегиона, для которого он является элементом внешнесистемной (магистральной) инфраструктуры. Методологией этого исследования послужила

совокупность методик проектного анализа (анализ издержек и выгод, традиционный принцип «затраты – результаты»), а также подход к исследованию экономики страны в пространственном и межотраслевом разрезе, основанный на применении оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели и эконометрического анализа.

В результате исследования при помощи этих эконометрических методов была проанализирована потенциальная ёмкость рынка в основных странах – контрагентах РФ в Азиатско-Тихоокеанском регионе (КНР, Республике Корея, Японии), представлен прогноз возможных объёмов потребления ими нефти и получена комплексная оценка экономической эффективности инфраструктурного проекта при помощи дополнительного учёта налогового и косвенного (выраженного в приросте конечного продукта) эффектов, возникающих при его реализации. В исследовании сделан вывод, что *вклад проекта нефтепровода как магистрального элемента инфраструктуры в экономическое развитие Дальневосточного федерального округа несущественен. Этот вклад гораздо более значим в развитие страны как системы более высокого пространственно-хозяйственного ранга, чем в развитие этого региона* [1].

О чём говорит это вполне научно обоснованное исследование, выполненное в рамках традиционного подхода классического «мейнстрима» по принципу «затраты – результаты»? О том, что данный подход показал лишь чисто *отраслевую экономическую* выгоду строительства и функционирования нефтепровода, которая для Дальнего Востока практически несущественна. Но при таком подходе и не может быть другого результата. Ведь выгода создания этого магистрального элемента инфраструктуры для региона имеет *не экономическую природу, а пространственно-системную*, и она заключается в том, что при содействии этого магистрального элемента Дальний Восток был в ещё *большей мере включён в пространственную систему страны* и её международные отношения в мегарегионе (Азиатско-Тихоокеанском регионе и Северо-Восточной Азии) и получил, несмотря на его транзитную роль в этом плане, существенную *системную выгоду*. То есть эффект здесь важен *не чисто экономический, а системный*, который, наряду с определённым отраслевым эффектом на региональном уровне, проявился в гораздо большей степени на уровне *системы более высокого ранга* – страны, что и характерно для эффекта магистральной инфраструктуры.

Эту же ситуацию подтверждают и исследования зарубежных учёных. Например, при оценке влияния транспортных коммуникаций на конечную эффективность регионов ряд авторов [23; 25], не отрицая определённой значимости подхода «затраты – результаты», подчёркивают снижение частоты его использования в этих целях по причине его недостатков. В своих работах они обращают внимание на противоречивость метода, что связано с рядом проблем в области оценки временных и пространственных параметров транспортных потоков на базе создающихся элементов инфраструктуры, в особенности магистральной; сложностью взаимосвязанной оценки эффектов транспортной отрасли на локальном, региональном и национальном уровнях и др.

В некоторых работах [16], например, утверждается, что, используя метод «затраты – результаты», невозможно установить какую-либо тесную связь между инвестициями в развитие транспортной инфраструктуры и экономическим ростом в регионе. Авторы использовали метод оценки «затраты – результаты» для исследования 95 проектов, включающих строительство автомобильных дорог, мостов и железнодорожных линий в Китае. Был сделан вывод, что этот метод оценки приводит к тому, что экономические выгоды (в особенности системные) значительной части проектов недооцениваются, в то время как затраты и риски – переоцениваются. Это в итоге приводило к отсутствию долгосрочного позитивного экономического эффекта от инвестиций в транспортную инфраструктуру, хотя в практике этот эффект имеет место.

И это понятно, так как, повторимся, данный метод экономических оценок весьма ограничен в применении к оценкам эффектов элементов инфраструктуры, в особенности магистральной, и, как выше уже отмечалось, необходимо сосредоточить серьёзное внимание на разработке методов оценки *системного влияния инфраструктуры* на конечные результаты функционирования пространственно-хозяйственных образований.

По сути, для оценок чисто отраслевых *экономических* эффектов влияния внутрирегиональных элементов инфраструктуры как отдельных видов деятельности на конечную эффективность на уровне «низовых» регионов можно использовать традиционные подходы по принципу «затраты – выпуск». Но это инструмент *косвенной оценки её системного эффекта*. Для оценки же именно *системных* эффектов влияния магистральной инфраструктуры на рост эффективности пространственных систем более высокого ранга при формировании более крупных макрорегионов этот традиционный метод не работает, здесь нужен именно системный подход.

Автору данной статьи не удалось найти в научной литературе какие-либо относительно адаптированные к практическому использованию количественные методы оценки эмерджентности (системности) пространственно-хозяйственных образований с учётом действия их структурных (в том числе инфраструктурных) элементов. Иметь такую расчётную методику весьма важно, ведь в таких системах уровень этой «системности» зависит в первую очередь от развития и внутренних, и внешних (магистральных) элементов инфраструктуры, которые «оживляют» систему, обеспечивая движение различного рода ресурсов по инфраструктурным «артериям» для базовых и прочих отраслей, находящихся практически в стационарном «спящем» состоянии. В связи с отсутствием таких количественных методов автором предпринята попытка в данной статье хотя бы логически описать возможные подходы к подобным оценкам.

Численные подходы к оценке эмерджентности системы

За основу здесь принят методический подход, который используется в обобщённом виде для математического отображения любых системных объектов и процессов. Так, оценка некой комплексной эффективности системы любого рода сводится к установлению функциональных зависимостей вида [13]:

$$\Xi(t) = F[X(t), Y_x(t), Z(t)]/V(t), \quad (1)$$

где $\Xi(t)$ – множество количественных показателей эффективности системы, $X(t)$ – множество компонентов системы (её состав), $Y_x(t)$ – множество характеристик компонентов системы, $Z(t)$ – множество отношений, связей и взаимодействий компонентов системы между собой (структура системы), $V(t)$ – множество характеристик среды, влияющих на функционирование системы, t – время.

По сути, системная эффективность здесь определяется соотношением уровня системной организации изучаемого объекта с уровнем системной организации объекта более высокого ранга (внешней среды), в составе которого он функционирует¹.

Если использовать данную формулу для оценки системной эффективности пространственно-хозяйственных образований, то, как вытекает из формулы, инфраструктурные составляющие просто как *самостоятельные отрасли или виды деятельности* (например, транспорт,

¹ Здесь нужно оговориться, что в приведённом общем виде данная формула несёт скорее некий познавательный смысл, нежели является конкретным расчётным инструментом, так как недостаточно ясно (и автор [13] не даёт по этому поводу соответствующих объяснений), каким образом и из каких источников могут быть получены численные данные по всем входящим в неё показателям.

энергоснабжение, коммуникационные услуги и др.) в числе других отраслей данной системы могут быть отображены в параметрах $X(t)$ и $Y_x(t)$. Что же касается параметра $Z(t)$, в котором отражается структура системы со всеми отношениями, связями и взаимодействиями компонентов системы между собой, то здесь можно отобразить эти виды деятельности уже как элементы *внутренней инфраструктуры*, «стягивающие» своими коммуникационными свойствами другие компоненты системы в единое целое. Если говорить о внешних (магистральных) относительно данной системы инфраструктурных элементах, то их особенности можно отобразить в параметре $V(t)$, фиксирующем множество характеристик окружающей данную систему среды, одной из составляющих которой является магистральная инфраструктура.

Тогда с учётом этих дополнений формула оценки системной эффективности пространственно-хозяйственных образований может быть модифицирована следующим образом:

$$\Xi(t) = (F[X(t), Y_x(t), Z(t)[Id(t)]] / (V(t)[If(t)]), \quad (2)$$

где $\Xi(t)$ – множество количественных показателей эффективности системы, $X(t)$ – множество компонентов системы (её состав, включая внутренние инфраструктурные элементы как отрасли), $Y_x(t)$ – множество характеристик компонентов системы (включая характеристики внутренних инфраструктурных элементов как отраслей), $Z(t)$ – множество отношений, связей и взаимодействий компонентов системы между собой (структура и инфраструктурные коммуникационные взаимоотношения системы), $Id(t)$ – внутренняя инфраструктура с показателями её связующей роли, $V(t)$ – множество характеристик среды, влияющих на функционирование системы, $If(t)$ – внешняя инфраструктура (магистральная) с показателями её влияния на систему, t – время.

То есть здесь показана зависимость параметров $Z(t)$ и $V(t)$ от составляющих систему внутренних $Id(t)$ и внешних (магистральных) $If(t)$ элементов инфраструктуры, так как, как выше было показано, система будет обеспечивать тем большие преимущества в достижении конечных целей, чем выше её уровень системности, который в прямой степени зависит от коммуникативных свойств элементов инфраструктуры.

Конечно, такой подход к составлению подобной модели в практическом плане весьма сложен и в информационном наполнении, и в эмпирических расчётах. Модель потребует специальных обследований объектов изучения и сбора информации, которой нет в официальной статистике. Безусловно, точные расчёты могут быть достигнуты только с использованием большого объёма натурных исследований и эмпирического материала, сбор и обработка которых потребуют значительных временных и стоимостных затрат. Сейчас трудно сказать, возможна ли её реализация даже в научной проработке, к какому классу будет относиться такая модель (в зависимости от свойств функционала F) – к классу аналитических или имитационных, детерминированных или стохастических, дискретных или непрерывных, или других моделей. Здесь данная формула представлена в качестве логической демонстрации того, как процессуально может производиться оценка системной эффективности пространственно-хозяйственных образований с учётом особенностей их структурных и инфраструктурных компонентов.

В теории моделирования в настоящее время выдвинуты новые принципы, практическое воплощение которых позволило сформировать новое научное направление, получившее название *системного моделирования* [13]. Развивается методология этого класса математического описания различного рода систем, к которому относятся математические модели с более детальным описанием пространственного строения объекта моделирования и его функциональных взаимосвязей и взаимозависимостей. Это модели с распределёнными параметрами, в которых показатели эффективности зависят не только от времени, но и от положения мо-

делируемого объекта в некоторой системе координат. Именно в данном направлении, скорее всего, нужно искать возможности модельного представления системных взаимосвязей как внутренних компонентов сложных пространственных систем, так и их внешних зависимостей с учётом роли внутренней и внешней (магистральной) инфраструктуры. Но таких моделей, от- носительно приспособленных к решению означенных задач, автору данной статьи не удалось найти в научной литературе.

В целом же относительно пространственно-хозяйственных образований можно сделать весьма важный вывод, который может выступать практически в качестве закономерности развития подобных систем: *их уровень системности (эмерджентности, синергетического эффекта) нарастает по мере движения от первичных форм пространственного развития регионов к более масштабным формам (большим системам)*. Как выше было показано, системные показатели таких образований связаны в основном с внешней (магистральной) инфраструктурой, то есть именно её развитие от первичных уровней пространственной организации к её более развитым формам и объектам *является драйвером получения стойких системных эффектов*, которые по своей сути и важности для пространственного устойчивого развития несколько не ниже традиционных экономических показателей, которые *априори* принято считать ведущими при оценке эффективности различного рода социально-экономических объектов.

И это вполне объяснимо, ведь системы по мере нарастания их масштабности до уровня так называемых больших систем начинают всё в большей степени проявлять такие свойства, как эмерджентность, синергичность и мультипликативность, в общем являющиеся их первичными фундаментальными свойствами.

Роль магистральной инфраструктуры в дальневосточной Арктике

Приведённые в данной статье соображения по подходам к разработке методологии и методики оценки системных эффектов влияния элементов инфраструктуры (в том числе магистральной) на региональное развитие, конечно, требуют дальнейших глубоких исследований. Но уже первые результаты научно-исследовательской работы в этой области позволяют по-новому оценить возможности получения системных эффектов на примере удалённых арктических районов Дальнего Востока, то есть дальневосточной Арктики. Перспективные оценки развития этих районов вытекают из разработанных прогнозов социально-экономического развития всего Дальневосточного макрорегиона [10].

В части географического районирования дальневосточных арктических территорий автор данной статьи придерживается соответствующей сетки, в которую включаются территории Чукотского автономного округа и 13 северо-арктических улусов Республики Саха (Якутия), а также прилегающие к этим территориям морские акватории исключительной экономической зоны и континентального шельфа РФ. Эти территории включают седьмой и восьмой опорные промышленные районы, входящие в стратегический план развития Арктической зоны РФ¹ (АЗРФ) (рис. 2).

Дальневосточные арктические территории и акватории как тихоокеанский «форпост» АЗРФ представляют собой декомпозиционную структуру двух субъектов РФ, разделённых по административно-экономическим критериям со своими точками и центрами локализации промышленного и социального развития. Но в настоящее время отчётливо просматриваются тенденции интеграции внешних (магистральных) элементов инфраструктуры обоих первичных

¹ Указ Президента РФ № 645 от 26 октября 2020 г. «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/566091182> (дата обращения: 06.06.2021).

региональных образований (в первую очередь транспортных и энергетических коммуникаций) на их «стыках», которая шаг за шагом вызывает всё большее взаимовлияние и взаимозависимость многих процессов в дальнейшем освоении природных ресурсов на арктических территориях этих субъектов, что может являться причиной формирования здесь нового высокоширотного пространственного образования более высокого ранга.

Рис. 2. Карта АЗРФ

Примечание. Седьмая и восьмая опорные экономические зоны в рамках АЗРФ – сектор дальневосточной Арктики в составе территорий 13 улусов Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа, а также акваторий исключительных экономических зон прилегающих морей.

Источник: [8].

Эта «скользящая» трансформация выражается в постоянном нарастании комплексного системного эффекта новой территориальной структуры за счёт развивающихся интеграционных взаимосвязей магистральных элементов инфраструктуры «низовых» регионов, хотя при расчётах внутрирегиональных экономических эффектов от этих процессов на их уровне получаются весьма скромные результаты. Здесь видно, что эти процессы диктуются общими законами развития и взаимодействия малых и больших региональных систем, о которых говорилось выше (см. рис. 1), за которыми стоят коэволюционные зависимости между элементами их магистральных инфраструктур. И эти процессы естественны, их не нужно сдерживать, руководствуясь некими местническими соображениями, они, определённо, принесут повышение комплексной системной и экономической эффективности всего вновь формирующегося пространственного образования как части «большой системы» страны – АЗРФ и связанного с этим социального обеспечения и коренного, и пришлого населения всего этого восточного «форпоста» арктического пространства России.

Это вновь формирующееся пространственное образование есть не что иное, как один из «перспективных центров экономического роста», о которых говорится в Стратегии пространственного развития РФ до 2025 г.¹

Неразвитость прежде всего транспортной и энергетической инфраструктуры является основной проблемой, которая касается обеих этих территорий и их опорных зон. Эта ситуация замедляет системное взаимосвязанное формирование и устойчивое развитие их базовых отраслей и производственного аппарата в целом. Формирование здесь элементов межрегиональной магистральной инфраструктуры (например, таких как строительство автомобильной дороги «Арктика» на участке Зелёный Мыс – Чукотский автономный округ; реконструкция портовой инфраструктуры ООО «Зеленомысский речной порт» с выходом на Северный морской путь; развитие Чаун-Билибинской энергетической системы на базе плавучей атомной теплоэлектростанции на Чукотке с обеспечением соседних территорий Якутии и создание в п. Тикси Международного центра научных исследований Арктики для комплексного изучения природной среды в восточном секторе АЗРФ и др.²) будет являться, наряду с опережающим решением транспортно-энергетической проблемы, важным драйвером повышения их совместного системного социально-экономического эффекта.

В этом отношении большое значение приобретает также полномасштабная реализация комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 г. (далее – План), утверждённого Правительством РФ³ в 2018 г. В План заложена программа развития магистральных элементов инфраструктуры, в том числе обеспечивающей формирование седьмой и восьмой опорных зон АЗРФ. Эта программа опять-таки в основном имеет отношение только к двум сферам социально-экономического развития: транспортной и энергетической, но это потому, что и в целом для всех арктических территорий они имеют приоритетный характер. Хотя если подходить к этому вопросу с общенаучных позиций, то, как выше было показано, в хозяйственной структуре регионов страны нужно выделять как минимум *двенадцать* таких сфер. На наш взгляд, мероприятия включены в План не столько по результатам оценки их экономической эффективности, сколько с учётом их функциональной системной роли в качестве драйверов активизации процессов развития производственного аппарата и решения острых социальных задач в наиболее важных локальных пунктах. Они выступают здесь в качестве магистральных опорных «стержней» (некого «каркаса»), на базе которых должна формироваться производственная и социальная структура дальнейшего социально-экономического развития страны.

¹ «Перспективный центр экономического роста» – территория одного или нескольких муниципальных образований и (или) акватория, обладающие потенциалом для обеспечения значительного вклада в экономический рост Российской Федерации и (или) субъекта Российской Федерации в среднесрочный и долгосрочный периоды (к перспективным центрам экономического роста относятся в том числе минерально-сырьевой центр или агропромышленный центр)». Источник: Распоряжение Правительства РФ № 207-р от 13 февраля 2019 г. «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463> (дата обращения: 06.06.2021).

² Указ Главы Республики Саха (Якутия) № 1377 от 14 августа 2020 г. «О Стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) на период до 2035 года». URL: <http://docs.cntd.ru/document/574612682> (дата обращения: 06.06.2021).

³ Распоряжение Правительства РФ № 2101-р от 30 сентября 2018 г. «О комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года». URL: <http://government.ru/docs/34297/> (дата обращения: 06.06.2021).

Заключение

Итак, обсуждаемые в данной статье методологические и методические подходы к оценке влияния магистральной инфраструктуры на эффективность пространственно-хозяйственного развития на различных уровнях региональных систем показывают, что существует острая необходимость их дальнейшей научной проработки. Это вызвано многими причинами, среди которых можно на первый план поставить ускоряющиеся тенденции в нашей стране на переход от довлеющего в экономике сырьевого направления развития к индустриальному типу формирования новой экономической структуры. Это потребует серьёзных и весьма существенных преобразований всего производственного аппарата в его региональном разрезе, что тесно связано с более глубоким пониманием процессов в оценке эффективности регионов, *на первый план которых на этом этапе выйдет, скорее всего, именно системная, а не чисто экономическая их эффективность*. Ускоренное создание сети «сквозных» магистральных коммуникаций, реализуемых магистральной инфраструктурой, которые должны пронизывать все уровни пространственно-хозяйственной организации развития страны и формировать достаточно тесно функционирующие воспроизводственные циклы и цепочки, становится первоочередной задачей в период перехода к новым этапам научно-технического прогресса и технологического уклада в нашем обществе. Учитывая огромную территорию нашей страны, крайне неравномерное распределение производительных сил и практическое отсутствие работающей методики оценки системных эффектов применительно к различным уровням пространственно-хозяйственных образований, эта задача видится как сверхтрудная.

Что касается усиления внимания к формированию пространственного образования дальневосточной Арктики, которая имеет большое значение не только как перспективный сырьевой источник в освоении российской части арктического бассейна, но и как восточный трансграничный «форпост» АЗРФ в тихоокеанской Арктике, то необходимость этого недавно на пресс-конференции после окончания саммита России и США в г. Женеве подчеркнул Президент РФ В. Путин: «Я сказал нашим коллегам, что не вижу здесь никакой озабоченности, напротив, я глубоко убеждён, что мы можем сотрудничать – и должны сотрудничать – по этому направлению. Россия и Соединённые Штаты являются одним из 8 членов Арктического совета, Россия председательствует в этом году в Арктическом совете. И больше того, между Аляской и Чукоткой ещё, как известно, проходит известный пролив. С одной стороны США, с другой стороны – Россия. Всё это вместе должно подталкивать нас к объединению усилий»¹. Российский президент убеждён, что РФ и США должны и могут сотрудничать в Арктике. И здесь, конечно же, научные проблемы формирования этих арктических пространственных образований выходят на первый план.

Список литературы

1. Гулакова О.И. Оценка влияния крупных инфраструктурных проектов на развитие регионов (на примере проекта ВСТО) // Мир экономики и управления. 2019. Т. 19. № 1. С. 76–88. <http://dx.doi.org/10.25205/2542-0429-2019-19-1-76-88>
2. Клейнер Г.Б. Новая теория экономических систем и её приложения // Журнал экономической теории. 2010. № 3. С. 41–58.
3. Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А. Системная сбалансированность экономики России: региональный разрез // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 2. С. 309–323.

¹ Путин рассказал об обсуждении с Байденом темы Арктики. URL: https://1prime.ru/state_regulation/20210616/833950874.html (дата обращения: 18.06.2021).

4. *Краснопольский Б.Х.* Инфраструктура Арктики: новые вызовы, новые подходы и решения // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2016: материалы VIII Международной научно-практической конференции (Апатиты, 14–16 апреля 2016 г.) / под общ. ред. Е.П. Башмаковой, Е.Е. Торопушиной. Апатиты: ИЭП КНЦ РАН, 2016. С. 80–86.
5. *Краснопольский Б.Х.* Инфраструктура в системе регионального хозяйственного комплекса Севера: методические особенности исследования / Отв. ред. Э.Б. Алаев. М.: Наука, 1980. 145 с.
6. *Кузнецова А.И.* Инфраструктура. Вопросы теории, методологии, прикладные аспекты современного инфраструктурного обустройства. Геоэкономический подход. М.: КомКнига, 2013. 456 с.
7. *Ланцов А.Е.* Инфраструктура: понятие, виды и значение // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 3. С. 49–54.
8. *Лукин Ю.Ф.* Арктические проекты межрегиональной интеграции // Арктика и Север. 2013. № 13. С. 14–32.
9. *Луценко Е.В.* Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2006. № 05 (021). С. 355–374. URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf> (дата обращения: 06.06.2021).
10. *Минакир П.А., Прокапало О.М.* Экономика Дальнего Востока России: состояние и перспективы // Регионалистика. 2017. Т. 4. № 3. С. 48–56. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2017.3>
11. *Мусаев Л.А.* Оценка синергетического эффекта экономических систем // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2011. № 3. С. 132–137.
12. *Нельсон Р.Р., Уинтер С.Дж.* Эволюционная теория экономических изменений. М.: Дело, 2002. 535 с.
13. *Новосельцев В.И.* Системный анализ: современные концепции. Воронеж: Издательство «Кварт», 2003. 360 с.
14. Региональная экономика: вызовы, приоритеты, стратегические ориентиры / под ред. Я.П. Силина. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2017. 327 с.
15. *Agénor P.-R.* A Theory of Infrastructure-Led Development // Journal of Economic Dynamics and Control. 2010. Vol. 34. Issue 5. Pp. 932–950.
16. *Ansar A., Flyvbjerg B., Budzier A., Lunn D.* Does Infrastructure Investment Lead to Economic Growth or Economic Fragility? Evidence from China // Oxford Review of Economic Policy. 2016. Vol. 32. № 3. Pp. 360–390.
17. *Aschauer D.* Is Public Expenditure Productive? // Journal of Monetary Economics. 1989. Vol. 23. Issue 2. Pp. 177–200.
18. *Buhr W.* What is Infrastructure? URL: <https://www.wiwi.uni-siegen.de/vwl/repec/sie/papers/107-03.pdf> (дата обращения: 06.06.2021).
19. *Carlsson R., Otto A., Hall J.W.* The Role of Infrastructure in Macroeconomic Growth Theories // Civil Engineering and Environmental Systems. 2013. Vol. 30. Issue 3–4. Pp. 263–273.
20. *Devarajan S., Swaroop V., Zou H.-F.* The Composition of Public Expenditure and Economic Growth // Journal of Monetary Economics. 1996. Vol. 37. Issue 2. Pp. 313–344.
21. *Gramlich E.* Infrastructure Investment: A Review Essay // Journal of Economic Literature. 1994. Vol. 32. Issue 3. Pp. 1176–1196.
22. *Jochimsen R.* Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. Tübingen: Mohr, 1966. 260 p.
23. *Jones H., Moura F., Domingos T.* Transport Infrastructure Project Evaluation Using Cost-Benefit

Analysis // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 111. Pp. 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.073>

24. Krasnopol'ski B.H. Pacific Arctic: The System-Forming Role of Infrastructure in the Sustainable Development of the Region // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020. Vol. 138. Pp. 40–47.

25. Laird J., Nash C., Mackie P. Transformational Transport Infrastructure: Cost-Benefit Analysis Challenges // Town Planning Review. 2014. Vol. 85. № 6. Pp. 709–730.

26. Ruth M. Institutional and Infrastructure System Development Information and Knowledge // Principles of Sustainable Development. 2009. Vol. 3. Pp. 79–99.

27. Torrisi G. Public Infrastructure: Definition, Classification and Measurement Issues // Economics, Management, and Financial Markets. 2009. Vol. 4. № 3. Pp. 100–124.

References

1. Gulakova O.I. Impact Assessment of Large Infrastructure Projects on Regional Development (Based on the Example of the ESPO Project). *Mir ekonomiki i upravleniya* [World of Economics and Management]. 2019. Vol. 19. No. 1. Pp. 76–88. <http://dx.doi.org/10.25205/2542-0429-2019-19-1-76-88> (In Russian)

2. Kleiner G.B. New Theory of Economic Systems and Its Applications. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii* [Russian Journal of Economic Theory]. 2010. No. 3. Pp. 41–58. (In Russian)

3. Kleiner G.B., Rybachuk M.A. System Balance of the Russian Economy: Regional Perspective. *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. 2019. Vol. 15. Issue 2. Pp. 309–323. (In Russian)

4. Krasnopol'ski B.H. Arctic Infrastructure: New Challenges, New Approaches and Solutions. In: *The North and the Arctic in the New Global Development Paradigm. Luzin Readings – 2016: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (Apatity, April 14–16, 2016)*. Ed. by E.P. Bashmakova, E.E. Toropushina. Apatity, 2016. Pp. 80–86. (In Russian)

5. Krasnopol'ski B.H. *Infrastructure in the System of the Regional Economic Complex of the North: Methodical Features of the Study*. Ed. by E.B. Alaev. Moscow, 1980. 145 p. (In Russian)

6. Kuznetsova A.I. *Infrastructure. Issues of Theory, Methodology, Applied Aspects of Modern Infrastructure Development. Geoeconomic Approach*. Moscow, 2013. 456 p. (In Russian)

7. Lantsov A.E. Infrastructure: Concept, Type and Value. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO* [Economics, Statistics and Informatics. Bulletin of Educational Methodical Association]. 2013. No. 3. Pp. 49–54. (In Russian)

8. Lukin Yu.F. The Arctic Projects of the Interregional Integration. *Arktika i Sever* [Arctic and North]. 2013. No. 13. Pp. 14–32. (In Russian)

9. Lutsenko E.V. Quantitative Measures of Increasing Emergence in the Process of the Evolution of Systems (Within the Framework of System Theory of Information). *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. 2006. No. 05 (021). Pp. 355–374. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf> (accessed 6 June 2021). (In Russian)

10. Minakir P.A., Prokapalo O.M. Economy of the Far East of Russia: State and Prospects. *Regionalistika* [Regionalistics]. 2017. Vol. 4. No. 3. Pp. 48–56. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2017.3> (In Russian)

11. Musaev L.A. Evaluation of the Synergistic Effect of Economic Systems. *Vestnik Yuzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series Socio-Economic Sciences]. 2011. No. 3. Pp. 132–137. (In Russian)

12. Nelson R.R., Winter S.G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Moscow, 2002. 535 p. (In Russian)

13. Novoseltsev V.I. *System Analysis: Modern Concepts*. Voronezh, 2003. 360 p. (In Russian)

14. *Regional Economics: Challenges, Priorities, Strategic Landmarks*. Ed. by Ya.P. Silin. Ekaterinburg, 2017. 327 p. (In Russian)
15. Agénor P.-R. A Theory of Infrastructure-Led Development. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2010. Vol. 34. Issue 5. Pp. 932–950.
16. Ansar A., Flyvbjerg B., Budzier A., Lunn D. Does Infrastructure Investment Lead to Economic Growth or Economic Fragility? Evidence from China. *Oxford Review of Economic Policy*. 2016. Vol. 32. No. 3. Pp. 360–390.
17. Aschauer D. Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*. 1989. Vol. 23. Issue 2. Pp. 177–200.
18. Buhr W. *What is Infrastructure?* Available at: <https://www.wiwi.uni-siegen.de/vwl/repec/sie/papers/107-03.pdf> (accessed 6 June 2021).
19. Carlsson R., Otto A., Hall J.W. The Role of Infrastructure in Macroeconomic Growth Theories. *Civil Engineering and Environmental Systems*. 2013. Vol. 30. Issue 3–4. Pp. 263–273.
20. Devarajan S., Swaroop V., Zou H.-F. The Composition of Public Expenditure and Economic Growth. *Journal of Monetary Economics*. 1996. Vol. 37. Issue 2. Pp. 313–344.
21. Gramlich E. Infrastructure Investment: A Review Essay. *Journal of Economic Literature*. 1994. Vol. 32. Issue 3. Pp. 1176–1196.
22. Jochimsen R. *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*. Tübingen: Mohr, 1966. 260 p. (In German)
23. Jones H., Moura F., Domingos T. Transport Infrastructure Project Evaluation Using Cost-Benefit Analysis. In: *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 111. Pp. 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.073>
24. Krasnopol'ski B.H. Pacific Arctic: The System-Forming Role of Infrastructure in the Sustainable Development of the Region. In: *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2020. Vol. 138. Pp. 40–47.
25. Laird J., Nash C., Mackie P. Transformational Transport Infrastructure: Cost-Benefit Analysis Challenges. *Town Planning Review*. 2014. Vol. 85. No. 6. Pp. 709–730.
26. Ruth M. Institutional and Infrastructure System Development Information and Knowledge. In: *Principles of Sustainable Development*. 2009. Vol. 3. Pp. 79–99.
27. Torrisi G. Public Infrastructure: Definition, Classification and Measurement Issues. *Economics, Management, and Financial Markets*. 2009. Vol. 4. No. 3. Pp. 100–124.

■ ■ ■
Для цитирования:

Краснопольский Б.Х. Влияние магистральной инфраструктуры на эффективность пространственно-хозяйственных образований: подходы к оценке // Регионалистика. 2021. Т. 8. № 3. С. 56–71. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2021.3.56>

For citing:

Krasnopol'ski B.H. The Impact of the Main Infrastructure on the Effectiveness of Spatial and Economic Formations: Approaches to the Assessment. *Regionalistica* [Regionalistics]. 2021. Vol. 8. No. 3. Pp. 56–71. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2021.3.56> (In Russian)