

**Экономика Северо-Запада:
проблемы и перспективы развития
№ 2(65) 2021 год**

Основан в 1998 г.

Учредитель:

ФГБУН «Институт проблем региональной
экономики РАН»

Издатель:

ФГБУН «Институт проблем региональной
экономики РАН»

Главный редактор

В. В. Окрепилов,
доктор экономических наук, академик РАН,
научный руководитель ФГБУН Института
проблем региональной экономики РАН

Заместители главного редактора

Ю. А. Антохина, С. В. Кузнецов, А. Д. Шматко

Ответственный секретарь

Е. Б. Костяновская

Редакционный совет

А. Г. Аганбегян, Л. А. Аносова, Ю. А. Антохина,
А. А. Анфиногентова, А. Р. Бахтизин, С. Д. Валентей,
И. И. Елисеева, В. В. Иванов, В. А. Ильин, В. Л. Квинт,
А. Д. Некипелов, А. А. Оводенко, Б. Н. Порфирьев,
В. А. Цветков, А. Д. Шматко

Редакционная коллегия

К. Ю. Борисов, А. С. Будагов, Б. М. Гринчель,
С. А. Иванов, Е. Б. Костяновская, С. В. Кузнецов,
Л. А. Лосин, И. А. Максимцев, Т. В. Морозова,
В. Т. Перекрест, Г. Л. Сафарова, С. В. Федосеев,
А. Д. Шматко

Редакторы *О. Ю. Багиева, С. В. Денисова*
Компьютерная верстка *Н. Н. Караваевой*

Подписано к печати 05.10.21. Формат 60 × 84 1/8.
Уч.-изд. л. 18,2. Усл. печ. л. 17,7. Тираж 1000 экз. (1-й завод 100 экз.) Заказ № 438.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67

Научный и общественно-политический журнал

Журнал издается при научно-методическом
руководстве Отделения общественных наук
Российской академии наук

Издание перерегистрировано
в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор):
ПИ № ФС77-76329 от 26 июля 2019 г.

Периодичность издания: 4 номера в год

Журнал «Экономика Северо-Запада: проблемы и
перспективы развития» входит в Перечень пери-
одических научных изданий, рекомендуемых ВАК
для публикации основных результатов диссертаци-
он на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук 08.00.00
Экономические науки.

Страницы журнала открыты для дискуссионных
материалов; его содержание не обязательно отра-
жает точку зрения учредителя и редакции.

Перепечатка публикаций из журнала «Экономика
Северо-Запада: проблемы и перспективы разви-
тия» в зарубежные издания допускается по согла-
сованию с редакцией.

Ссылка на журнал «Экономика Северо-Запада: про-
блемы и перспективы развития» обязательна.

Адрес редакции: 190013, Санкт-Петербург,
ул. Серпуховская, д. 38
Институт проблем региональной экономики РАН
Тел.: (812) 316-69-22
E-mail: info@iresras.ru
www: econ-spb.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Слово главного редактора.....	3
К читателям	4
Экономические и социальные тренды устойчивого развития современного общества	
Аганбегян А. Г. НОВЫЕ ТРЕНДЫ В КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ 2020–2021 ГГ.	5
Иванов В. В. ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ.....	20
Окрепилов В. В. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БАЗОВЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	26
Котов А. И. НА ПУТИ К ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ.....	35
Гагулина Н. Л. РЕГУЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ НАУКОЕМКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ.....	51
Формирование транспортных систем и социально-экономическое развитие городских агломераций	
Коль О. Д. ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КРУПНОГО ГОРОДА КАК ЦИФРОВАЯ БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМА	58
Капский Д. В., Семченков С. С., Кот Е. Н. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА.....	66
Калмыков М. Ю. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНУТРИГОРОДСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	78
Булычева Н. В., Лосин Л. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА УСЛОВНОЙ СЕТИ	86
Свириденко М. В. ПОЛИЦЕНТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАК АКТУАЛЬНЫЙ ТРЕНД РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ....	93
Солодилев В. В. СЕКТОРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПЕТЕРБУРГСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	101

CONTENTS

Foreword from the Editor-in-Chief	3
To the Readers.....	4
Economic and social trends of sustainable development of modern society	
Aganbegyan A. G. NEW TRENDS IN THE CRISIS SITUATION 2020–2021	5
Ivanov V. V. PROBLEM OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT MANAGEMENT IN CONDITIONS OF THE GLOBAL TRANSFORMATION	20
Okrepilov V. V. DEVELOPMENT STRATEGY OF BASIC ECONOMIC BRANCHES OF ST. PETERSBURG	26
Kotov A. I. ON THE WAY TO AN INNOVATIVE ECONOMY: PROSPECTS AND CHALLENGES.....	35
Gagulina N. L. REGULATION IN MANAGEMENT OF HIGH-TECH INDUSTRIES.....	51
Formation of transport systems and socio-economic development of urban agglomerations	
Kol' O. D. TRANSPORT AND LOGISTICS COMPLEX OF A LARGE CITY AS A DIGITAL BUSINESS ECOSYSTEM	58
Kapsky D. V., Semchenkov S. S., Kot E. N. ORGANIZATION OF ROAD TRAFFIC TAKING INTO ACCOUNT ELECTRIC ROUTE PASSENGER TRANSPORT.....	66
Kalmykov M. Yu. JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF INTRA-CITY RAILWAY COMMUNICATION ON THE EXAMPLE OF THE ST. PETERSBURG AGGLOMERATION	78
Bulycheva N. V., Losin L. A. MODELING OF THE MUNICIPAL TRANSPORT SYSTEM ON THE BASIS OF PASSENGER FLOWS FORMED ON A CONDITIONAL NETWORK.....	86
Sviridenko M. V. POLYCENTRIC MODEL OF SPATIAL DEVELOPMENT OF AGGLOMERATION AS AN ACTUAL TREND IN THE DEVELOPMENT OF MODERN MEGAPOLISES	93
Solodilov V. V. SECTORAL SPECIAL FEATURES OF TERRITORIAL DEVELOPMENT OF PETERSBURG CITY AGGLOMERATION.....	101

Мягков В. Н. ПЕТЕРБУРГСКАЯ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ) ШКОЛА АНАЛИЗА ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ.....	113
Старшов Е. Д., Соколова Е. В. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ГОРОЖАН (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)	123
Радущинская А. И., Камнев М. А. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ И АГЛОМЕРАЦИЙ НА ПРИНЦИПАХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ.....	136
Дудкин Е. П., Абужваид Х. А. М., Лосин Л. А. ТЕСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПЕТРОЗАВОДСКА)	145
Сведения об авторах	151

Myagkov V. N. PETERSBURG (LENINGRAD) SCHOOL OF PASSENGER TRANSPORT FLOW ANALYSIS AND PROBLEMS OF ITS MODERN DEVELOPMENT.....	108
Starshov E. D., Sokolova E. V. FACTORS FORMING CITIZENS' TRANSPORTATION BEHAVIOR: THE CASE OF ST. PETERSBURG	118
Radushinskaya A. I., Kamnev M. A. URBAN SPATIAL DEVELOPMENT BASED ON ECOLOGICAL-ECONOMIC AND SOCIAL-ECOLOGICAL PRINCIPLES.....	131
Dudkin E. P., Abujwaid H. A. M., Losin L. A. TESTING THE EFFECTIVENESS OF THE STREET NETWORK OF CITIES (ON THE EXAMPLE OF PETROZAVODSK)	140
Information about authors.....	146

СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Этот номер журнала предлагает вам познакомиться с материалами Международной научной конференции «Экономические и социальные тренды устойчивого развития современного общества». Вместе с Институтом проблем региональной экономики Российской академии наук организаторами выступили Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП).

Проведение Конференции подчеркивает исключительную важность рассмотрения актуальных проблем устойчивого развития в сложных условиях современной России. Продолжающаяся пандемия привела к необходимости решения многих новых задач в организации научной и производственной деятельности. При этом стало понятно, что мы имеем дело не с краткосрочным периодом, в условиях пандемии предстоит жить и работать достаточно длительное время.

В таких обстоятельствах особое значение имеет обмен мнениями, опытом организации всех процессов с учетом возникших ограничений и осложнений в осуществлении прямых контактов между людьми. На основе взаимодействия формируются новые компетенции, происходит обмен знаниями, возникают уникальные навыки и способности. Умение адаптировать их к постоянно меняющимся условиям деятельности, высокая квалификация становятся ведущим производственным ресурсом, главным фактором материального достатка и общественного статуса личности и организации. Инвестиции в интеллектуальный капитал превращаются в наиболее эффективный способ размещения ресурсов.

Неслучайно нынешняя конференция вызвала повышенный интерес, заметно выросло число ее участников, прежде всего за счет использования дистанционных цифровых ресурсов.

Сегодня мы стоим перед необходимостью создания такой системы взаимосвязи теоретической науки, практики и образования, которая была бы способна вырабатывать и воплощать в жизнь научно-технические идеи, способствуя тем самым инновационному развитию страны.



Думаю, что представленные на конференции доклады способствовали движению по этому пути и построению в России экономики на базе генерации, распространения и использования знаний. Доклады были насыщены актуальными наблюдениями и предложениями по организации работы вузов, учреждений науки и производственной деятельности на высокотехнологичных предприятиях.

На основе докладов подготовлены статьи, раскрывающие суть главных тезисов и выводов этих выступлений. Я уверен, что представленные на страницах журнала статьи имеют научную значимость как для экономической теории в целом, так и для решения насущных проблем социально-экономического развития, прежде всего выработки научно обоснованных рекомендаций по повышению устойчивости развития предприятий и организаций в новых условиях.

Надеюсь, что знакомство с материалами будет для вас интересным, полезным и плодотворным.

*Главный редактор, научный руководитель ИПРЭ РАН академик РАН
В. В. Окрепилов*

К ЧИТАТЕЛЯМ

Огромный отклик от участников I Международной научной конференции «Экономика и управление наукоемкими производствами» 2020 года и значительный пул участников, собранный на конференции «Экономические и социальные тренды устойчивого развития современного общества» в нынешнем году, объясняется не только значительным интересом к тематике нашего форума, но и острой необходимостью налаживания глобального диалога по задачам и вызовам, которые перед нами поставила пандемия.

Серьезный стресс, который сегодня испытывает вся наукоемкая отрасль, заставляет нас в экстренном режиме адаптироваться к новым реалиям и максимально быстро трансформировать привычные технологические, образовательные и бизнес-процессы.

В этой ситуации главный двигатель современной экономики – человеческий потенциал, а его формирование в первую очередь обусловлено высоким уровнем подготовки будущих специалистов. Мы, безусловно, понимаем всю степень ответственности, возложенной на высшую школу, как и те последствия текущей ситуации, которые мы можем получить в краткосрочном периоде, за 5–8 лет, и которые напрямую связаны с качеством образования нынешних студентов, будущих выпускников в период пандемии.

Именно поэтому прямо сейчас мы как никогда ранее настроены на обмен практическим опытом, поиск практических решений, которые позволят не просто с достоинством выйти из сложившейся ситуации, но и перейти на новый уровень, обеспечить постоянное и непрерывное развитие наукоемких производств. За достаточно короткий период с начала пандемии в нашей стране и мире уже сложился успешный опыт проведения образовательных и научных меро-



приятий в дистанционном формате, не на словах, а на деле показавший возможности и преимущества цифровизации.

Давайте вместе анализировать имеющуюся информацию, делиться опытом, разрабатывать конкретные решения, которые все мы сможем использовать в своей деятельности, и превращать трудности в возможности. И, конечно же, давайте продолжать этот диалог – как в рамках нашей конференции, которая, я надеюсь, теперь станет ежегодной, так и с использованием других площадок и форматов. ГУАП всегда открыт к сотрудничеству!

*Ректор Государственного университета
аэрокосмического приборостроения
доктор экономических наук,
профессор Ю. А. Антохина*

УДК 338.124.4

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-5-19

Абел Гезевич Аганбегян

академик Российской академии наук
Санкт-Петербург, Россия

НОВЫЕ ТРЕНДЫ В КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ 2020–2021 ГГ.

Аннотация. Рассматриваются новые особенности коронавирусной пандемии – третья волна, повышенная смертность, неопределенность будущего в связи с новыми штаммами. Неожиданный тренд – быстрое восстановление сильно снизившихся цен на нефть и газ и значительное в связи с этим увеличение экспорта. Внимание уделено также новым условиям (электрификация, углеродный след, возможность водородной энергетики и др.), определяющим здесь перспективы.

В центре внимания статьи – демографическая драма в связи со снижением рождаемости, катастрофическим ростом общей смертности в период пандемии, снижением продолжительности жизни, ухудшением здоровья людей, падением численности населения страны, что негативно сказывается на сбережении народа России. Анализируются разные последствия кризиса в России – небольшое снижение экономики и приумножение финансов и как следствие недостаточного финансирования – рекордный рост общей смертности в России и сокращение доходов и потребления в период стагнации и кризиса на 10–15%.

Исследуются возможность условий и факторы возобновления устойчивого социально-экономического роста. Предлагается осуществить финансовый форсаж по инвестициям в основной и человеческий капитал, жилищному строительству и подъему внешней торговли – как главным драйверам будущего развития. Ставка делается на технологический прорыв и подъем показателей экономической эффективности. Обосновывается необходимость для этого структурных реформ – собственности, финансовой системы, регионального управления, перехода к стратегическому планированию по примеру Китая и социальной системы.

Ключевые слова: социально-экономический рост, стагнация, кризис, «рейганомика», коронавирусная пандемия, нефтегазовый комплекс, инвестиции в основной и человеческий капитал, «экономика знаний», финансовый форсаж, сохранность народа России, демографические показатели, смертность, депопуляция, продолжительность жизни, технологическое перевооружение, структурные реформы, планирование.

Abel G. Aganbegyan

Academician of the Russian Academy of Sciences
St. Petersburg, Russia

NEW TRENDS IN THE CRISIS SITUATION 2020–2021

Abstract. The paper studies new features of Coronavirus pandemic – the third wave, increased mortality, uncertainty of future due to new strains. An unexpected trend is a rapid recovery of sharply reduced oil and gas prices and significant, therefore, increase of exports. Attention is also paid to new conditions (electrification, carbon footprint, possibility of hydrogen energy and etc.), that determine the prospects.

The article focuses on demographic drama in connection with birth rate decrease, catastrophic increase of all cause mortality during pandemic, life expectancy decrease, human health deterioration, country's population drop, that undermines the Russian people savings. Various consequences of the crisis in Russia are analyzed – a slight economy decrease and finances increase and, as a consequence of insufficient funding, record increase in total mortality in Russia and income and consumption decrease by 10–15% during the period of stagnation and crisis.

The possibility of conditions and factors of sustainable socio-economic growth resumption are investigated. It is proposed to carry out a financial boost on investments in fixed and human capital, housing construction and foreign trade rise – as the main drivers of future development. The stake is placed on technological breakthrough and economic efficiency indicators increase. The necessity of structural reforms of property, financial system, regional management, transition to strategic planning following the example of China and social system is substantiated.

Keywords: socio-economic growth, stagnation, crisis, "Reaganomics", coronavirus pandemic, oil and gas complex, investments in fixed and human capital, "Knowledge economy", financial boost, people of Russia safety, demographic indicators, mortality, depopulation, life expectancy, technological re-equipment, structural reforms, planning.

1. Коварство коронавирусной пандемии

С июня в России началась третья, достаточно мощная волна коронавирусной пандемии. Напомню, что первая волна началась с апреля

2020 г., и ее максимум – около 300 тыс. зараженных – пришелся на май. Затем, до августа-сентября численность зараженных снизилась вдвое. Это породило надежду, что пандемия сходит на нет, и правительство разработало анти-

кризисный план, где с декабря-января намечалось восстановить экономику и социальную сферу, пострадавшую от длительного, в основном двухмесячного, локдауна в России. С 1 сентября, решив, что пандемия идет на спад, все учащиеся школ, университетов и других учебных заведений начали учебный год, открылись находящиеся в локдауне продовольственные магазины, предприятия общественного питания, стали доступны с небольшими ограничениями зрелищные мероприятия, были освобождены от пропусков индивидуальные машины, не ограничивались поездки. Ослаблено было требование к ношению масок даже в транспорте. И эти ошибочные решения привели к возникновению втрое более крупной второй волны, которая стала нарастать с октября 2020 г., и в декабре достигла максимума – 850 тыс. зараженных. С января она начала спадать, и к апрелю-маю 2021 г. численность зараженных втрое снизилась и составила около 260 тыс. в месяц. Соответственно, сокращалась и смертность.

При второй волне в России локдауны не объявлялись, что объяснялось лучшей готовностью во всеоружии бороться с пандемией. Как теперь видно, это тоже было ошибочным решением. Нужно было более жестко отнестись к поведению населения в период второй волны, что сделало бы ее менее значимой и существенно сократило не только заболеваемость, но и смертность.

Для борьбы со второй волной пандемии был использован коечный фонд, переквалифицированы врачи и сестринский состав, которые до этого боролись с сердечно-сосудистыми, легочными, эндокринными и другими заболеваниями. Из-за этого стала расти смертность не только от коронавирусной инфекции, но и от сердечно-сосудистых и других заболеваний, поскольку недофинансированное российское здравоохранение не смогло эффективно работать на два фронта. Оно сосредоточило основные силы на борьбе с коронавирусом и упустило рост смертности от других патологий, по которым смертность в предыдущие годы сокращалась, а с середины 2020 г., и особенно с осени, при второй волне, стала быстро расти. В результате дополнительная смертность лиц, не болевших коронавирусом, вплотную приблизилось к числу умерших от коронавируса.

В европейских странах, США и вообще почти во всех других странах дополнительная смертность лиц, не болевших коронавирусом, составила долю в 20 и менее процентов от коронавирусной смертности. В определенной степени это связано и с более жесткими мерами против второй волны, которые приняли эти страны, и, ко-

нечно, с намного лучшим финансированием и обеспечением здравоохранения. Но когда вторая волна начала спадать, общая смертность, сохраняя свою высокую долю в общей дополнительной смертности, тоже стала снижаться. Хотя доля умерших среди зараженных коронавирусом с 1,7% среди зараженных на первых порах достигла 3–3,5%.

Отсутствие новых локдаунов и постепенная открытость, проведение широких общественных мероприятий создали благоприятные условия для возникновения третьей волны, которую многие не ждали. Она оказалась тоже очень мощной во многом из-за массового распространения в России завезенного из Индии штамма, обладающего большей заразностью. По мнению вирусологов, его контагиозность в 2–3 раза выше, чем у других штаммов коронавируса. Он хуже лечится, намного больше заражает молодых и, судя по данным, средний возраст госпитализированных с коронавирусом людей стал меньше на 10–15 лет. В июне число зараженных с 260 поднялось до 450 тыс. человек, а в июле, судя по данным его первой половины, зараженность составит около 750 тыс. По прогнозам вирусологов, для которых был разработан ряд более эффективных моделей прогнозирования, пик придется на середину сентября 2021 г.

Заметно выросла смертность от коронавируса. И хотя ежедневные сводки по заболеваемости еще не достигли максимальных значений второй волны, они поднялись до 25 тыс. в сравнении с 30 тыс. во время второй волны в сутки. Но смертность уже бьет рекорды, превысив высшие достижения смертности во время второй волны. И, по-видимому, она будет возрастать и дальше.

С июня начала увеличиваться несколько снизившаяся до этого дополнительная смертность населения, не связанная с пандемией. В последние месяцы в Россию стала проникать еще более опасная разновидность индийского штамма – «Дельта». Важно не дать ему распространиться.

Сможем ли мы принять все необходимые меры, чтобы не допустить широкого распространения в России этого более опасного штамма?

Будущее коронавирусной пандемии неопределенно. В июле ВОЗ объявила, что коронавирус обгоняет вакцинацию, и признала победу вируса в гонке с вакцинами. Поэтому надо принимать дополнительные меры. И прежде всего в России необходимы более жесткие ограничения в поведении людей, и, конечно, нужно радикально ускорить процесс вакцинации, ориентируясь на доведение уровня вакцинации населения со временем до 70%.

Ясно, что столь массовую вакцинацию мы вряд ли сможем завершить в 2021 г., ведь за полгода мы смогли вакцинировать только 13% граждан. Судя по данным министра промышленности и торговли о перспективах роста производства вакцин в России и их предполагаемого распределения, в том числе отправку в другие страны, в 2021 г. будет вакцинировано, по-видимому, не более 50% граждан. Но это не освободит нас от коронавирусной пандемии, не вернет к докризисным временам. Ведь в Англии к концу июня 2021 г. было 64% вакцинированных, а распространение индийского штамма «Дельта» увеличило зараженность до 30 тыс. человек в день, что больше, чем наблюдалось в это время в России при третьей волне (25 тыс. человек). Таким образом, чтобы покончить с пандемией, по-видимому, надо вакцинировать 70–80% населения.

На рис. 1 изображены рассматриваемые три волны пандемии коронавируса с возможными темпами преодоления третьей волны. Прогноз относительно оптимистичен, так как предполагает, во-первых, отсутствие четвертой, возможно, осенне-зимней волны, которая предсказывается рядом вирусологов; во-вторых, что не будет новых, еще более опасных штаммов; в-третьих, что наши планы по производству вакцин, предусматривающие трехкратное увеличение, будут выполнены.

На рис. 2 показаны объемы вакцинации населения в относительно крупных странах.

Как видно из рис. 2, более 50% населения вакцинировано в Канаде, Великобритании, США, Италии и Германии. Вплотную к ним приблизилась Франция. В огромном Китае с населением 1,4 млрд человек вакцинировано более 43%. Да-

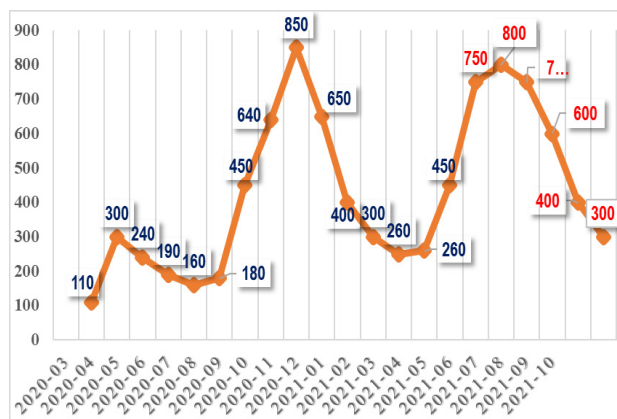


Рис. 1. Коронавирусная пандемия в России: первая, вторая и третья волны месячной заболеваемости в 2020 г. и 2021 г., тыс. человек (прогноз)

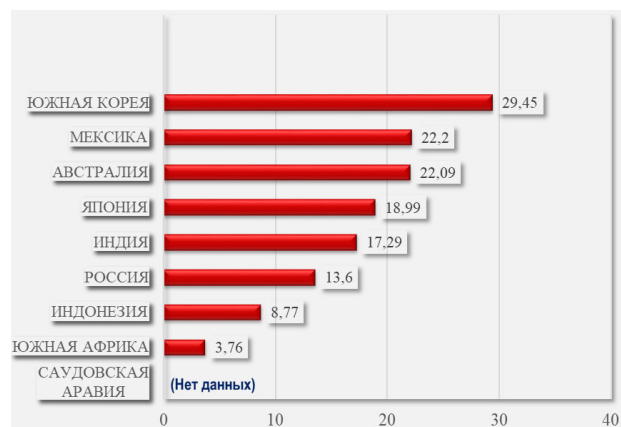
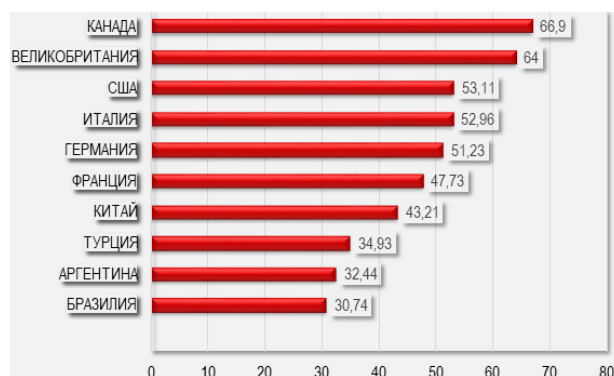


Рис. 2. Объемы вакцинации населения в относительно крупных странах

же в Аргентине и Бразилии вакцинированных около 1/3 населения, а ведь в Бразилии 211 млн человек населения. Обязательная вакцинация для ряда категорий населения, как в России, введена в Великобритании, Канаде, Китае, Австралии, Индии. А в Индонезии и Саудовской Аравии обязательная вакцинация является всеобщей. При этом для невакцинированных введены ограничения по посещению ряда организаций в США, Германии, Франции, Китае, Южной Корее. Такие ограничения есть и в отдельных регионах России.

2. Трудная дилемма борьбы с коронавирусом: либо сохранять экономику и финансы, либо заботиться о жизни и благополучии населения

Речь идет о распределении сил и средств при борьбе с коронавирусной пандемией и ее последствиями. Крайности, естественно, невозможны, и каждое государство «выбирает» для себя «золотую середину». Я поставил понятие «выбирает» в кавычки, потому что зачастую это не чет-

кий выбор, а распределение складывается под влиянием реальных процессов, которые далеко не полностью регулируются государством. Так получилось и в России. Трудно было предсказать, что случится. И составленная правительством антикризисная программа и на ее основе бюджет на 2020–2023 гг. разрабатывались и утверждались в августе – сентябре 2020 г., когда вторая волна себя еще не проявила. Предполагалось, что пандемия закончится к началу 2021 г., поэтому антикризисная программа была относительно небольшой, с расходом до 4 трлн руб., а федеральный бюджет предусматривал увеличение бюджета на 2020 г., особенно в части финансирования здравоохранения. Расходы на здравоохранение по номиналу в федеральном бюджете должны снизиться к 2023 г. по сравнению с 2020 г. на 10%, а в реальном выражении – на 20%. Также предусмотрено сокращение расходов на национальную экономику и образование.

Однако условия коренным образом изменились. В 2021 г., заболеваемость и смертность от коронавируса существенно превысят показатели 2020 г., и поэтому здравоохранение нуждается в более крупном финансировании. Сказанное относится также к динамике доходов населения, инвестиций в основной и человеческий капитал и к другим показателям. Нужен коренной пересмотр и антикризисной программы, и государственного бюджета, при этом пересмотр с позиции будущего до 2030 г. И Президент Российской Федерации В. В. Путин дал указание правительству подготовить стратегическую программу до 2030 г., в том числе издав Указ от

11 июля 2021 г. о социально-экономическом развитии России на этот период.

Пока же на сегодняшний день сложилось крайне противоречивое решение этой дилеммы. Сбережение народа, доходы и потребление граждан и драйверы социально-экономического роста (инвестиции в основной и человеческий капитал, ввод жилья и экспорт) оказались принесенными в жертву сохранению экономики и финансов. В табл. 1 показано сокращение валового внутреннего продукта и промышленности, а также ряд финансовых показателей в 2020 г.

Из табл. 1 видно, что ВВП России сократился в 2020 г. только на 3,0%, а промышленность и того меньше. Финансы страны были израсходованы в минимальной степени. Объем золотовалютных резервов вырос, превысив рекордный для России рубеж в 600 млрд долл. Дефицит бюджета в 2020 г. для кризиса был относительно небольшим, а банковские активы выросли на 12% при сохранении высокой прибыльности банков (11% в среднем) для кризисного года. По этим показателям Россия уступает из крупных стран только Китаю. В США ВВП сократился на 3,5%, государственный долг США сильно вырос, а ФРС истратила на антикризисные меры 6 трлн долл. – втрое больше, чем госбюджет.

В странах ЕС ВВП сократился на 7%. Евробанк выделил 1 трлн евро только для раздачи разным странам для борьбы с коронавирусом, не считая других затрат. Дефицит бюджета в большинстве стран составил 5–10%. Россия среди 20 крупнейших стран мира после Китая стала лидером в меньшем сокращении экономики и сохранности финансов.

Однако по показателю «сбережение населения» Россия оказалась на последнем месте среди 20 крупнейших держав, о чем свидетельствуют данные табл. 2.

Как видно из табл. 2, дополнительная смертность в России в кризисные годы, которая начала расти с мая 2020 г., за год, до апреля 2021 г. включительно, составила 499 тыс. человек, что в расчете на 1000 человек населения в 1,5 раза выше, чем в США, в 2,2 раза выше, чем в Бразилии, в 4,9 раза выше, чем в Германии. Смертность превысила рождаемость в России на 702 тыс. человек в 2020 г. В связи с этим из-за сокращения притока мигрантов до 106 тыс. человек численность населения России сократилась за год на 596 тыс. человек.

Другой важнейший показатель – «ожидаемая продолжительность жизни» – в России снизился с 73,4 лет в 2019 г. до 71,1 года в 2020 г. В других странах это снижение было в разы меньше или его не было вовсе. Разрыв между ожидаемой

Таблица 1

Экономика и финансы в кризис 2020 г.

Показатели	Прирост 2020 г. к 2019 г.
Валовой внутренний продукт	-3%
Промышленность	-2,9%
Государственный долг, в % к ВВП	19%
Золотовалютные резервы	более 600 млрд долл.
Дефицит бюджета к ВВП	3,9%
Прирост активов банков	12%
Прибыль банков	11%

продолжительности жизни в России и крупных странах Европы увеличился до 10 лет, а применительно к мужчинам – до 13 лет.

Если дополнительную смертность в России оценить по показателям Всемирного банка по стоимости человеческого капитала в России, то ущерб экономике составит около 6 трлн руб. Это вдвое выше суммы, на которую в 2020 г. сократился ВВП. Если же учесть ущерб от заболеваний, инвалидности и сокращающейся продолжительности жизни, то сумма убытка возрастет до 9 трлн руб. При этом в 2021 г. в связи с третьей волной пандемии смертность в России продолжает увеличиваться.

В жертву сохранности финансов принесены также показатели доходов и потребления населения страны. Эти показатели значительно сократились в период стагнации и еще больше снизились в кризис 2020 г. (табл. 3).

Для восстановления доходов населения необходимо повысить доходы примерно на 14%, что составляет 8 трлн руб. от фонда доходов населения. На 13% снизился розничный товароборот, а значит, и покупательная способность

граждан, без восстановления которой невозможен социально-экономический рост. Конечное потребление домашних хозяйств в стагнацию и кризис упало на 10% и тоже должно быть восстановлено. Это сокращение доходов и потребления населения оказалось самым значительным среди 20 крупнейших стран мира, представленных на мировом саммите.

Подорваны в кризис 2020 г. оказались и драйверы социально-экономического роста, что видно из табл. 4.

Валовые накопления основного капитала (расширенные инвестиции) сократились в стагнацию и в кризис на 11%. С 2008 г. в России идет отток капитала и, как видно, за 13 лет, с 2008 по 2020 г. включительно, он составил 820 млрд долл. Уменьшение инвестиций и отток капитала не позволяют нормально обновлять машины и оборудование, и они прогрессивно устаревают, из-за этого уровень технологии в России все больше отстает от уровня развитых стран. 23% машин и оборудования в России работают свыше сроков амортизации, и поэтому они все менее эффективны по сравнению с машинами

Таблица 2

Сохранность народа в 2020 г.

Показатели	2020 г.
Прирост смертности населения за год (с мая 2020 г. по апрель 2021 г.)	499 тыс. чел.
Превышение смертности над рождаемостью (депопуляция)	702 тыс. чел.
Сокращение численности населения России	596 тыс. чел.
Снижение ожидаемой продолжительности жизни	с 73,4 (2019 г.) до 71,1 года

Таблица 3

Доходы и потребление населения в период стагнации и кризиса

Показатели	Стагнация (2019 г. в % к 2013 г.)	Кризис 2020 г.	Итого
Реальные располагаемые доходы населения	-10,6	-3,5	-13,7
Конечное потребление домашних хозяйств	-2,0	-8,6	-10,4
Розничная торговля на душу населения	-9,4	-4,1	-13,1
Прирост бедного населения с доходами ниже прожиточного минимума (млн чел.)	4	1,3	5,3

Таблица 4

Драйверы социально-экономического роста в период стагнации и кризиса

Показатели	Стагнация 2019 г. в % к 2013 г.	Кризис 2020 г.	Итого
Валовое накопление основного капитала	-5,6	-4,3	9,7
Доля инвестиций в основной капитал в ВВП	21% (2012 г.)	17%	
Доля «экономики знаний» в ВВП	15% (2012 г.)	14%	
Внешняя торговля	77,5 (2012 г.)	84,7	65,7
Приток (+) и отток (-) капитала из России (млрд долл.)	-772 (2008–2019 гг.)	-48	820

и оборудованием развитых и передовых развивающихся стран и постсоциалистических стран Европы.

Другой драйвер социально-экономического роста – ввод жилья, – обладающий сильным мультипликативным эффектом влияния на темпы развития, достиг максимума в 2015 г. и в 2019–2020 гг. не восстановился. А экспорт, тоже серьезный драйвер социально-экономического роста с большим мультипликативным эффектом, снизился в 2020 г. на 1/3 по сравнению с достигнутым максимальным уровнем в 2012 г.

Все это затрудняет выход из кризиса и возобновление социально-экономического роста.

3. Демографическая катастрофа

Как известно, крупный демографический прорыв в 2006–2012 гг. благодаря осуществлению двух крупных национальных программ «Демография» и «Здоровье народа» устранил депопуляцию населения страны. В 2013–2015 гг. в России начался естественный прирост населения – рождаемость превышала смертность. Приток мигрантов в Россию обеспечил прирост населения со сниженного в период трансформационного кризиса уровня в 142,5 млн человек до примерно 147 млн человек, из которых 2,5 млн приходится на присоединенный Крым.

В 2016 г. показатели рождаемости и смертности сравнялись. А с 2017 г. начался новый демографический кризис с превышением смертности над рождаемостью – депопуляция населения, что видно по данным табл. 5.

За четыре года рождаемость в России снизилась примерно с 1,9 до 1,4 млн человек к 2019 г. Смертность в эти годы также снижалась в среднем по 30 тыс. человек в год, поэтому депопуля-

ция росла. В 2019 г. она составила 316 тыс. человек. Прирост мигрантов в 2017 г. превысил депопуляцию. И это был последний год небольшого увеличения численности населения страны. С 2018 г. размер депопуляции, напротив, превзошел положительное сальдо миграции, и численность населения немного снизилась и в 2018, и в 2019 гг.

С 2020 г. демографический кризис перерос в демографическую катастрофу с беспрецедентным увеличением смертности на 340 тыс. человек, в связи с чем в разы увеличился и размер депопуляции. Из-за сниженной миграции в период кризиса почти на 600 тыс. человек упала численность населения страны. Сохранность народа России была подорвана.

В табл. 6 перечислены причины смертности населения.

Из табл. 6 видно, что дополнительная смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, которая до этого с 2006 г. ежегодно снижалась, почти сравнялась со всей смертностью от коронавируса.

Подробные данные по смертности от коронавируса в сравнении с общей смертностью представлены в табл. 7.

В табл. 7, в частности, показывается, что смертность по данным оперативного штаба не соответствует реальной смертности по данным Росстата, на основе вскрытия пациентов и данных ЗАГСа. От коронавируса как главной причины умирает в 1,65 раза больше населения, чем по данным оперативного штаба. А всего умерших зараженных коронавирусом в 2,5 раза больше.

В 2021 г. демографическая ситуация в связи с возрастающей смертностью из-за третьей волны пандемии ухудшается. По предварительным

Таблица 5

Показатели движения населения в России
2016–2020 гг.

Показатели	Тыс. человек				
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Родившихся	1889	1690	1599	1485	1437
Умерших	1891	1824	1818	1801	2139
Депопуляция (превышение числа умерших над родившимися)	-2	-134	-219	-316	-702
Сальдо миграции	262	212	125	286	106
Население России: прирост (+), убыль (-)	260	78	-94	-30	-596

Таблица 6

Причины дополнительной смертности населения в 2020 г. по сравнению с 2019 г.

Показатели	Тыс. человек	Прирост, %
Общая дополнительная смертность	340,3	18,9
Причины дополнительной смертности:		
Коронавирус (как главная причина)	104	–
Сердечно-сосудистые заболевания	97,3	11,7
Пневмонии	34,4	в 2,4 раза
Болезни нервной системы	21,1	20,9
Эндокринные заболевания	10,4	25
Старость	17,2	20,1

Таблица 7

Дополнительная смертность в России за год (с мая 2020 г. по апрель 2021 г.), включая смертность от коронавирусной инфекции

Показатели	Тыс. человек	В % к итогу
Всего	498,7	100,0
В том числе от: COVID-19	267,4	53,6
COVID-19 как главной причины (по данным Росстата)	181,1	36,3
COVID-19 как главной причины (по данным оперативного штаба)	109,9	21,9
В 1 квартале 2020 г. смертность сократилась и начала расти с апреля – мая. Смертность от онкологии и внешних причин в 2020 г. не выросла.		

прогнозам, депопуляция приблизится к миллионной отметке, а численность населения сократится на небывалую величину, в районе 800 тыс. человек, что составит новый мировой рекорд за все времена мирной жизни. Больше людей погибло дополнительно только в годы крупнейших войн, и только в нескольких странах мира.

4. Опережающее восстановление нефтегазового комплекса в 2021 г.

Нефтегазовый комплекс в России стал сокращаться с 2014 г., когда Саудовская Аравия и страны ОПЕК начали увеличивать добычу нефти, чтобы предотвратить большой рост нефтедобычи США за счет освоения сланцевых пород при использовании новых технологий. Тогда цена на нефть со 110–115 долл. за баррель в среднем за год (это самый высокий уровень в мировой истории) сначала снизилась до 60–65 долл., а со второй половины 2015 г. и в начале 2016 г. – даже до 20–30 долл. за баррель. В 2017 г. цены стали восстанавливаться и в 2018 г. достигли максимума – 70 долл. В 2019 г. цена немного снизилась, но зато экспорт нефти возрос. В 2020 г. произошел обвал и цены (в 1,5 раза), и спроса на нефть. В 2021 г. цена на нефть стала восстанавливаться, и в первом полугодии достигла уровня 2019 г. Спрос на нефть, а значит, и экспорт, и добыча пока не восстановились (табл. 8).

Если взять весь нефтегазовый комплекс, то в 2020 г. объем и реализация нефти и нефтепродуктов сократились на 40%, природного газа –

на 50%, а угля – на 30%. В стоимостном виде это снижение нефтегазового и угольного комплекса в совокупности составило 9 трлн руб., но весь экспорт при этом сократился на 6 трлн руб. в связи с дополнительной выручкой от продажи металлов и сельскохозяйственной продукции.

Производство и экспорт углеводородного сырья играют существенную роль в социально-экономическом развитии России. Ведь нефть, нефтепродукты, газ и уголь в совокупности составляли около 70% всего экспорта. Кроме того, налоги, таможенные пошлины и обязательные взносы по нефтегазовой и угольной отрасли доходили до 45–50% доходов федерального бюджета. И только в 2020 г. они снизились до 28%, прежде всего из-за значительного падения цен. В 2021 г. они восстанавливаются по ценам, но отстают по объемам из-за сократившегося спро-

Таблица 8

Нефтяные доходы федерального бюджета, цены на нефть и ее экспорт в 2018–2021 гг.

Годы	Доходы федерального бюджета (трлн руб.)	Цена барреля нефти (долл.)	Экспорт нефти (млн долл.)
2018	9,02	70,01	257,5
2019	7,92	63,59	266,1
2020	5,2	41,73	232,4
2021	3,13	61,62	85,4

са в кризисный год более чем наполовину своего вклада в экономику страны.

В предшествующие периоды повышение цен на углеводородное сырье и увеличивающиеся объемы их производства были важным источником социально-экономического роста страны. Особенно это наблюдалось в подъем 2000-х гг., когда, по оценкам Всемирного банка и Минэкономразвития, нефтегазовый экспорт России почти наполовину обеспечил подъем экономики и социальной сферы в связи с 8-кратным увеличением цены на нефть и 6-кратным в связи с этим подъемом объемов внешней торговли, прежде всего экспорта. В последнее десятилетие роль углеводородного сырья снизилась, а при рецессии 2015 г. и кризисе 2020 г. их влияние стало отрицательным. Они тормозили наше развитие.

В 2021 г. размер этого негативного влияния постепенно сходит на нет. Цена на нефть к середине 2021 г. превысила 70 долл. за баррель. Благодаря этим дополнительным доходам Минфин объявил о профиците бюджета России на 2021 г. и стал скупать за полученные дополнительные средства евро и доллары на валютном рынке.

Каковы здесь перспективы? Они определяются тремя процессами. Во-первых, динамикой и составом энергопроизводства и потребления в мире; во-вторых, ролью России в экспорте нефти, газа и угля в связи с растущей конкуренцией и вводимыми ограничениями; в-третьих, условиями и инновациями развития этих отраслей внутри России, от чего будет зависеть их эффективность. Поговорим об этом подробнее.

Потребление первичных энергоресурсов в целом будет возрастать, во всяком случае в ближайшие 20–30 лет. Но структура их существенно изменится. Доля нефти, которая в прошлом занимала половину всех первичных энергоресурсов, снижается в последние 50 лет, и дальше будет снижаться, видимо, до 30–35% к концу 2030 гг. Доля газа, напротив, все время повышается, и благодаря его экологичности и возрастающей роли в производстве электроэнергии и тепла будет увеличиваться и приблизится к доле нефти, составив около 25%. Более резко будет повышаться роль воспроизводимых источников энергии, прежде всего ветровой и солнечной, которая превзойдет долю угля, систематически сокращающуюся, и будет догонять тренд природного газа. Примерно на одном уровне останется гидроэнергетика, и ее доля, как и доля атомной энергетики, довольно низка, измеряется первыми процентами.

С атомной энергетикой, если брать долгосрочную перспективу, есть неопределенность. Вероятно, с учетом инноваций и укрепления

ее безопасности доля атомной энергетики тоже возрастет. Хотя значительная часть населения прохладно относится к сооружению атомных электростанций, поскольку даже в такой высокотехнологичной стабильной и надежной стране, как Япония, произошла атомная катастрофа. А что можно ждать от развивающихся стран в этой связи? Также большая неопределенность связана с развитием водородной энергетики. Отдельные эксперты и ученые верят в ее стремительный взлет, а некоторые даже предсказывают, что Россия станет главным поставщиком водорода в Европу, используя газовые трубопроводы. Водород, как известно, может стать экологически безопасным сырьем для производства электроэнергии через энергохимические реакции без сгорания. Но пока этот процесс примерно в 2,5 раза дороже, чем использование других источников энергии.

Трендом на перспективу, безусловно, станет значительное снижение энергопотребления в связи с технологическим прогрессом, начиная с производства и передачи электроэнергии, и др. Особенно это касается России, где энергопотребление на единицу ВВП в 1,5–2 раза выше, чем в развитых и постсоциалистических странах. И есть большие резервы экономии. Более-менее очевидно, что со временем спрос на российскую нефть начнет сокращаться со стороны других стран. Это отражено в недавно одобренных правительством (май 2021 г.) генеральных схемах развития нефтяной и газовой промышленности до 2035 г. В схемах предусмотрено, что добыча нефти будет расти в ближайшие 6–7 лет, потом стабилизируется и начнет сокращаться. По консервативному варианту ее добыча снизится с 513 млн тонн в 2020 г. до 414 млн тонн к 2035 г. А по высокому варианту она снизится всего до 494 млн тонн. При этом в любом случае ожидается, что экспорт нефти заметно уменьшится.

Иначе обстоит дело с газом. Его производство собираются увеличить с 693 млрд кубов в 2020 г. до 838 (по минимуму) и 1048 млрд кубов (по максимуму). Эти показатели в большей мере зависят от технологического прогресса, от того, сможет ли Россия в разы увеличить сжижение природного газа, удешевив его и организовав поставку на экспорт. По нефти это зависит от внутреннего потребления, в том числе на кратное увеличение нефтехимии, по которой Россия резко отстает от других стран. Ключевым вопросом является также то, сможет ли Россия эффективно добывать сланцевую нефть, поскольку наша страна богата этими месторождениями, а также нефть на шельфе, в том числе Арктики.

Что касается цен на нефть и газ, то в связи с исчерпанием запасов и переходом к добыче на более сложных месторождениях, затраты могут вырасти. Нефте- и газодобывающая отрасли будут нуждаться в определенных льготах со стороны государства, поэтому доходы государства сократятся. В то же время большинство экспертов не ожидают существенного сокращения цен на нефть и газ.

Мне кажется, нужно исходить из того, что нефть, газ и уголь еще ряд десятилетий в экономике нашей страны будут играть существенную роль. В настоящее время доля нефтегазового комплекса в ВВП составляет 15,2%, но их вклад в экономику после 2030 г. вряд ли будет заметно расти. Да и до 2030 г. нефть и газ не станут одним из главных драйверов нашего социально-экономического развития. Нужно искать новые источники социально-экономического роста, как об этом предупредил Президент Российской Федерации В. В. Путин еще в 2016 г., выступая на Президиуме Экономического совета.

5. Главная задача – возобновить устойчивый многолетний социально-экономический рост

Как ни странно, но кризис, особенно структурный, к которому в высшей степени относится спад из-за коронавирусной пандемии, благоприятствует в ходе послекризисного подъема «перепрыгнуть» через стагнацию сразу к устойчивому и даже ускоряющемуся социально-экономическому развитию.

Как только мы покончим с пандемией, и все отрасли постепенно в полной мере возобновят свою деятельность, начнет быстро прирастать производство и доходы работающих и, конечно, средства госбюджета. В отличие от кризиса, стагнация не имеет такого встроенного механизма. Напротив, она порождает негативные тренды, тянущие экономику вниз к рецессии. Именно поэтому стагнация обычно продолжается 5–10 лет, как было в США в 1970-х – начале 1980-х гг. и в России в 2013–2019 гг., в то время как кризисы продолжаются обычно 2–3 года и почти всегда кончаются послекризисным подъемом.

Поэтому, чтобы преодолеть стагнацию, в которую мы опять с большой вероятностью можем попасть, если не подхватим и не приумножим послекризисный «отскок от дна», нужны сверхусилия. Речь идет о форсированных инвестициях в основной и человеческий капитал, в жилищное строительство и внешнюю торговлю – главные драйверы социально-экономического

роста. Сам по себе отскок от дна кризиса может, конечно, вызвать кратковременный, на 1–3 года, экономический рост, но потом опять экономика приостановится, как это было во многих странах Европы после кризиса 2008–2009 гг. и как это произошло в России после подъема в 2010–2012 гг.

Насколько трудно выйти из стагнации, свидетельствует 10-летний опыт США. Здесь стагнация началась в 1970-е гг. Какие только меры ни принимали против нее президенты Г. Форд и Д. Картер, положение не улучшалось, и их не выбрали на второй срок, что в США бывает нечасто. И только президент Рональд Рейган, сильно сократив налоги (на 703 млрд долл.) с предприятий и еще больше – с населения (подходный налог), мобилизовав инвестиции и инновации, благодаря резкому сокращению сроков амортизации и дополнительным стимулам сумел перейти к 4-процентному росту в период своего президентства, вдвое снизил инфляцию, вдвое – безработицу и на одну треть поднял доходы населения. Поэтому при массовом опросе население США назвало Рональда Рейгана лучшим президентом США всех времен, поставив его даже выше легендарных президентов Линкольна и Рузвельта.

А вот пример по России, показывающий, насколько трудно вырваться из стагнации. Цена на нефть с 41,9 долл. за баррель в 2016 г. поднялась сначала до 53 в 2017 г., а потом до 70 долл. в 2018 г., т. е. выросла почти в 1,7 раза. Вклад в экономику от этого составил 2,5 трлн руб. – 2,7% ВВП. Казалось бы, это должно привести к социально-экономическому росту. Тем более что инвестиции увеличились на 5,4% при приросте основных фондов на 4,2%. Промышленность выросла на 3,5%, розница – на 2,8%, внешнеэкономический оборот – на 17%, а финансовый результат деятельности предприятий и организаций страны подскочил на 59,8%. Но серьезного социально-экономического роста не последовало. Валовый продукт увеличился всего на 2,5%, реальные доходы – на 0,1%. А главное – это не создало условий для того, чтобы в следующем году был бы сколько-нибудь значительный рост. Наоборот, в 2019 г. темпы упали вдвое – по ВВП до 1,3%, по инвестициям – до 1,7%, а внешняя торговля даже сократилась на 2,7%. В результате стагнация продолжилась.

Рисковать сегодня нам нельзя. Второго «отскока от дна» в обозримое время не будет. А если мы не сумеем в 2022–2024 гг. выйти из стагнации, то она может продолжиться по крайней мере до 2030 г. И большинство экспертов, российских и иностранных, в этом случае пред-

сказывают глубокий разрушительный кризис в 2030-х гг. в России, который отбросит нашу страну на десятилетия назад.

Поэтому для возобновления социально-экономического роста надо действовать наверняка. И главное – вместо фискального подхода, накопительства, профицита перейти к финансовому форсажу для драйверов социально-экономического роста, начав увеличивать ежегодно на 10–15% инвестиции в основной капитал, сферу «экономики знаний» (НИОКР, образование, информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии и здравоохранение) – главную составную часть человеческого капитала, жилищное строительство и внешнюю торговлю на весь период до 2025 г.

Такой финансовый форсаж нам необходим прежде всего для того, чтобы поднять низкую долю инвестиций в основной капитал (17%) и низкую долю сферы «экономика знаний» (14%) в ВВП хотя бы до 20–22%, при которых закономерно начинается при эффективном использовании этих средств социально-экономический рост. Такова закономерность экономического развития в современном мире. Никому, ни одной большой стране при 17% доли инвестиций и 14% доли «экономики знаний» не удавалось даже пять лет продержаться с 3-процентным социально-экономическим ростом и вряд ли когда-нибудь удастся. Как видно, такая доля в ВВП инвестиций в основной и человеческий капитал не обеспечивает даже простого воспроизводства, поскольку при таких инвестициях с каждым годом происходит старение и отставание нашей материально-технической базы, неспособной обеспечить развитие.

23% машин и оборудования России уже работают свыше сроков амортизации, и каждый год эта цифра возрастает. Минимальны коэффициенты выбытия и обновления фондов. Недостаточно вводятся и новые мощности. При таком финансировании инфраструктура с каждым годом все хуже справляется со своими задачами. К тому же из России ежегодно происходит большой отток капитала, который в 2020 г. удвоился. Растет дефицит рабочей силы из-за демографических сдвигов, ежегодно сокращаются доходы и потребление населения. Снижается заинтересованность в результатах труда, не растет его производительность.

Чтобы гарантировать себе устойчивый многолетний социально-экономический рост в индустриальной стране, какой является Россия, надо долю инвестиций в основной и человеческий капитал увеличить до 25% ВВП. Тогда мы сможем обеспечить, используя на развитие до-

полнительное финансирование, 3–4-процентные темпы развития в год. После 2025 г. финансовый форсаж можно умерить, перейдя на среднегодовой рост инвестиций в основной и человеческий капитал по 8–10% в год. При этом доля этих инвестиций в ВВП к 2030 г. увеличится до 30% и при эффективном использовании этих возросших средств ежегодные темпы нашего развития увеличатся до 5–6%. Именно такие многолетние темпы наблюдаются в развивающихся странах во главе с Китаем, где в среднем доля инвестиций основного капитала в ВВП составляют 30–35%, но мы будем иметь преимущество перед ними в связи с более высокой стоимостью человеческого капитала и более крупными вложениями в «экономику знаний».

Необходимое условие – эффективно использовать эти возрастающие финансовые вложения. Их надо применить прежде всего для перехода на массовое техническое перевооружение отсталых действующих предприятий, это около 2/3 всех предприятий страны (окупаемость 5–7 лет) и на постепенное увеличение в 3–4 раза ввода новых мощностей, высокотехнологичных отраслей, по которым мы катастрофически отстаем (окупаемость 10–12 лет). Речь идет об электронике и компьютерном деле, об информационно-коммуникационных технологиях (кроме мобильной связи), фармацевтике, приборостроении, авиационной промышленности, синтетической химии и многом другом. Предстоит также сформировать новую транспортно-логистическую инфраструктуру, включающую скоростные автодороги и железные дороги, региональную сеть аэропортов и взлетно-посадочных полос, систему логистических центров в транспортных узлах (окупаемость 20–25 лет).

Россия способна при форсированных инвестициях в 2025–2026 гг. достигнуть технологического уровня постсоциалистических стран Европы, а в начале 2030 г. достигнуть уровня развитых стран.

Дополнительным драйвером социально-экономического роста является жилищное строительство. Если его увеличить за год на 10%, то с учетом отраслей, которые строительство жилья тянет за собой, это даст прирост ВВП примерно на 1,5%. Следовало бы поставить задачу ввести 120 млн кв. метров в 2025 г. и 200 млн кв. метров комфортного жилья к 2030 г., что не только ускорит наш социально-экономический рост, но и значительно повысит благосостояние нашего народа.

Важный драйвер – прирост внешней торговли, создающий также условия для более эффективной работы многих других отраслей. Ведь

объем внешней торговли России в 2019 г. составил 672 млрд долл., что по рыночному курсу около 50 трлн руб., немногим меньше половины всего ВВП.

Где взять источники денег для финансового форсажа? В России эти источники есть. Это прежде всего возросшие в кризис на 12% банковские активы, превысившие валовой внутренний продукт. Из этих активов отечественные банки только 1,5 трлн руб. (из 110 трлн) предоставляют в виде инвестиционного кредита в основной капитал. Намного меньше банки вкладывают в развитие человеческого капитала. Они не выдают гражданам триллионные кредиты для получения профессионального образования, как в других странах, из-за чего здесь растет опасное социальное неравенство. К тому же это важнейший источник социально-экономического роста, играющий со временем все возрастающую роль. Если в России вклад банков в инвестиционный кредит в основной капитал составляет 8% от всех инвестиций, то в развитых странах – от 30 до 50%, а в развивающихся во главе с Китаем – от 20 до 30%. Китай, как известно, даже скоростные дороги с окупаемостью в 20 лет подчас строит на кредитные средства. Инвестиционное кредитование на развитие основного и человеческого капитала за несколько лет можно было бы увеличить в 3–5 раз.

Другой важный источник – огромные золотовалютные резервы, достигшие в 2020 г. более 600 млрд долл., это выше, чем в США, и больше, чем в Германии, Великобритании, Франции и Италии вместе взятых. Достаточно оставить половину, 300 млрд долл., для безопасности финансов и начать серьезно расходовать 180 млрд долл. (около 14 трлн руб.), включенных в Фонд национального благосостояния, в первую очередь на восстановление уровня доходов, потребления и платежеспособного спроса, достигнутого в 2012–2013 гг., без чего нельзя осуществить устойчивый социально-экономический рост. Оставшиеся около 120 млрд долл. можно ежегодно по 15–20 млрд долл. заимствовать на возвратных условиях на предоставление инвестиционного кредита с окупаемостью в 5–10 лет.

Третьим важнейшим источником могли бы стать возрастающие долги государства. В отличие от других стран, в России внешнеэкономический долг минимален – 5% в сравнении с 80% в ЕС и более 100% в США. Да и с внутренними долгами наш долг 19%, в то время как в других крупных странах он превышает 100%, в том числе в Китае и Японии. Увеличивая госдолг России, надо иметь в виду, что рейтинг нашего

государства в отдаче долга весьма высок. В частности, в первые 10 лет 2000 гг. мы вовремя и досрочно выплатили по внешним долгам около 180 млрд долл. Наше государство могло бы довести общий долг до 35% к 2025 г. и до 50% к 2030 г. Внешний долг важен прежде всего для приобретения машин и оборудования, без чего нельзя организовать намечаемого технологического прорыва при одновременных крупных усилиях по первоочередному развитию нашего машиностроения, чтобы с каждым годом все большую долю потребностей в машинах и оборудовании удовлетворять за счет собственного производства. Этот госдолг целесообразно также использовать в виде инвестиционного кредита, что будет гарантировать его своевременную отдачу.

Чтобы и банки, и предприятия были бы заинтересованы обеспечивать столь значительный прирост инвестиционного кредита, он должен быть низкопроцентным – от 3 до 5% в год, а недостающую банкам процентную ставку можно возмещать за счет относительно небольших средств федерального и региональных бюджетов. Чтобы, к примеру, вернуть банкам 4% годовых при общей ставке инвестиционного кредита 7% для 6 трлн кредитных средств, нужно 240 млрд руб. Эту сумму легко получить из самого бюджета, который финансирует окупаемые проекты, особенно по расходам на национальную экономику, в размере более 5 трлн руб. Сегодня эти проекты финансируются безвозмездно, а их можно было бы оплачивать за счет инвестиционных кредитов в первую очередь от госбанков и банков, подчиненных государству. А у этих банков сегодня – 74% активов всей банковской системы.

Одновременно надо заинтересовать предприятия заняться массовым технологическим перевооружением и созданием здесь новых мощностей, причем заинтересовать не только низкопроцентными кредитами, но и предоставлением льгот и привилегий. Ведь эти предприятия сегодня за счет собственных средств обеспечивают 60% всех инвестиций в основной капитал, но при 17% всех таких инвестиций в ВВП это относительно небольшая сумма. Намного больше средств из прибыли предприятия и организации направляют акционерам, кладут на счета наших и зарубежных банков, вкладывают в офшоры. По данным *Boston Consulting Group* (BCG), у наших предприятий и организаций в офшорах уже накоплено более 400 млрд долл. Из других свободных средств значительную долю предприятия и организации используют для приобретения зарубежных акций и облигаций. Надо возвращать эти средства в Россию.

Ведь в разработанных национальных проектах частные средства занимают только 1/4 часть, а остальное – средства государственного бюджета. Ясно, что при небольших средствах предприятий эти проекты во многом обречены на неудачу. Поэтому надо так сильно заинтересовать предприятия и организации, чтобы они занялись выполнением задач по социально-экономическому росту страны.

Следовало бы освободить от налогообложения ту часть прибыли, из которой черпаются инвестиции на предприятиях. Это их заинтересует и даст дополнительно до 1 трлн руб. Кстати, сделать это нужно как можно быстрее, так как в 2021 г. финансовый результат деятельности предприятий будет рекордным за всю историю России – в районе 20 трлн руб. или даже больше. Одновременно целесообразно сократить в 1,5–2 раза амортизационные сроки, которые в России самые длинные. Это увеличит амортизационный фонд, из которого черпается больше половины инвестиционных средств предприятий. И это еще не менее 1 трлн руб.

В период технологического перевооружения и создания новых мощностей нужно предоставлять предприятиям налоговую паузу, а также ряд других льгот, если это необходимо – таможенных и административных.

Чтобы больше заинтересовать регионы, предприятия и всех работающих в более эффективной деятельности, целесообразно провести целый ряд структурных реформ. Главная структурная реформа – давно назревшая реформа собственности с массовой приватизацией и сокращением доли предприятий, подчиненных государству, с 71 до 40–45% ВВП. Целесообразно приватизировать те предприятия и организации, которые не выполняют никаких госфункций, а являются чисто коммерческими, занимаясь, прямо говоря, самообогащением и используя свою тесную связь с государственными органами во многом для обеспечения своего монопольного положения, ухудшая конкурентную среду. При этом частная собственность должна быть провозглашена основной, неприкасаемой и священной, как в других рыночных странах. Все органы власти должны быть поставлены на ее стражу и приумножение, ибо это определяет благополучие страны и ее населения.

Другая реформа – финансовая, связанная с переориентацией банковской системы, бюджетно-налогового сектора и преодоления приоритетной значимости фискального подхода и накопительства. Все должно быть подчинено задачам устойчивого социально-экономического роста и повышения уровня жизни. Бюджет дол-

жен быть провозглашен бюджетом развития, а Центральный банк – банком развития, а не застоя, как в последние годы.

Чтобы заинтересовать регионы в развитии, нужно перевести их на самокупаемость, самофинансирование и самоуправление, как это сделано в Канаде, Германии, США и других федеральных странах. До 70% регионов страны сегодня вносят в центр намного больше средств, чем центр направляет в эти регионы. Поэтому они после тщательной подготовки в ближайшие годы могут перейти на эту стимулирующую систему вместо худшей из имеющихся в мире финансовых систем – дотационной системы, на которой находится подавляющая часть наших субъектов Федерации.

Чтобы обеспечить социально-экономический рост, следовало бы кардинально улучшить государственную систему управления и прежде всего перейти на стратегическое планирование народного хозяйства по примеру Китая и еще 39 стран, которые использовали пятилетние планы для технологического и социально-экономического прорыва. По пятилетним планам, как известно, быстрее других стран восстановилась после Второй мировой войны Франция. На вторую позицию после США с использованием пятилетнего плана выдвинулась Япония, и из отсталой страны превратилась в передовую державу Южная Корея, Индия несколько лет назад завершила 12 пятилетку, существенно продвинувшись вверх, 11 пятилетку успешно выполняет быстро развивающаяся Турция, серьезный успех при выполнении пятилеток сегодня у Малайзии. К сожалению, Россия при переходе от советской плановой системы «вместе с водой выплеснула и ребенка». За 30 лет ВВП приподнялся в России только на 15%, промышленность пока не достигла советских размеров, объем инвестиций и их доля в ВВП сократилась более чем вдвое. Причина – отсутствие «двигателей» в созданной смешанной экономике: не удалось создать ни рыночного двигателя (не создан рынок капитала и эффективная конкурентная среда), с одной стороны, и не используется планирование как важный дополнительный «движок» с другой. Предлагается составить на 2020–2025 гг. первый пятилетний план России с ключевыми показателями до 2030 г.

Когда начнется устойчивый социально-экономический рост, будут восстановлены и станут повышаться реальные доходы граждан, можно будет проводить и необходимые социальные реформы. Речь идет о пенсионной реформе со значительным увеличением пенсий, для чего страхование пенсий нужно осуществлять не только

за счет средств предприятий и государства, но и за счет доходов работающих, индексировав на соответствующую величину зарплаты и доходы. В 1,5–2 раза нам надо поднять финансирование здравоохранения, где также часть страховки должна возмещаться из заработков и доходов граждан. И здесь тоже нужна индексация. Систему ЖКХ следовало бы приватизировать с рыночными тарифами и ценами. Это приведет к ее существенному улучшению. Но цены могут несколько повыситься, и здесь для бедных и среднеобеспеченных семей потери должны быть компенсированы.

По примеру других стран целесообразно ввести налог на жилищную и другую недвижимость граждан в размере 1–2% их рыночной стоимости. Эти средства целиком следовало бы передать муниципалитетам, которые могут стать финансовой базой местного самоуправления со стороны возникающего гражданского общества. При введении этого налога также нельзя допустить снижения реальных доходов мало- и среднеобеспеченных граждан. Предлагаемая индексация заработной платы и доходов в районе 1,5 раз в итоге позволит больше заинтересовать трудящихся в деятельности, в стремлении больше заработать, лучше работая.

Для перехода к социально-экономическому росту безотлагательным и необходимым условием является восстановление потерянных реальных располагаемых доходов населения в 2014–2020 гг. в размере около 14% (около 8 трлн руб. в расчете на год). За счет частных предложений, нацеленных на улучшение жизни относительно немногочисленных групп населения, серьезно поднять общий уровень доходов населения не удастся. Нужны более общие предложения перехода к новому качеству жизни по линии радикального сокращения бедности в первую очередь и заметного повышения благосостояния среднего класса, который потерял часть дохода в предшествующие годы.

Для этого предлагается:

1. Повысить минимальную заработную плату с 12,1 тыс. руб. в месяц в среднем до 20 тыс. руб. в 2021 г. и до 30 тыс. руб. к 2024–2025 гг. Это позволит решительно сократить численность бедного населения, поскольку 65% бедных – это работающие люди. К тому же такое повышение минимальной зарплаты подтолкнет вверх тех, кто получает более высокую заработную плату, чтобы избежать так называемой уравниловки. Заметим, что, по рекомендации Международной организации труда, минимальная заработная плата должна устанавливаться странами в размере 50% от уровня средней заработной пла-

ты. А у нас она установлена в размере 25%, если взять средний номинальный уровень зарплаты (более 50 тыс. руб. в месяц). Но, по данным исследований, до 25% заработной платы сверх официальной работники получают в скрытой форме – в виде конвертов и других выплат. Так что минимальная зарплата у нас впятеро ниже средней. По нормам Европейского союза не 50% от средней, как у МОТ, а 60%. Подавляющее большинство развитых и продвинутых развивающихся стран с уровнем средних доходов, как в России, придерживаются рекомендаций МОТ, и поэтому наш минимум зарплаты в 2–2,5 раза уступает соответствующему показателю, например, в Турции, Болгарии, Польше, балтийских странах и др.

Повысить минимум зарплаты можно в первую очередь за счет средств самих предприятий и организаций, финансовый результат которых увеличился за 2018–2019 гг. на 72%, т. е. в 5–10 раз больше, чем увеличилась номинальная зарплата и инвестиции из этих дополнительных доходов. Предприятия и организации увеличили свои счета в российских и иностранных банках, как говорилось ранее. В 2021 г. предприятия и организации страны еще рекордно увеличат свой финансовый результат. Тем предприятиям и организациям, которые не смогут изыскать эти средства, можно выделить низкопроцентный кредит, скажем, на 5 лет. Возможно, государству придется потратить относительно небольшие деньги на повышение минимума зарплаты в бюджетных организациях здравоохранения, образования, культуры. Что касается управленческих структур, то средства здесь могут быть выделены за счет небольшого сокращения персонала.

2. Утроить пособия по безработице, которая в России в среднем ниже минимума. Наверное, существуют слаборазвитые страны, где пособия тоже ниже минимальных размеров зарплаты, но я перебрал около 100 стран и таких не нашел. Пособия по безработице в странах с таким же уровнем экономического развития в среднем в 2,5–3 раза выше, чем в России. Ведь значительная часть временно безработных – это кормильцы семей. И мы не можем обрекать столь значительное население на нищету при массовых увольнениях, которые бывают в рецессию и в кризис. К тому же в России немало регионов, где безработица зашкаливает за 8–10% от численности экономически активного населения. Безработных в России в районе 5–6 млн человек. Так что дополнительных средств здесь много не потребуется. И они могут быть взяты из Фонда национального благосостояния.

3. Повысить средний размер пенсий с 15 до 25 тыс. руб. в 2022 г. и до 30 тыс. руб. в 2025 г. На это потребуется примерно по 2–3 трлн руб. ежегодно. Они могут быть заимствованы в ближайшие годы из Фонда национального благосостояния, объем которого сегодня 14 трлн руб., и он ежегодно серьезно растет из-за увеличенных с 40 до 70 долл. за баррель цен на нефть за последний год. Средний размер пенсий в России составляет около 30% от уровня номинальной зарплаты, а от полной зарплаты – 25%. По рекомендациям МОТ, пенсии должны составлять 40–60% от зарплаты. И здесь мы вдвое отстаем от показателей пенсионного обеспечения стран с близким к нам уровнем экономического и социального развития. В 2025 г. предлагается провести реформу пенсионного дела, в ходе которой индексировать заработную плату в России, чтобы до 10% от ее уровня направлять на свои будущие пенсии, как это принято в подавляющем большинстве стран. При этом уровень реальных доходов, во всяком случае бедных и среднеобеспеченных групп населения, не снизится при соответствующей индексации их доходов. По международным рейтингам по показателям уровня жизни в среднем Россия занимает примерно 50-е место, а пенсионеры России – 78-е место среди соответствующих стран мира. Предложенные меры заметно повысят уровень жизни 46 млн пенсионеров.

4. Повысить среднедушевой доход населения, проживающего на селе и в малых городах с 20–25 тыс. руб. в месяц до 30 тыс. и выше. Речь идет о примерно 50 млн человек. При этом среднедушевой доход в России 35 тыс. руб., а в крупных городах – 45 тыс. руб. У государства нет средств для механического повышения доходов столь значительной группы населения. Выход один – надо сделать так, чтобы трудоспособное население на селе и в малых городах заработало дополнительные средства. Для этого надо создать условия для вовлечения в фермерство еще нескольких сот тысяч человек на базе относительно продвинутых личных подсобных хозяйств с трудоспособными членами семьи. Им надо предоставить беспроцентные кредиты, дешевый лизинг техники, обеспечить племенным скотом, высокоурожайными семенами, обеспечить поставку им необходимой продукции и создать организации по закупке у фермеров производимой продукции. Фермерские хозяйства нужно объединить с помощью государства и его средств в промысловые кооперативы, при которых в малых городах и крупных селах создать тысячи небольших предприятий по переработке дополнительной производимой сельскохо-

зяйственной продукции и организовать торговую сеть КООП в России по продаже продовольственных фермерских товаров, которая развита во многих странах. На эти цели ежегодно надо выделять из бюджета на первых порах до 2 трлн руб. Более подробные рекомендации разработаны Ассоциацией «Федеральный сельсовет».

5. Предлагается также установить необлагаемый минимум доходов для взимания подоходного налога вначале в размере 20 тыс. руб. на душу, а через несколько лет – 30 тыс., как это принято во многих странах. Эти средства с лихвой могут быть перекрыты введением прогрессивной шкалы налогообложения для богатых граждан, начиная с тех семей, где душевой доход составляет свыше 100 тыс. руб. Это 10% всех семей. Предлагается при доходе до 100 тыс. взимать обычный размер подоходного налога, а с дополнительной суммы свыше 100 тыс. взимать 20% до 200 тыс., потом 25% – после 200 тыс., потом 30% – после 300 тыс. на душу. Это будет плавное увеличение подоходного налога. При этом этот налог целесообразно, как в других странах, брать только с доходов, которые используются на цели личного потребления, освободив от них расходы на здравоохранение и образование. А с личных доходов, которые граждане будут использовать для вложения в производство товаров и услуг, для приобретения облигаций и других ценных бумаг, при вложении в совместные фонды и т.п., налоги не взимать или взимать в минимальном размере (это тоже опыт многих стран, где налог носит не чисто фискальный характер, как в России, а выполняет также функции стимулирования и распределения, сокращая социальное неравенство).

6. 40 млн россиян являются должниками наших банков. Причем эти кредиты выдаются физическим лицам по ростовщическому проценту, который в три и более раз превышает ключевую ставку Центрального банка. Граждане должны более 20 трлн руб. Это треть всех годовых доходов населения страны, а у должников это более половины их годового дохода. Значительная часть граждан, таким образом, закабалена банками. Надо дать рассрочку уплаты этих долгов на 3–5 лет, пересчитав этот долг по нормальному проценту, например, в размере удвоенной процентной ставки (по 10% годовых). Для малообеспеченных семей, которые не смогут без банкротства выплатить эти долги, их надо выкупить по более низким ценам, как это делается в других странах. Все эти меры позволят до 2025 г. сократить разницу в душевых доходах 10% богатого населения (120 тыс. руб. в ме-

сяц) и бедного населения (8 тыс. руб. в месяц) с 15,4 раза в 2019 г. до 10 раз в 2025 г. (средний европейский уровень) и до 6 раз к 2030 г. (уровень стран социал-демократической ориентации – скандинавские страны и Япония).

Чтобы восстановить сохранность народа, нужно сдерживать сокращение рождаемости, а главное – значительно снизить смертность, а также увеличить приток мигрантов в Россию. Возобновление социально-экономического роста позитивно скажется на увеличении коэффициента суммарной рождаемости. Если это подкрепить дополнительными выплатами семьям, имеющим второго и третьего ребенка, то этот коэффициент, как показывает опыт развитых стран, в частности Франции и Швеции, имеющих этот коэффициент в размере 1,9, можно поднять до 1,6 к 2025 г. и 1,8 к 2030 г. (2015 г. – 1,777). Но основным источником сокращения депопуляции населения должно стать сокращение коэффициента смертности с 12,4 в 2019 г. и 14,5 в 2020 г., до 11,5 в 2025 г. и 10 к 2030 г., чтобы приблизиться к общеевропейским показателям (около 9 на 1000 человек населения). Одновременно нужно принять меры по увеличению сальдо миграции в России до 200–250 тыс. человек в год, что позволит с 2025 г. от ежегодного сокращения численности населения перейти к его увеличению. В результате снижения смертности ожидаемая продолжительность жизни восстановится до уровня 2013 г. к концу 2022 г., а в 2025 г. увеличится до 75 лет и в 2030 г. – до 78 лет. По уровню здоровья при этом со 119-го места Россия поднимется на 80-е место к 2025 г.

и 50-е место к 2030 г. среди стран мира. Таким образом, будет восстановлена сохранность населения России – высшая цель нашего социально-экономического развития.

Социально-экономический рост, сохранность народа и повышение его благосостояния – жизненно важное дело для нашей страны. И мы здесь не можем рисковать. Надо действовать с опережением и наверняка. Уверен, мы на это способны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указы Президента РФ В. В. Путина.
2. Росстат.
3. Материалы экономического форума РАН и ВЭО (2020 и 2021 гг.).
4. Материалы ВЭБ и Института прогнозирования РАН, РАНХиГС, ВШЭ.

REFERENCES

1. Decree of the President of the Russian Federation V. V. Putin.
2. Federal Service of State Statistics.
3. Materials of the Economic Forum of the RAS and FES (2020 and 2021).
4. Materials of the Bank for Development and Foreign Economic Affairs and RAS Prediction Institute, RANEPА, HSE.

УДК 338.242:332.05

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-20-25

Владимир Викторович Иванов

доктор экономических наук, кандидат технических наук
член-корреспондент РАН, заместитель президента РАН, руководитель Информационно-аналитического центра
«Наука» РАН
Москва, Россия

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ¹

Аннотация. Новый мировой уклад формируется в результате гуманитарно-технологической революции. Главной целью развития становится повышение качества жизни. Лидирующие позиции займут страны, имеющие наиболее развитый научно-технологический комплекс. Особая роль отводится фундаментальной науке, которая является единственным источником знаний. Это потребует создания системы управления исследованиями и разработками, ориентированной на достижение глобального технологического лидерства. Новая система государственного управления исследованиями и разработками должна формироваться исходя из внешних вызовов и угроз, стратегических целей развития государства, динамики развития и современного состояния исследований и разработок. Также необходимо учитывать законы научно-технологического развития. Для достижения поставленных целей национального развития система управления исследований и разработок требует существенных изменений.

Ключевые слова: гуманитарно-технологическая революция, законы научно-технологического развития, фундаментальная наука, исследования и разработки, научно-технологический комплекс, управление.

Vladimir V. Ivanov

Grand PhD in Economic Sciences, PhD in Engineering Sciences
Corresponding member of RAS, deputy president RAS, head of the information and analytical center "Science" of the RAS
Moscow, Russia

PROBLEM OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT MANAGEMENT IN CONDITIONS OF THE GLOBAL TRANSFORMATION

Abstract. The new world order is being formed as a result of the humanitarian and technological revolution. Improvement of the quality of life becomes the main goal of the development. Countries with the most developed scientific and technological complex will take leading positions. A significant role in the development belongs to fundamental science, which is the only source of new knowledge. The creation of a R&D management system focused on global technology leadership is required. The new state research and development management system should be formed taking into account the external challenges and threats, the strategic goals of the state development, the development dynamics and the current status of research and development. It is also necessary to take into account the laws of scientific and technological development. The research and development management system requires significant changes to achieve the goals of national development appointed.

Keywords: humanitarian and technological revolution, scientific and technological development laws, fundamental science, research and development, scientific and technological complex, management.

Основными факторами, определяющими систему управления объектом, являются внешние условия, стратегические цели функционирования и динамика развития, современное состояние объекта управления.

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ №19-010-00423 «Исследование мировой динамики на основе междисциплинарных подходов, математического моделирования и теории гуманитарно-технологической революции».

Глобальные трансформации, происходящие в мире, ставят перед человечеством по крайней мере три глобальных вызова [1]:

- формирование нового мирового уклада,
- изменение парадигмы социально-экономического развития,
- трансформация среды обитания человека.

Формирование нового мирового уклада обусловлено прежде всего исчерпанием возможностей известных моделей социально-экономического развития. Попытка создания монополяр-

ного мира на основе экономической глобализации не дала положительного результата, а стимулировала каскад экономических, политических кризисов, а также локальные военные конфликты. Но самое главное – стало интенсивно развиваться социальное-экономическое неравенство как внутри отдельных стран, так и на глобальном пространстве [2]. Во многом это было вызвано и сменой экономических приоритетов от производства материальной продукции в сторону виртуальной экономики и экономики услуг.

В конечном счете основные усилия направляются на получение финансовой прибыли при решении проблем населения в той степени, которая позволяет удерживать общество от неконтролируемых политических выступлений.

Такое развитие событий стало возможным благодаря интенсивному научно-технологическому прогрессу. Прежде всего надо отметить, что наличие собственных современных технологий позволяет отдельным государствам или группам государств не только обеспечивать собственное развитие, не только формировать новые рынки и занимать на них практически монопольное положение, но и устанавливать правила поведения на рынках в том числе, опираясь на военную силу.

Существенную роль в трансформационных процессах играет развитие информационно-коммуникационных технологий. Различные аспекты этих процессов достаточно широко рассмотрены в литературе [3–6 и др.], поэтому кратко остановимся на понятии «цифровая экономика». Этот термин получил в последнее время очень широкое распространение. Однако до настоящего времени единого понятия не существует [7]. При этом следует отметить, что вся экономика является цифровой, поскольку основана на счете. Любые экономические модели в итоге сводятся к численным (цифровым) параметрам. Особенно ясно это видно на примере финансов. Поэтому, говоря о цифровой экономике, следует иметь в виду, что речь идет о новой технологической базе. Образно говоря, происходит замена арифмометров высокопроизводительными вычислительными системами. При этом суть процессов не меняется.

Исходя из этого, при обсуждении проблем развития цифровой экономики представляется наиболее целесообразным использовать известный подход, согласно которому цифровая экономика должна рассматриваться как собственно сектор производства средств вычислительной техники и программного обеспечения, а также отрасли, которые используют цифровые технологии.

Но цифровые технологии создают предпосылки для формирования глобального информационного пространства. А если рассматривать этот процесс с позиций крупных транснациональных корпораций (ТНК), то с высокой степенью вероятности можно предположить, что именно ТНК в недалекой перспективе смогут с помощью современных цифровых технологий взять на себя роль глобального управления¹ [8, 9]. В этом случае роль государства значительно ослабнет и сведется, по сути, к решению социальных проблем в объеме тех ресурсов, которые будут выделены на эти цели крупным бизнесом. Очевидно, что развитие ситуации по этому сценарию приведет к созданию беспрецедентной тоталитарной глобальной системы управления.

Одновременно все большее распространение получает концепция постиндустриального общества Д. Белла [10], согласно которой человеческая жизнь признается абсолютным приоритетом, а наука, технологии и экономика являются институтами, обеспечивающими повышение качества жизни. При этом государство сохраняет за собой роль главного института развития общества. Иначе говоря, происходит смена социально-экономической парадигмы развития от «человек для экономики» к «экономика для человека», что также можно рассматривать как глобальный вызов. Но переход к постиндустриальному обществу возможен в результате гуманитарно-технологической революции [11], в ходе которой должен быть сформирован постиндустриальный технологический уклад, ориентированный на приоритетное развитие человека и общества [12, 13], на повышение качества жизни. При этом ведущая роль отведена науке. Как отмечал Д. Белл: «*В постиндустриальном обществе главная проблема состоит в организации науки. Поэтому характер и формы государственной поддержки науки, ее политизация, социологические проблемы организации научных исследований заняли центральное место среди политических проблем постиндустриального общества.*»

Отметим, что независимо от выбора сценария развития его основу будет составлять научно-технический прогресс, который, как можно показать, регулируется следующими законами:

– по мере социально-экономического и научно-технологического развития коммерческая и социальная ценность фундаментальных научных результатов постоянно возрастает;

¹ Уместно вспомнить известный афоризм: «Кто владеет информацией, тот владеет миром».

– коммерческая стоимость наукоемкой продукции постоянно падает;

– наука и научные результаты не имеют границ;

– технологии не могут противоречить законам природы.

Также глобальным вызовом является формирование новой среды обитания человека (СОЧ), которую необходимо рассматривать как систему «природа (включая климатические изменения) – технологии – культура – информация». Сегодня технологическая среда является неотъемлемой частью СОЧ, а это требует оценки перспектив использования новых технологий. И в этом случае необходимо рассмотреть техногенное воздействие на трансформацию СОЧ, на изменение качества жизни [14]. При этом должны быть проанализированы как положительные перспективы, так и возможные негативные последствия. На это же обращал внимание и Д. Белл: *«Оценка технологий осуществима. Для нее необходим политический механизм, позволяющий выполнять подобные исследования и устанавливать критерии для регулирования использования новых технологий»*.

Не менее важным фактором формирования СОЧ является культура. Академик Д. С. Лихачев отмечал, что *«...экологию нельзя ограничивать только задачами сохранения природной биологической среды. Для жизни человека не менее важна среда, созданная культурой его предков и им самим. Сохранение культурной среды – задача не менее существенная, чем сохранение окружающей природы»* [15].

Таким образом, сегодня является актуальным разворачивание работ по экологии технологий, базовые положения которой сформулированы следующим образом [12, 16]:

– применение технологий, не соответствующих уровню культурного развития, приводит к катастрофам;

– любая, даже самая прогрессивная и социально направленная технология имеет пределы своего применения, при переходе через которые она может нанести ущерб, сопоставимый с положительным эффектом.

Особую роль в формировании СОЧ играют информационные технологии, но их возможности и перспективы использования до конца не изучены. Однако уже очевидно, что они носят глобальный характер и значительно превосходят все известные технологии. При этом они могут работать как на развитие человечества, так и на усугубление уже имеющихся проблем. В связи с этим необходимо провести полномасштабные исследования по перспективам раз-

вития и использования цифровых технологий, обратив особое внимание на возможные риски, угрозы и проблемы правового обеспечения. Сейчас настала пора, когда вопросы разработки и использования цифровых технологий, а также доступа к ним должны решаться на международном уровне, как это было в свое время при освоении атомной энергии, космического пространства и др.

Ответы на глобальные вызовы требуют особого научного сопровождения, следовательно, необходимо обратить особое внимание на формирование научно-технологического комплекса (НТК) страны, способного ответить на глобальные вызовы, и создание адекватной системы управления.

Современная система управления НТК России сложилась в 2004 г., когда наука была отнесена к сектору услуг наравне с образованием, здравоохранением и социальным обеспечением. При этом главной задачей науки фактически была определена поддержка образования. С этой целью наука была выведена из реального сектора экономики (Минпромнауки) и передана в подведомственность Министерства образования и науки, на которое были возложены функции по формированию и реализации государственной научно-технической политики.

Этот подход представляется вполне закономерным, поскольку начиная с 1990-х гг. был взят курс на развитие экономики страны по ресурсному вектору [17]. В соответствии с этим подходом в 2012 г. была законодательно упразднена научная аспирантура. А в 2013 г. Российская академия наук законодательно была упразднена как высшая научная организация страны, которой она считалась с 1724 г. При этом исследования и разработки не были законодательно включены в основные виды ее деятельности.

Несмотря на принимаемые на высшем политическом уровне страны стратегические документы, направленные на развитие НТК (Стратегия национальной безопасности 2015–2020 гг., Стратегия инновационного развития до 2020 г., Указ Президента России 2012 г. и др.), на исполнительском уровне фактически проводилась политика сокращения научно-технологического потенциала [18]. Так, например, в части финансового обеспечения науки не выполнен ни один из стратегических документов (рис. 1).

С начала текущего века численность персонала, занятого исследованиями и разработками, сократилась более чем на 200 тыс. чел. (20%), а по отношению к 1990 г. численность занятых в сфере науки составила лишь 35,1%. По

ЭКОНОМИКА СЕВЕРО-ЗАПАДА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

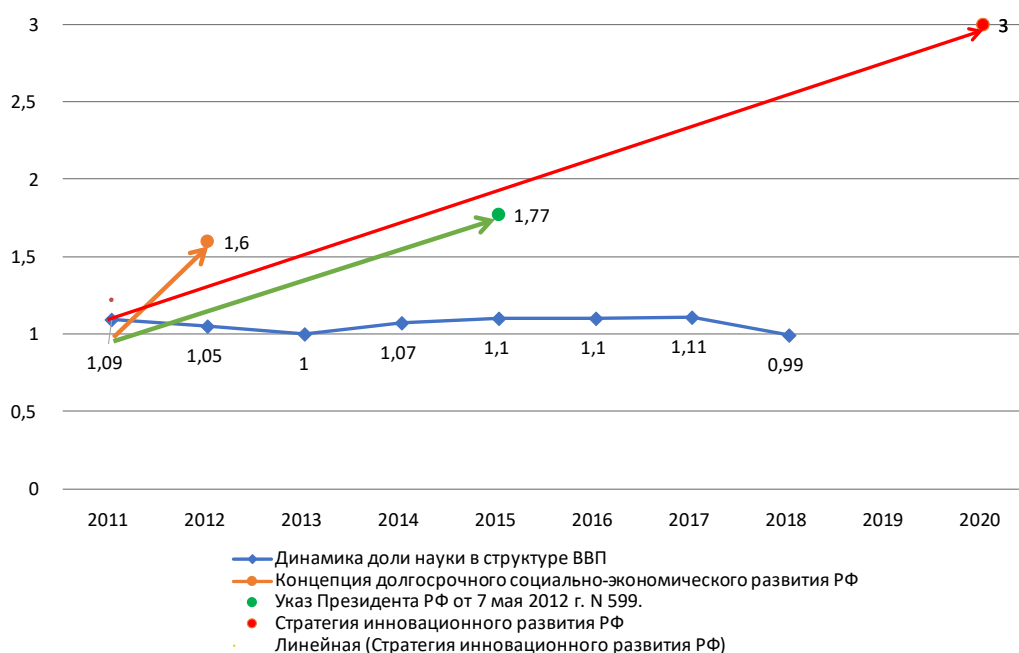
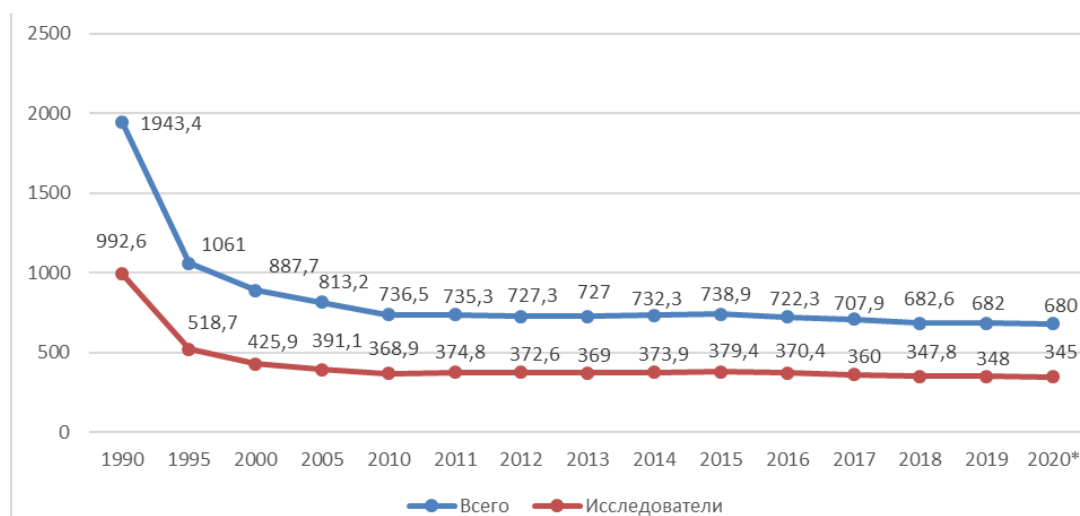


Рис. 1. Динамика финансирования науки (% ВВП): проекты и реалии



*Прогноз ИПРАН РАН

Рис. 2. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и исследователей, тыс. чел. (по данным [19])

данным Росстата, доля персонала, занятого исследованиями и разработками, в общей численности занятых в экономике сократилась с 2,6% в 1990 г. до 1% к настоящему времени (рис. 2).

Попытки войти в международное научно-технологическое пространство в качестве равноправного партнера также не увенчались успехом, если не считать участия в отдельных проектах, прежде всего БАК, ITER.

Введение в 2014 г. рядом государств антироссийских санкций, в том числе на поставку тех-

нологий и наукоемкой продукции, показало необходимость пересмотра политики в отношении развития науки и технологий. В 2016 г. Указом Президента Российской Федерации была утверждена Стратегия научно-технологического развития страны¹. При этом фундаменталь-

¹ Предложение о разработке такой стратегии было сделано представителями РАН на форуме «Технопром-2014» в Новосибирске.

ная наука была определена как системообразующий институт развития нации, ответственность за развитие которого берет на себя государство.

В марте 2018 г. в послании Президента Российской Федерации Федеральному собранию был провозглашен новый вектор развития страны: повышение качества жизни, ликвидация научно-технологического отставания от развитых стран, развитие территорий, обеспечение обороны и безопасности. Принципиальным моментом является разворот в сторону повышения качества жизни, а не дальнейшее наращивание ВВП. Это говорит о смене парадигмы от «человек для экономики» к «экономика для человека». Другим важным тезисом является проблема научно-технологического отставания – ранее на высшем политическом уровне так вопрос не ставился. Тем самым фактически признано, что реформы науки, проводимые с 2004 г., не решают задач повышения конкурентоспособности и обеспечения безопасности государства.

Очевидно, что новые задачи требуют и пересмотра системы управления, которая была ориентирована на ресурсное развитие экономики. В части науки этот процесс начался в январе 2000 г., когда на правительственном уровне произошла смена руководства наукой и образованием. Однако это не дало существенных улучшений в части управления наукой, поскольку в новой команде (четвертой за пять лет) нет специалистов, имеющих опыт управления научными организациями и реализации крупных научных и инновационных проектов, а также взаимодействия с научным сообществом, прежде всего с государственными академиями наук.

Указом Президента России от 21.07.2020 № 474 были определены Национальные цели развития страны:

- 1) сохранение населения, здоровье и благополучие людей;
- 2) возможности для самореализации и развития талантов;
- 3) комфортная и безопасная среда для жизни;
- 4) достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство;
- 5) цифровая трансформация.
- 6) обеспечение присутствия Российской Федерации в числе десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования.

Очевидно, что достижение поставленных целей возможно только при наличии высоко развитого НТК и адекватной системы управления. Выступая на заседании Совета при Прези-

денте России по науке и образованию в феврале 2021 г., президент РАН академик А. М. Сергеев предложил изменить систему управления исследованиями и разработками, возложив эту задачу на межведомственный орган под руководством одного из заместителей Председателя Правительства России. Этим был дан старт перформатированию системы управления исследованиями и разработками, которая в соответствии с Указами Президента России создается в следующем виде:

– Вопросы разработки научно-технической политики возлагаются на Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

– Реализация государственной научно-технической политики возложена на специально созданную Правительственную комиссию по научно-технологическому развитию.

Следующим шагом должна стать разработка единой государственной научно-технической политики. Отметим, что в 2002 и 2010 гг. такие политические документы – «Основы политики Российской Федерации в области развития науки, технологий и техники» – разрабатывались совместно Советом Безопасности Российской Федерации, Госсоветом, Российской академией наук с участием заинтересованных министерств и ведомств. Эту практику следует продолжить, поскольку только объединение усилий приведет к достижению поставленных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. В., Малинецкий Г. Г. Большие вызовы XXI века // Инновации. 2020. № 2(256). С. 3–13.
2. Стиглиц Д. Великое разделение. Неравенство в обществе, или Что делать оставшимся 99% населения? М.: Эксмо, 2016. 480 с.
3. Контуры цифровой реальности: гуманитарно-технологическая революция и выбор будущего / Под ред. В. В. Иванова, Г. Г. Малинецкого, С. Н. Сиренко М.: ЛЕНАНД, 2018. 344 с. (Будущая Россия. № 28).
4. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 496 с.
5. Цифровые платформы управления жизненным циклом комплексных систем / Под общ. ред. В. А. Тупчиенко. М.: Научный консультант, 2018. 439 с.
6. Кинг Б., Ларк Э., Лайтман А. Эпоха дополненной реальности. М.: Олимп-Бизнес, 2018. 528 с.

7. **Ганичев Н. А., Кошовец О. В.** Как посчитать цифровую экономику: между реальностью и конструкцией // ЭКО. 2020. № 2. С. 8–35.
8. **Шваб К.** Технологии четвертой промышленной революции. М.: Эксмо, 2018. 320 с.
9. **Шваб К., Маллере Т.** COVID-19: Великая перезагрузка. URL: <https://www.litlib.net/bk/135579/read> (дата обращения: 15.06.2021).
10. **Белл Д.** Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 1999. 790 с.
11. **Иванов В. В.** Глобальная гуманитарно-технологическая революция: предпосылки и перспективы // Инновации. 2017. № 6. С. 3–8.
12. **Иванов В. В.** Инновационная парадигма XXI. М.: Наука, 2015. 383 с.
13. **Иванов В. В.** Перспективный технологический уклад: возможности, риски, угрозы // Экономические стратегии. 2013. № 4. С. 6–9.
14. **Макоско А. А., Матешева А. В.** Загрязнение атмосферы и качество жизни населения в XXI веке: угрозы и перспективы. М.: РАН, 2020. 257 с.
15. **Лихачев Д. С.** Экология культуры // Москва. 1979. № 7. С. 173–179.
16. **Иванов В. В.** Технологическое пространство и экология технологий // Вестник РАН. 2011. Т. 81, № 5. С. 414–418.
17. **Гайдар Е. Т., Чубайс А. Б.** Экономические записки. М.: РОССПЭН, 2008. 192 с.
18. Российская академия наук. Доклад о реализации государственной научно-технической политики и основных достижениях, полученных российскими учеными в 2020 году. М.: РАН, 2021.
19. Наука, технологии и инновации России. 2020: стат. сб. М.: ИПРАН РАН, 2020. 128 с.
3. **Kontury cifrovoj real'nosti: gumanitarno-tehnologicheskaia revoliucija i vybor budushhego** / Pod red. V. V. Ivanova, G. G. Malineckogo, S. N. Sirenko M.: LENAND. 2018;(28):344. (Budushhaja Rossija). (In Russ.).
4. **Bostrom N.** Iskusstvennyj intellekt. Jetapy. Ugrozy. Strategii. M.: Mann, Ivanov i Ferber. 2016. 496 s. (In Russ.).
5. **Cifrovye platformy upravlenija zhiznennym ciklom kompleksnyh sistem** / Pod obshh. red. V. A. Tupchienko. M.: Nauchnyj konsul'tant. 2018. 439 s. (In Russ.).
6. **King B., Lark J., Lajtman A.** Jepoha dopolnennoj real'nosti. M.: Olimp-Biznes. 2018. 528 s. (In Russ.).
7. **Ganichev N. A., Koshovec O. V.** Kak poschitat' cifrovuju jekonomiku: mezhdru real'nost'ju i konstrukciej // JeKO. 2020;(2):8–35. (In Russ.).
8. **Shvab K.** Tehnologii chetvertoj promyshlennoj revoliucii. M.: Jeksmo. 2018. 320 s. (In Russ.).
9. **Shvab K., Mallere T.** COVID-19: Velikaja perezagruzka. Available at: <https://www.litlib.net/bk/135579/read> (accessed: 15.06.2021).
10. **Bell D.** Grjadushhee postindustrial'noe obshhestvo. Opyt social'nogo prognozirovanija. M.: Academia. 1999. 790 s. (In Russ.).
11. **Ivanov V. V.** Global'naja gumanitarno-tehnologicheskaia revoliucija: predposylki i perspektivy // Innovacii. 2017;(6):3–8. (In Russ.).
12. **Ivanov V. V.** Innovacionnaja paradihma XXI. M.: Nauka, 2015. 383 s. (In Russ.).
13. **Ivanov V. V.** Perspektivnyj tehnologicheskij ukhad: vozmozhnosti, riski, ugrozy // Jekonomicheskie strategii. 2013;(4):6–9. (In Russ.).
14. **Makosko A. A., Matesheva A. V.** Zagrjaznenie atmosfery i kachestvo zhizni naselenija v XXI veke: ugrozy i perspektivy. M.: RAN. 2020. 257 s. (In Russ.).
15. **Lihachev D. S.** Jekologija kul'tury // Moskva. 1979;(7):173–179. (In Russ.).
16. **Ivanov V. V.** Tehnologicheskoe prostranstvo i jekologija tehnologij // Vestnik RAN. 2011;81(5):414–418. (In Russ.).
17. **Gajdar E. T., Chubajis A. B.** Jekonomicheskie zapiski. M.: ROSSPJeN. 2008. 192 s. (In Russ.).
18. Rossijskaja akademija nauk. Doklad o realizacii gosudarstvennoj nauchno-tehnicheskoi politiki i osnovnyh dostizhenijah, poluchennyh rossijskimi uchenymi v 2020 godu. M.: RAN. 2021. (In Russ.).
19. Nauka, tehnologii i innovacii Rossii. 2020: stat. sb. M.: IPРАН RAN. 2020. 128 s. (In Russ.).

REFERENCES

1. **Ivanov V. V., Malineckij G. G.** Bol'shie vyzovy NHI veka // Innovacii. 2020;(2(256)):3–13. (In Russ.).
2. **Stiglic D.** Velikoe rozdelenie. Neravenstvo v obshhestve, ili Chto delat' ostavshimsja 99% naselenija? M.: Jeksmo. 2016. 480 s. (In Russ.).

УДК 330.1:338.012(470.23-25)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-26-34

Владимир Валентинович Окрепилов

доктор экономических наук, профессор, академик РАН, научный руководитель

Институт проблем региональной экономики РАН

Санкт-Петербург, Россия

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БАЗОВЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА¹

Аннотация. В статье представлен опыт разработки стратегических документов развития Санкт-Петербурга, конкретизирующих на основных направлениях Стратегию социально-экономического развития города на период до 2035 года. В качестве базовых рассматриваются Концепция научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года и Концепция Промышленной политики Санкт-Петербурга до 2025 года, принятые в 2021 г. Показана роль инструментов экономики качества в решении задач цифровой трансформации, углеродной нейтральности и технологической независимости экономики.

Ключевые слова: стратегия развития, конкурентоспособность, технологическая независимость, экономика качества.

Vladimir V. Okrepilov

Grand PhD in Economic Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Scientific Adviser of the IRES Russian Academy of Sciences

Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences

St. Petersburg, Russia

DEVELOPMENT STRATEGY OF BASIC ECONOMIC BRANCHES OF ST. PETERSBURG

Abstract. This article shows an experience of development of strategic documents of St. Petersburg's development, specifying the main directions of the Strategy of socio-economic development of the city for the period up to 2035. The Concept of Scientific and Technological Development of St. Petersburg until 2030 and the Concept of Industrial Policy of St. Petersburg until 2025, adopted in 2021, are considered as the basic ones. The role of quality economics tools in solving the problems of digital transformation, carbon neutrality and technological independence of the economy is presented.

Keywords: development strategy, competitiveness, technological independence, quality economics.

Введение

В Санкт-Петербурге на системной основе осуществляется разработка документов, определяющих Стратегию развития города. Главным из них сегодня является Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года [1], которая была принята в продолжение реализации Стратегии развития Санкт-Петербурга до 2030 года. Эти документы были разработаны с участием всех ведущих научных организаций Санкт-Петербурга и специалистов различных отраслей. В подготовке Стратегии также участвовали такие из-

вестные ученые-экономисты, как академики РАН А. Г. Аганбегян, В. В. Ивантер, В. Л. Макаров, Н. Я. Петраков.

Концептуальные основы развития базовых отраслей экономики Санкт-Петербурга

Ключевым направлением реализации Стратегии было намечено опережающее развитие отраслей экономики знаний, определяющих научно-технологический прогресс и устойчивый экономический рост. Доля отраслей экономики знаний в ВВП Петербурга составляет 25%, что значительно выше среднего показателя по России (14%). Необходимо довести эту долю до уровня ведущих стран мира, где она в Евросоюзе превышает 30%, а в США достигает 40% [2].

¹ Статья подготовлена по результатам ФНИ по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.

Стратегия 2035 в качестве Генеральной цели предусматривает «обеспечение стабильного улучшения качества жизни горожан и повышение глобальной конкурентоспособности Санкт-Петербурга на основе реализации национальных приоритетов развития, обеспечения устойчивого экономического роста и использования результатов инновационно-технологической деятельности».

Два новых документа, конкретизирующих Стратегию 2035, приняты в 2021 г. Они подтверждают курс города на опережающее развитие экономики знаний. Это Концепция научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года (утверждена губернатором 22 марта 2021 года) и Концепция промышленной политики Санкт-Петербурга до 2025 года (утверждена 16 апреля 2021 г. на заседании Промышленного совета Санкт-Петербурга) [3, 4]. Обе концепции взаимосвязаны и нацелены на достижение более тесного взаимодействия научно-технического и промышленного потенциала Санкт-Петербурга в интересах повышения конкурентоспособности и технологической независимости базовых отраслей экономики города.

Концепция научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года (далее – Концепция НТР), разработанная по инициативе Научно-технического совета при Губернаторе города, имеет принципиально важное значение для долгосрочного развития всего комплекса экономики и социальной сферы Санкт-Петербурга. Именно достижения в сфере науки, техники и технологий все в большей степени определяют общественный прогресс, позволяют ускорить решение самых актуальных и сложных проблем. Ключевые направления разработки Концепции научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года представлены на рис. 1.

Работа над Концепцией НТР совпала с началом периода сложностей в обеспечении устойчивого развития, вызванных пандемией коронавируса. И это дополнительно стимулировало поиск научных и технологических резервов, способных усилить достигаемый экономический и социальный эффект, придать экономике города положительную динамику и устойчивость.

Один из разделов Концепции НТР определяет задачи в сфере развития научно-технологического потенциала Санкт-Петербурга. Среди них:

- разработка новых технологий и проектов техники, обладающих потенциально высокой конкурентоспособностью на мировом рынке;

- интеграция современной научно-технологической инфраструктуры для участников инновационных территориальных кластеров, в первую очередь в области автоматизации и роботизации производственных процессов, а также формирования необходимых инженеринговых компетенций;

- фокус на научно-технологической поддержке отраслей, выпускающих высокотехнологичную продукцию промышленного комплекса города;

- ресурсная поддержка специализированных технопарков с акселерационной программой и производственными центрами коллективного использования, ориентированных на развитие поставщиков или трансфер технологий к предприятиям Санкт-Петербурга.

Эти и другие задачи намечено реализовать при поддержке институтов развития как федерального, так и регионального уровня. И здесь Концепция НТР тесно связана с Концепцией промышленной политики Санкт-Петербурга до 2025 года (далее – Концепция промышленной политики).

Ключевые направления разработки Концепции научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года	«Цифровые технологии и искусственный интеллект»
	«Естественные науки и математика»
	«Науки о жизни»
	«Инжиниринг и дизайн»
	«Социальные и гуманитарные науки»
	«Арктика и науки о Земле»
	«Профессиональное образование и экспорт образования»
	«Кадры в науке»
	«Исследовательская и инновационная инфраструктура»
	«Развитие сельскохозяйственных наук»

Рис. 1. Десять направлений разработки Концепции НТР Санкт-Петербурга до 2030 года

Концепция промышленной политики, в свою очередь, синхронизирована со Стратегией обрабатывающей промышленности, разработанной Министерством промышленности и торговли РФ. Это позволит промышленным предприятиям Санкт-Петербурга участвовать в реализации масштабных федеральных технологических проектов, что обеспечит прирост инвестиций и объемов выпуска высокотехнологичной продукции за счет повышения производительности труда и цифровизации.

Отраслевой вектор реализации задач, поставленных перед промышленностью Санкт-Петербурга

Концепция промышленной политики разработана Комитетом по промышленной политике, инновациям и торговле Санкт-Петербурга при взаимодействии с Союзом промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга [5], а также с Министерством промышленности и торговли России.

В качестве основных направлений экономического роста в Концепции промышленной политики выделены развитие человеческого капитала и создание высокотехнологичных рабочих мест, способствующих повышению производительности труда, активное привлечение инвестиций.

В 2020 г. промышленность Санкт-Петербурга вместе со всей экономикой города прошла сложный период, вызванный последствиями пандемии. Для проведения анализа воспользуемся данными Росстата за 2019–2021 гг. по Индексу промышленного производства (ИПП) в Санкт-Петербурге [6]. Если в 2019 г. показатель устойчиво держался в пределах 104,7–104,9% к соответствующему периоду 2018 г., то в 2020 г.

сначала наметилось замедление темпов роста, а к середине года произошел максимальный спад – ИПП упал по итогам полугодия до 94,1% (рис. 2). Однако затем мы видим постепенное увеличение показателя, составившего к концу года 98,2%.

В первом квартале 2021 г. отмечен рост ИПП. Индекс достиг 104,6%, т. е. фактически вернулся на уровень показателей 2019 г. И в этом проявились как самоотверженная работа на предприятиях по преодолению негативного влияния пандемии, так и целенаправленная инвестиционная поддержка экономики со стороны Правительства России и Санкт-Петербурга.

В целом в Петербурге реализован комплекс мер, позволивший выделить для помощи бизнесу на 2020–2022 гг. 33,8 млрд руб. Налоговые преференции и льготы по аренде предприятиям составили 15,2 млрд руб. На 4,5 млрд руб. докапитализированы Фонд развития промышленности и Фонд содействия кредитованию малого и среднего бизнеса.

Намеченные в Концепции промышленной политики меры направлены на то, чтобы закрепить тенденцию роста экономики и сделать ее необратимой. В качестве базовых для ускоренного роста экономики Санкт-Петербурга выбраны отрасли, составляющие основу инновационного развития города. Среди них отрасли, обеспечивающие высокую занятость населения в промышленности, а именно:

- радиоэлектронная промышленность;
- транспортное машиностроение, в том числе судостроение;
- энергетическое машиностроение.

Кроме того, в Концепции промышленной политики по объему инвестиций выбраны наиболее высокотехнологичные отрасли промышленности Санкт-Петербурга:

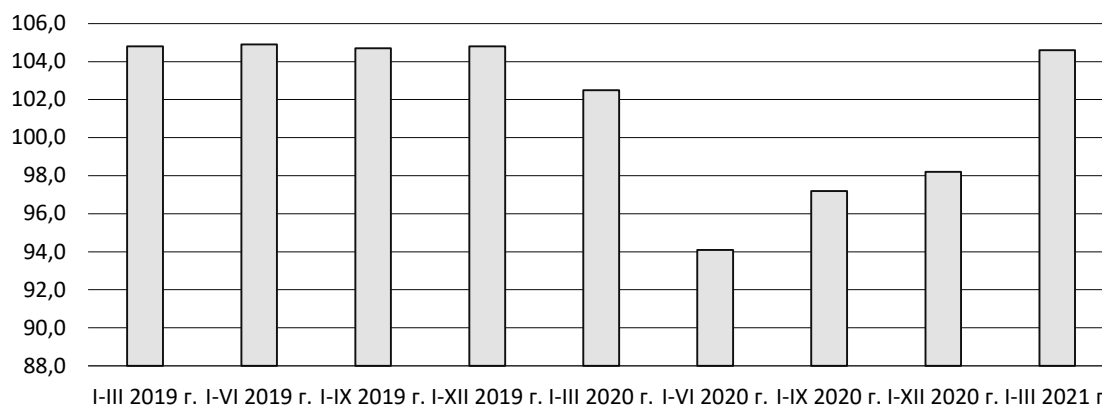


Рис. 2. Индекс промышленного производства в Санкт-Петербурге по кварталам в 2019–2021 гг. (в % к соответствующему периоду прошлого года)

- автомобильная промышленность;
- фармацевтическая промышленность;
- пищевая промышленность.

На рис. 3, 4 приведены данные по ведущим предприятиям перечисленных отраслей.

В Концепции промышленной политики для всей промышленности Санкт-Петербурга, а также для каждой отраслевой группы предприятий систематизированы механизмы реализации по-

ставленных перед промышленностью задач. Важнейшие технологические задачи ведущих предприятий в рамках реализации Концепции промышленной политики приведены на рис. 5.

Например, предусмотрена система мер по реализации «сквозных проектов» в промышленности во взаимосвязи с проектами, реализуемыми Минпромторгом РФ в других регионах страны. Будут предоставляться инвестицион-

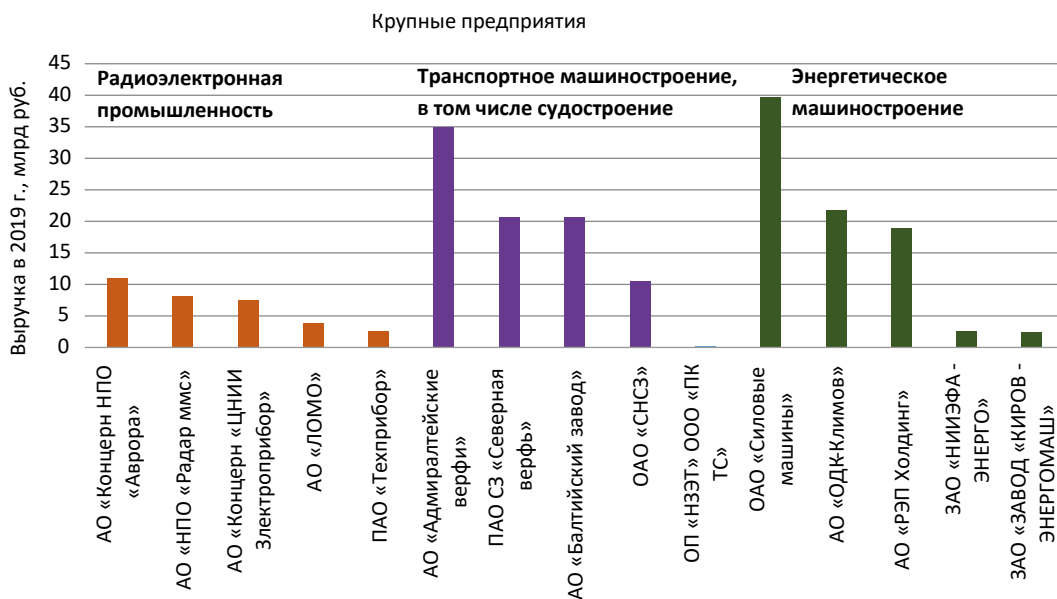


Рис. 3. Крупные ведущие предприятия базовых отраслей промышленности Санкт-Петербурга согласно Концепции промышленной политики

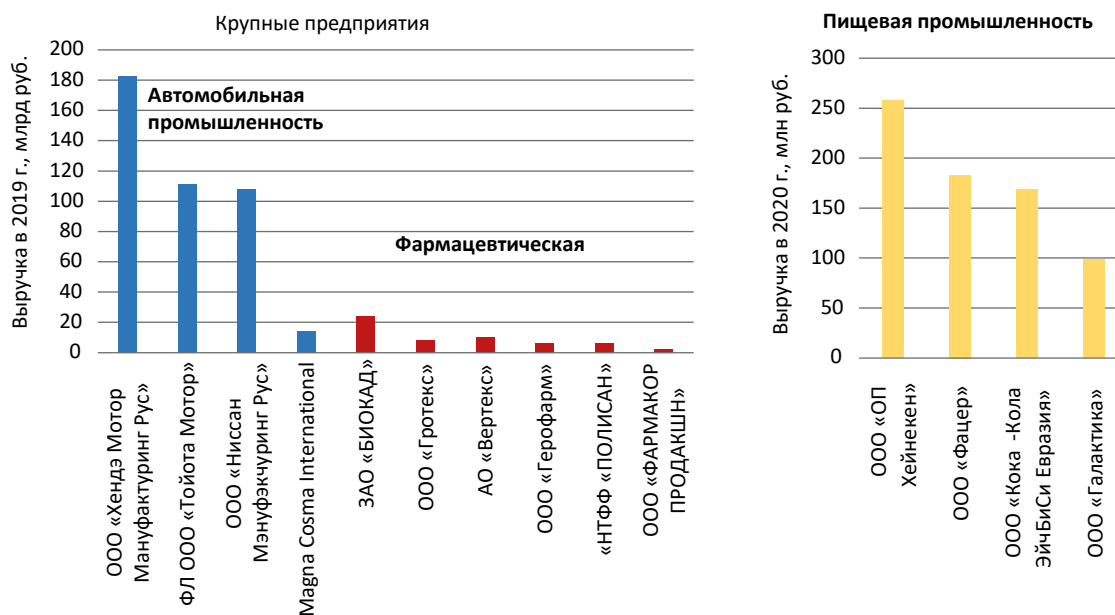


Рис. 4. Ведущие предприятия базовых отраслей промышленности Санкт-Петербурга согласно Концепции промышленной политики

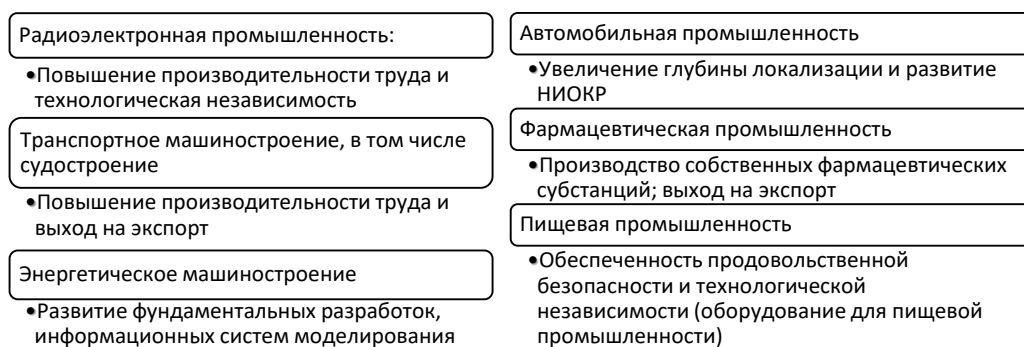


Рис. 5. Задачи базовых отраслей для ускоренного роста экономики Санкт-Петербурга

ные льготы для развития действующих и новых производств, инвестиционные налоговые вычеты, возмещение части первоначальных взносов по лизингу и другие меры.

Для конкретных отраслей предложены с учетом их особенностей отдельные направления стимулирования экономического роста на основе инновационного развития. В частности, для предприятий радиоэлектронной промышленности определены 57 позиций, по которым установлена квота закупок российской продукции. Предприятия автомобильного кластера нацелены на повышение локализации производства компонентов, которое при достижении определенных объемов будет стимулироваться государственным софинансированием инвестиций.

В фармацевтической отрасли получит развитие специальный инвестиционный контракт, который включает нулевую процентную ставку налога на прибыль и налога на имущество в течение 5 лет. Определены значительные экономические стимулы для развития и других отраслей.

В Концепции промышленной политики Санкт-Петербурга на ближайшие пять лет в качестве ответа на глобальные вызовы и для формирования устойчивости и конкурентоспособности петербургских предприятий ведущими направлениями развития определены цифровая трансформация, углеродная нейтральность и технологическая независимость.

Для достижения поставленных целей особое значение будет иметь широкое применение основных инструментов экономики качества: метрологии, стандартизации и управления качеством. Именно с их помощью возможно путем экспертной оценки и измерений установить реальное состояние дел по каждому из отмеченных направлений, определить систему стандартов, выполнение которых будет стимулировать

развитие вплоть до достижения лучших уровней глобального рынка [7].

Экономика качества и цифровая трансформация промышленности

Сегодня Россия является одним из мировых лидеров в развитии метрологии, в сфере обеспечения единства и точности измерений. Россия не имеет себе равных по электрическим и акустическим измерениям, термометрии, измерениям, связанным с радиоактивными веществами, и ряду других.

По калибровочным и измерительным возможностям национальных метрологических институтов России, включенных в базу Международного бюро мер и весов, Россия уверенно держит первенство, опережая США, Китай и Германию (рис. 6). Уместно будет напомнить, что значительная часть российских эталонов измерений сосредоточена в Санкт-Петербурге, во ВНИИМ имени Д. И. Менделеева, а созданная в городе измерительная и калибровочная база полностью обеспечивает потребности всех петербургских предприятий.

Со своей стороны, метрологические службы предприятий должны сегодня соответствовать современным требованиям к обеспечению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, использовать самые передовые методы и средства измерений, позволяющие проводить метрологическую экспертизу на всех стадиях производственного процесса, надежную сертификацию продукции и систем качества. В первую очередь для этого необходимо вести подготовку, обучение и постоянное повышение квалификации специалистов метрологических служб.

В развитии наукоемких производств исключительную важность имеет цифровая трансформация, ориентированная на ускорение поиска инновационных решений, обеспечиваю-

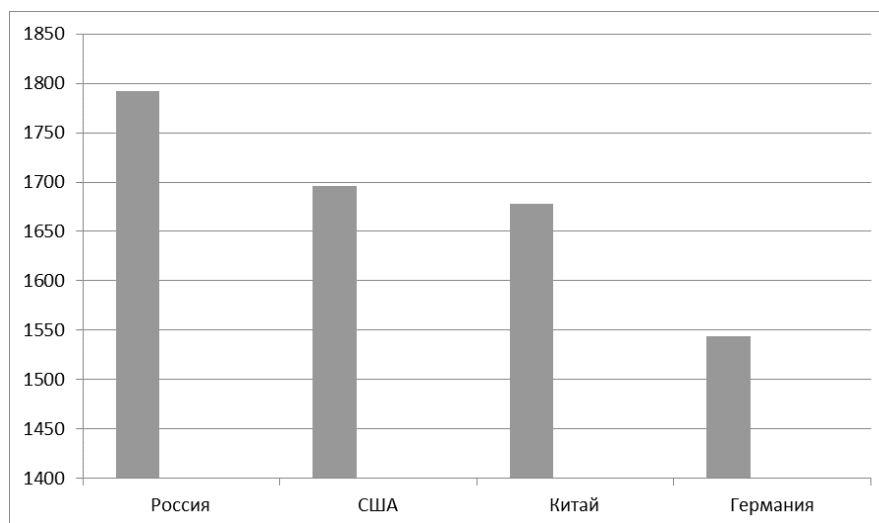


Рис. 6. Измерительные и калибровочные возможности разных стран (в единицах, по данным Минпромторга РФ)

щих технологическую независимость страны. В 2020 г. Минпромторгом РФ совместно с Росстандартом принята Программа стандартизации в области разработки и применения компьютерных моделей и электронных конструкторских документов на высокотехнологичные изделия, рассчитанная до 2025 г. Созданная в ее рамках уникальная и не имеющая аналогов в мире серия национальных стандартов ГОСТ Р 57700 объединяет уже более 20 стандартов, которые формируют систему нормативных технических требований для применения компьютерных моделей и виртуальных испытаний в процессе создания и эксплуатации высокотехнологичных промышленных изделий.

В частности, с 1 июня 2021 г. вступили в силу четыре новых стандарта этой серии:

- ГОСТ Р 57700.22-2020. Компьютерные модели и моделирование. Классификация;
- ГОСТ Р 57700.23-2020. Компьютерные модели и моделирование. Валидация. Общие положения;
- ГОСТ Р 57700.24-2020. Компьютерные модели и моделирование. Валидационный базис;
- ГОСТ Р 57700.25-2020. Компьютерные модели и моделирование. Процедуры валидации.

Применение перечисленных стандартов наряду с другими стандартами этой серии послужит ключевым фактором повышения конкурентоспособности отечественных наукоемких разработок, позволит сокращать сроки создания высокотехнологичной продукции, снижать ее стоимость и повышать качество.

Еще одним из наиболее востребованных направлений применения стандартизации при циф-

ровой трансформации промышленности и обеспечении ее технологической независимости является развитие аддитивных технологий, особенно в таких наукоемких отраслях, как атомная, авиационно-космическая промышленность, производство медицинской техники и материалов.

Аддитивное производство, или 3D-печать, – это новый способ изготовления деталей, благодаря которому возможно получение сложнопрофильных структур и композиций изделий без больших потерь при обработке материала. Внедрение новых стандартов будет способствовать установлению требований к целесообразности применения аддитивных технологий, к конструированию деталей, к обеспечению качества металлических изделий, изготавливаемых с применением аддитивных технологий, к организации процессов селективного лазерного сплавления металлических порошков.

В ноябре 2020 г. Росстандартом утвержден ряд новых национальных стандартов в области аддитивных технологий, в том числе:

- ГОСТ Р 59184-2020. Аддитивные технологии. Оборудование для селективного лазерного сплавления. Общие требования;
- ГОСТ Р 59037-2020. Аддитивные технологии. Конструирование металлических изделий. Руководящие принципы;
- ГОСТ Р 59038-2020. Аддитивные технологии. Подтверждение качества и свойств металлических изделий;
- ГОСТ Р 59036-2020. Аддитивные технологии. Производство на основе селективного лазерного сплавления металлических порошков. Общие положения.

В России действует уже 28 национальных стандартов (ГОСТ Р) в области аддитивных технологий, которые эффективно способствуют снижению материальных и энергетических затрат при создании сложной и высокотехнологичной продукции. Наша страна – один из мировых лидеров по нормативно-техническому обеспечению данного направления. Программой национальной стандартизации на 2021 г. в целях развития аддитивных технологий запланирована разработка еще 11 стандартов в данной сфере.

Одним из наиболее сложных направлений в развитии современной промышленности является достижение углеродной нейтральности.

В России до недавнего времени применялись в основном административно-технические меры регулирования выбросов в атмосферу и борьбы с загрязнением окружающей среды. В рамках промышленной политики остается актуальным совершенствование системы государственного регулирования на основе наилучших доступных технологий (далее – НДТ) с использованием возможностей и механизмов метрологии и стандартизации.

Речь, в частности, идет о совершенствовании нормативной правовой базы, регулирующей условия улучшения охраны окружающей среды и перехода промышленности на принципы НДТ. Необходима также разработка и реализация комплекса мер по стимулированию производства современного технического оборудования, соответствующего принципам НДТ. Особенно остро эта проблема стоит в энергетической и топливной промышленности, в том числе – при постоянно возрастающих объемах использования автомобильного топлива.

Мировая практика в решении задачи достижения углеродной нейтральности предполагает использование целого ряда инструментов регулирования углеродных выбросов в атмосферу. В числе административно-технических инструментов используются:

- техническое регулирование;
- нормы расходования ресурсов;
- наилучшие доступные технологии (НДТ) – объединяют первые два пункта;
- переход от добровольного внедрения НДТ к обязательному;
- количественное ограничение выбросов для компаний и отраслей.

Экономические инструменты включают в себя две группы мер: воздействующие на стимулы в отношении выбросов и воздействующие на стимулы производства или потребления «грязной» продукции (рис. 7).

По итогам 2019 г. Россия занимала пятое место в мире (4,5%) по объему выбросов углекислого газа в атмосферу (1,5 млрд т за год), уступая Китаю (28,8% от совокупного объема выбросов в мире), США (14,5%), Евросоюзу (9,7%) и Индии (7,3%).

В Минэкономразвития РФ разрабатывается программа сокращения выбросов, которая предполагает принятие закона о выбросах парниковых газов, стратегии развития с низким уровнем выбросов парниковых газов, а также система добровольных климатических проектов, которая сделает возможным оборот углеродных единиц.

Экологическим Кодексом Санкт-Петербурга, действующим в качестве закона Санкт-Петербурга в редакции от 14 апреля 2017 г., определены полномочия правительства города в области охраны окружающей среды и атмосферного воздуха. В частности, к ним относятся:

- введение ограничений на использование нефтепродуктов и других видов топлива, сжигание которых приводит к загрязнению атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга, а также стимулирование производства и применения экологически безопасных видов топлива и других энергоносителей;
- установление сроков поэтапного достижения предельно допустимых выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух по представлению соответствующих территориальных органов специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха;
- установление целевых показателей объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на территории Санкт-Петербурга и сроков их снижения.

Выступая 12 мая в Законодательном Собрании Санкт-Петербурга с ежегодным отчетом о

А) Воздействующие на стимулы в отношении выбросов:

- углеродные налоги
- системы торговли квотами (СТК) с установлением «потолка» выбросов или определением базовых линий
- субсидии на сокращение выбросов, в том числе использование «чистых» источников энергии

Б) Воздействующие на стимулы производства или потребления «грязной» продукции:

- налог на «грязную» продукцию
- субсидии на «чистую» продукцию

Рис. 7. Достижение углеродной нейтральности. Экономические инструменты регулирования углеродных выбросов в атмосферу

результатах деятельности Правительства города, Губернатор А. Д. Беглов подчеркнул, что одним из ключевых приоритетов развития Санкт-Петербурга является преемственность стратегических решений.

В 2021 г., объявленном в России Годом науки и технологий, особую поддержку получит развитие Стратегического направления «Умный город», заложенного в Стратегии 2035. Оно предполагает решение следующих задач:

- поддержка научных центров мирового уровня;
- развитие Особых экономических зон;
- создание технологических долин;
- цифровая трансформация.

В Санкт-Петербурге уже действует научно-образовательный центр «Искусственный интеллект в промышленности», объединяющий 17 ведущих научных организаций и вузов города. В рамках нацпроекта «Наука» формируются три научных центра мирового уровня.

В 2020 г. совокупный объем выручки всех резидентов Особой экономической зоны «Санкт-Петербург» вырос на 36% и достиг 49,3 млрд руб. Рост производства в фармацевтическом кластере составил по отдельным позициям от 14 до 30%. В специализации «фармацевтика» Особая экономическая зона «Санкт-Петербург» сегодня возглавляет рейтинг лучших экономических зон мира. Планируется расширить Особую экономическую зону и на новой площадке разместить кластер пищевой промышленности.

Выводы

Экономика Санкт-Петербурга отличается высокими показателями, прежде всего – в промышленном секторе. Важную роль для формирования благоприятной конъюнктуры в экономике города играют документы стратегического планирования и прогнозирования: Стратегия развития Санкт-Петербурга до 2030 года, Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года, Концепция научно-технологического развития Санкт-Петербурга до 2030 года, Концепция промышленной политики Петербурга до 2025 года.

Реализация задач, поставленных перед промышленностью Санкт-Петербурга, во многом определена отраслевым вектором развития экономики города. В числе приоритетов – отрасли, обеспечивающие высокую занятость населения в промышленности: радиоэлектронная промышленность, транспортное машиностроение, в том числе судостроение, энергетическое машиностроение, а также наиболее высокотех-

нологичные отрасли промышленности Санкт-Петербурга: автомобильная, фармацевтическая и пищевая промышленность.

Стратегическая линия на опережающее развитие в Санкт-Петербурге экономики знаний, науки и технологий будет усиливаться новыми инициативами, чтобы обеспечивать устойчивое развитие базовых отраслей экономики города и укрепление ее конкурентоспособности на внутреннем и глобальном рынке.

Значительная роль в стратегическом развитии базовых отраслей экономики Санкт-Петербурга принадлежит экономике качества. Применение метрологии, стандартизации и управления качеством способствует формированию лидирующих позиций экономики Санкт-Петербурга, в том числе в инновационных отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года // Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ceconom/strategiya-ser-2035> (дата обращения: 15.06.2021).
2. Анатомия кризиса и новые точки роста: прогноз развития экономики от академиков РАН Абеда Аганбегяна и Роберта Нигматулина. Экспертное мнение от 29.06.2020. Фонд Росконгресс. Пространство доверия. URL: <https://roscongress.org/materials/anatomiya-krizisa-i-novye-tochki-rosta-prognoz-razvitiya-ekonomiki-ot-akademikov-ran-abela-aganbegya> (дата обращения: 15.06.2021).
3. Концепция научно-технологического развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года // Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. URL: <https://www.gov.spb.ru/press/governor/201994> (дата обращения: 15.06.2021).
4. Цифровая трансформация и адресная поддержка предприятий – приоритетные направления промышленной политики Петербурга до 2025 года // Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. URL: <https://www.gov.spb.ru/press/governor/211865> (дата обращения: 15.06.2021).
5. Кузнецов С. В., Горин Е. А. Промышленное производство в макрорегионе «Северо-Запад»: ориентиры развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. № 1 (60). С. 31–40.
6. Индекс производства (ОКВЭД2) // Официальный сайт Росстата. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 15.06.2021).

7. **Okrepilov V. V., Gagulina N. L., Getmanova G. V.** Factors of Innovative development of regions in the concept of quality economics. *EpSBS – Vol. 90 – ICEST 2020. International Conference on Economic and Social Trends for Sustainability of Society. ICEST 2020.* P. 409–418.

REFERENCES

1. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sankt-Peterburga na period do 2035 goda // Ofitsial'nyi sait Administratsii Sankt-Peterburga. Available at: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_econom/strategiya-ser-2035 (accessed: 15.06.2021).
2. AnATOMiya krizisa i novye tochki rosta: prognoz razvitiya ekonomiki ot akademikov RAN Abela Aganbegyana i Roberta Nigmatulina. Ekspertnoe mnenie ot 29.06.2020. Fond Roskongress. Prostranstvo doveriya. Available at: <https://roscongress.org/materials/anatomiya-krizisa-i-novye-tochki-rosta-prognoz-razvitiya-ekonomiki-ot-akademikov-ran-abela-aganbegya> (accessed: 15.06.2021).
3. Kontseptsiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Sankt-Peterburga na period do 2030 goda // Ofitsial'nyi sait Administratsii Sankt-Peterburga. Available at: <https://www.gov.spb.ru/press/governor/201994> (accessed: 15.06.2021).
4. Tsifrovaya transformatsiya i adresnaya podderzhka predpriyatii – prioritetye napravleniya promyshlennoy politiki Peterburga do 2025 goda // Ofitsial'nyi sait Administratsii Sankt-Peterburga. Available at: <https://www.gov.spb.ru/press/governor/211865> (accessed: 15.06.2021).
5. **Kuznetsov S. V., Gorin E. A.** Promyshlennoe proizvodstvo v makroregione «Severo-Zapad»: orientiry razvitiya // *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya. 2020;(1(60)):31–40.* (In Russ.).
6. Indeks proizvodstva (OKVED2) // Ofitsial'nyi sait Rosstata. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed: 15.06.2021).
7. **Okrepilov V. V., Gagulina N. L., Getmanova G. V.** Factors of innovative development of regions in the concept of quality economics. *EpSBS – Vol. 90 – ICEST 2020. International Conference on Economic and Social Trends for Sustainability of Society. ICEST 2020:409–418.*

УДК 330.341.1+001.895

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-35-50

Анатолий Иванович Котов

специальный представитель Губернатора Санкт-Петербурга по вопросам экономического развития Санкт-Петербург, Россия

НА ПУТИ К ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

Аннотация. Признавая особую роль инноваций в обеспечении экономического развития России, государство на протяжении последнего десятилетия усиленно ищет пути и способы усиления инновационной активности в стране. Главным документом, провозглашающим цели и основные направления инновационной политики, является Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. В связи с фактическим окончанием ее действия автором проведен анализ достижения целей и индикаторов, определенных в указанной стратегии, а также сделаны некоторые выводы относительно результатов, полученных при анализе развития инновационной деятельности в стране.

Ключевые слова: высокотехнологичные товары и услуги, глобальный индекс инноваций, инновационный путь развития, инновационный бизнес, инновационное государство, инновационный потенциал, инфраструктура инноваций, национальная технологическая инициатива, приоритетный проект, территория инноваций, технологические инновации, устойчивое инновационное развитие, целевые индикаторы, цифровая экономика.

Anatoly I. Kotov

Special Representative of the Governor of St. Petersburg on Economic Development Issues
St. Petersburg, Russia

ON THE WAY TO AN INNOVATIVE ECONOMY: PROSPECTS AND CHALLENGES

Abstract. Recognizing the special role of innovations in ensuring the economic development of Russia, the state authorities have been intensively looking for ways and means to strengthen innovation activity in Russia over the past decade. The main document proclaiming the goals and main directions of innovation policy is the Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020. Due to the fact that the implementation period has expired, the author analyzes the achievement of the goals and indicators defined in the strategy, and also draws some conclusions about the outcomes obtained by the analysis of the development of innovation activity in Russia.

Keywords: high-tech goods and services, global innovation index, innovative development, innovative business, innovative state, innovation potential, innovation infrastructure, national technological initiative, priority project, innovation territory, technological innovation, sustainable innovation development, target indicators, digital economy.

Вызовы, стоящие сегодня перед Россией, требуют проведения последовательной государственной политики по созданию условий для перехода страны на инновационный путь развития. Альтернативы такому переходу нет! После провозглашения в 2007 г. курса на переход к инновационной экономике мы стали свидетелями большого числа инициатив, направленных на развитие в России инновационной деятельности. В частности, утвержденная Правительством РФ в декабре 2008 г. Концепция долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года определяла в качестве стратегической цели страны «войти в пятерку стран – лидеров по объему ВВП, создать конкурентную экономику знаний и вы-

соких технологий...». При этом в концепции не были установлены целевые показатели по достижению указанной цели, так же, как и не были определены в необходимом объеме и особенности государственной политики в сфере инноваций. По существу, это затрудняет оценивание результатов и подведение соответствующих итогов.

Видимо, поэтому через три года Правительством России принимается Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (далее – Стратегия), призванная «ответить на стоящие перед Россией вызовы и угрозы в сфере инновационного развития, определить цели, приоритеты и инструменты государственной инновационной полити-

ки...». При этом целью указанной стратегии как раз и является «перевод к 2020 году экономики России на инновационный путь развития...». Достижение заявленной цели обеспечивается посредством реализации ряда мероприятий, распределенных по следующим направлениям: 1) формирование компетенций инновационной деятельности; 2) инновационный бизнес; 3) эффективная наука; 4) инновационное государство; 5) инфраструктура инноваций; 6) участие в мировой инновационной системе; 7) территории инноваций. На достижение целей Стратегии будет оказывать влияние реализация государственных программ РФ «Развитие образования», «Развитие науки и технологий», «Экономическое развитие и инновационная экономика», «Информационное общество», а также мероприятий, направленных на стимулирование инновационной активности в рамках других государственных программ, в том числе реализуемых на уровне субъектов Федерации.

Важной особенностью Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года является система оценки ее выполнения, включающая две группы оценок. Первая группа оценок представляет собой совокупность 11 показателей, характеризующих переход экономики России на инновационный путь развития, являющийся главной целью Стратегии. Вторая группа представляет собой перечень 45 целевых индикаторов, оценивающих реализацию самой Стратегии. В Прил. 1 приводятся достигнутые (текущие) значения всех показателей по состоянию на 2010 г. и их планируемые значения, достигаемые к 2020 г. Аналогично в Прил. 2 приводятся значения 45 достигнутых (текущих) целевых индикаторов по итогам 2010 г., и их планируемые значения, достигаемые к 2020 г. с промежуточными контрольными сроками – в 2013 и 2016 гг. Принимая во внимание, что некоторые достигнутые значения получить по итогам 2010 г. не представляется возможным, в качестве таковых значений принимаются значения, достигнутые в более ранние периоды, что и отражается в соответствующем столбце.

Несмотря на такой положительный фактор, как наличие системы оценки выполнения Стратегии, тем не менее вызывает недоумение ее формирование на основе выделения совокупности показателей, характеризующих реализацию цели Стратегии, с одной стороны, и целевых индикаторов, характеризующих решение задач и обеспечивающих выполнение самой Стратегии, с другой. Более логичной была бы в этом случае система, основанная на единой (а не двойной) со-

вокупности целевых показателей, связанных между собой посредством зависимости, основанной на учете значимости той или иной задачи для достижения главной цели Стратегии. При этом использование перед словом «показатель» слова «целевой» имеет важное значение, оно уточняет (определяет) смысл показателя и его отношение к цели Стратегии. Следует также отметить, что в используемой системе оценки выполнения Стратегии часть целевых индикаторов выступает в качестве показателей, вызывая, таким образом, дополнительные сомнения в эффективности ее организации и снижая степень достоверности их использования при оценке достижения ее главной цели – перевода отечественной экономики на инновационный путь развития.

Система оценки выполнения Стратегии предполагает регулярное определение и мониторинг соответствующих показателей и целевых индикаторов. Согласно решению, принятому на Президиуме Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России, состоявшемуся 19.12.2014, ответственным исполнителем за обеспечение ежегодного мониторинга целевых индикаторов Стратегии определен Аналитический центр при Правительстве РФ. При этом данные по 25 целевым индикаторам должны ежегодно определяться (рассчитываться) Росстатом, а по остальным целевым индикаторам – федеральными органами исполнительной власти в соответствии с закреплением ответственности по определению установленных целевых индикаторов, приведенных в Прил. 2. При этом мониторинг показателя «Увеличение доли России на мировых рынках высокотехнологичных товаров и услуг (атомная энергетика, авиатехника, космическая техника и услуги, специальное судостроение и др.)» никем не осуществляется. Следует также отметить, что, несмотря на установление ответственности за подготовку и определение показателей и целевых индикаторов, полная оценка их выполнения в открытом доступе отсутствует, что существенно затрудняет проведение объективного анализа реализации Стратегии.

Принимая во внимание, что реализация Стратегии осуществляется в два этапа, оценим сначала ход выполнения первого этапа, реализовавшегося в период с 2011 по 2013 г. В отсутствие официальных отчетных документов, свидетельствующих о достигнутых значениях показателей и целевых индикаторов за указанный период, используем для проведения указанной оценки материалы Росстата, Минэкономразвития России, Российской венчурной

компании и Аналитического центра при Правительстве РФ, подготовленные в 2014 г., т. е. непосредственно после завершения указанного этапа. В табл. 1 представлены данные о соответствии фактических значений целевых индикаторов реализации Стратегии по итогам 2013 г. плановым, полученным на основе обобщения сведений согласно.

Согласно данным табл. 1, 42% целевых индикаторов не достигли плановых значений по итогам отчетного периода, что свидетельствует об имеющихся место проблемах в реализации Стратегии. При этом по одному из важнейших направлений Стратегии – «Инновационный бизнес» – не достигнуты плановые значения 67% целевых индикаторов. По направлениям Стратегии «Формирование компетенций инновационной деятельности», «Эффективная наука», «Инновационное государство», «Участие в мировой инновационной системе» и «Финансовое обеспечение» не достигнуты плановые значения 38, 33, 29, 75 и 25% целевых индикаторов соответственно. В свою очередь плановые значения целевых индикаторов достигнуты на 100% по направлениям «Инфраструктура инноваций» и «Территория инноваций».

Приведенная оценка данных, представленных в табл. 1, не позволяет тем не менее сделать однозначные выводы в отношении результатов реализации Стратегии, тем более что некоторые из значений целевых индикаторов, характеризующих важные стороны инновационного развития, превзошли плановые. В частности, фактическое значение целевого индикатора «Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг органи-

заций промышленного производства» составило 13,7%, превысив плановое значение указанного года в 1,67 раза, а фактическое значение за 2009 г. – более чем в три раза. Фактическое значение целевого индикатора «Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, организаций промышленного производства», составившее 8,9%, также превысило в 1,23 раза плановое (7,2%). Превышено и плановое значение целевого индикатора «Доля затрат на технологические инновации в общем объеме затрат на производство отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства». Так, его фактическое значение составило 2,2%, что выше, чем плановое в 1,12 раза. Достигнуты плановые значения и по ряду других целевых показателей.

Таким образом, при всей разнонаправленности результатов значений целевых индикаторов Стратегии, достигнутых в 2013 г., можно все-таки признать в целом политику в сфере инноваций, проводимую в 2012–2013 гг., как положительную. Благодаря предпринятым мерам за непродолжительный период времени по всем направлениям Стратегии удалось добиться вполне реальных результатов в отдельных секторах инновационной деятельности по всем указанным направлениям. Вместе с тем достигнутые результаты носят ярко выраженный фрагментарный характер и не могут в достаточной сфере свидетельствовать ни об эффективности проводимой инновационной политики, ни о достаточности мер, направленных на ее реализацию. Следствием такой политики является неспособность создать в указанный период базу

Таблица 1

Данные о соответствии фактических значений целевых индикаторов плановым по итогам 2013 г.

№ п/п	Направление	Всего	Достигнуты	Не достигнуты	Не рассчитывается
1	Формирование компетенций инновационной деятельности	8	4	3	1
2	Инновационный бизнес	12	3	8	1
3	Эффективная наука	6	4	2	–
4	Инновационное государство	7	5	2	–
5	Инфраструктура инноваций	2	2	–	–
6	Участие в мировой инновационной системе	4	1	3	–
7	Территории инноваций	2	2	–	–
8	Финансовое обеспечение	4	3	1	–
Итого		45	24	19	2

(платформу) для устойчивого инновационного развития. Это существенное обстоятельство, вне всякого сомнения, самым непосредственным образом оказывало негативное влияние на достижение целевых индикаторов на следующем этапе реализации Стратегии.

Чтобы удостовериться в этом, рассмотрим далее ход реализации Стратегии, положив в основу данные о целевых показателях ее реализации по итогам 2016 г. Выбор 2016 г. обусловлен определением его в качестве отчетного периода в соответствии со Стратегией. Обобщенная оценка исполнения плановых значений целевых индикаторов Стратегии по итогам 2016 г. приведена в табл. 2. В табл. 2 включены данные Росстата, обновленные по состоянию на 20.08.2019, определяемые в соответствии с Федеральным планом статистических работ, утвержденным Правительством РФ от 06.05.20208 № 671-р. При этом в графах табл. 2 указаны конкретные пункты Перечня целевых индикаторов реализации Стратегии, приведенные в Прил. 2 к настоящей статье. Следует отметить, что данные по 21 показателю, определение которых закреплено за

иными федеральными органами исполнительной власти, в табл. 2 не представлены из-за их отсутствия в открытом доступе.

По результатам данных, приведенных в табл. 2, можно отметить прежде всего наличие информации о значениях целевых индикаторов, определяемых Росстатом. В то же время значения целевых индикаторов, определяемые иными федеральными органами исполнительной власти, в открытых информационных ресурсах отсутствуют. В этой связи проведем оценку реализации Стратегии на основе данных статистического наблюдения целевых индикаторов за 2016 г. Для этого проведем формальную оценку достижения плановых значений целевых индикаторов по направлениям. Принимая во внимание отсутствие в полном объеме данных по целевым индикаторам, некоторые предварительные выводы, которые будут сделаны относительно эффективности решения задач в рамках отдельных направлений Стратегии, будут также основываться на заключениях и мнении экспертов, обладающих соответствующими компетенциями в рассматриваемых сферах деятельности.

Таблица 2

Обобщенные данные об исполнении целевых индикаторов Стратегии по итогам 2016 г.

№ п/п	Целевой индикатор	Всего индикаторов в группе	Выполненные пункты	Не выполненные пункты	Пункты, по которым приняты данные предыдущих лет	Пункты, по которым данные отсутствуют	Пункты, по которым данные не определены
1	Формирование компетенций инновационной деятельности	8	2	8	1 (2010), 7 (2015)		3, 4, 5, 6
2	Инновационный бизнес	12		10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20		9	14
3	Эффективная наука	6	22	21, 25			23, 24, 26
4	Инновационное государство	7	30	32			27, 28, 29, 31, 33
5	Инфраструктура инноваций	2					34, 35
6	Участие в мировой инновационной системе	4		38, 39			36, 37
7	Территории инноваций	2					40, 41
8	Финансовое обеспечение	4	42	43			44, 45
Итого		45	4	17	2	1	21

Первое направление – формирование компетенций инновационной деятельности. Рост фиксирует достижение планового значения только у одного целевого индикатора из четырех наблюдаемых, а именно: «Отношение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы в образовании к среднемесячной номинальной заработной плате по экономике страны в целом», составившее 76,5% (план 75–84%). Вместе с тем не достигнуто плановое значение целевого индикатора «Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети Интернет с персонального компьютера, в общем числе домохозяйств, составившее 70,3% (план – 90%). Данные по остальным целевым индикаторам реализации Стратегии на отчетный период не определены.

В качестве предварительных выводов по реализации данного направления Стратегии можно отметить следующее. По мнению экспертов, значение этого направления хотя и является важным для обеспечения инновационного процесса, тем не менее его влияние не оказывает непосредственного воздействия на получение немедленного результата и будет иметь значение для долгосрочного периода инновационного развития страны. Вместе с тем меры по формированию компетенций инновационной деятельности должны обеспечить создание условий для формирования у граждан качеств «инновационного человека», позволяющих ему не только адаптивно воспринимать постоянные изменения, но и активно выступать инициатором этих изменений для проведения инновационных преобразований. С учетом проведенной оценки достижения целевых индикаторов и мнений экспертов приходится констатировать, что предпринятые в рамках данного направления реализации Стратегии меры к решению ключевых вопросов оказались недостаточно эффективны. Закономерно в этой связи определить новые подходы, направленные на повышение эффективности формирования компетенций инновационной деятельности и связанные с развитием образования, обучением инновационному предпринимательству, стимулированием инновационной активности молодежи, формированием культуры инноваций и повышением престижа инновационной деятельности.

Очевидно, что именно образование призвано на всех этапах, начиная с дошкольного, способствовать формированию таких навыков и компетенций у обучаемых, при которых они смогут уверенно встраиваться в систему инновационных отношений, раскрывая при этом свой творческий потенциал, основанный на полученных

знаниях и накопленном опыте. Принимая во внимание, что центральным элементом системы образования выступает преподаватель, ключевой задачей в этой связи является прежде всего повышение уровня его компетенции. Опережающее обучение и стимулирование самообразования должны стать приоритетом образовательной политики в отношении этой крайне важной категории работников. Кроме того, учитывая исключительно высокие темпы технологических преобразований и появления новых знаний, ключевой задачей в образовательной сфере становится также развитие системы непрерывного образования, создание условий, стимулирующих и мотивирующих всех заинтересованных граждан к постоянному на протяжении всей жизни повышению квалификации и переподготовке. Необходимым условием развития непрерывного образования является совершенствование инфраструктуры, включающей совокупность программ, технологий и материально-технического обеспечения, участвующих в образовательном процессе.

Наряду с получением соответствующего образования, важным условием для формирования компетенций инновационной деятельности является обучение инновационному предпринимательству. Очевидно, что обучать инновационному предпринимательству целесообразно ту часть населения, которая наиболее готова и приспособлена к этому. С этой точки зрения наиболее полно удовлетворяют такому подходу следующие категории населения: начинающие предприниматели, участвующие в предпринимательской деятельности; студенты выпускных курсов технических и естественно-научных вузов, принимающих участие в инновационной деятельности; молодые специалисты предприятий и организаций, повышающие свою квалификацию. Обучение инновационному предпринимательству должно реализовываться посредством различных междисциплинарных программ, основанных на изучении правовых основ предпринимательской и инновационной деятельности, национальной информационной системы, организации управления инновациями, механизмов государственной поддержки инноваций и их коммерциализации.

Второе направление – инновационный бизнес. По существу, именно бизнес является движущей силой инновационного процесса, выступая одновременно в роли производителя и потребителя инноваций. В этой связи достижение плановых значений наблюдаемых индикаторов в рамках данного направления Стратегии свидетельствует о наличии условий для ведения

инновационной деятельности и эффективности функционирования отечественной инновационной системы. И, разумеется, наоборот. В этой связи недостижение, по данным Росстата, плановых значений 10 индикаторов из 11 свидетельствует практически о провале государственной политики по формированию в России благоприятных условий, направленных на повышение активности субъектов предпринимательства в сфере инноваций.

Отставание достигнутых значений от плановых составляет для отдельных индикаторов более 100%. Например, доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве организаций, составила 7,3% при плановом значении индикатора 15%; доля инновационных товаров, работ, услуг, новых для рынка сбыта организаций, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства составила 1,0% при плановом значении индикатора 5,0%. При этом следует также отметить, что некоторые значения индикаторов, не достигших плановых значений, имеют отрицательную динамику по сравнению с 2013 г. К таким индикаторам, в частности, относятся: «Коэффициент изобретательской активности» – число отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в России на 10 тыс. чел. населения (2013 г. – 2,0 ед.; 2014 г. – 1,65; 2015 г. – 2,0; 2016 г. – 1,83 ед.), «Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг организаций промышленного производства» (2013 г. – 13,7%; 2014 г. – 11,5; 2015 г. – 8,9; 2016 г. – 8,4%) и некоторые другие.

Третье направление – эффективная наука. Из наблюдаемых Росстатом трех целевых индикаторов планового значения достиг только один – «Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей». Его значение составило 43,3% при плановой величине целевого индикатора 33,6%. Не достигли плановых значений два целевых индикатора: «Средний возраст исследователей» со значением 46 лет (план – 45 лет) и «Доля сектора высшего образования во внутренних затратах на исследования и разработки» со значением 9,1% (план – 12%).

Четвертое направление – инновационное государство. Согласно данным Росстата, планового значения достиг целевой индикатор «Доля лиц старше 50 лет, занимающих должности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы, в общей численности лиц, занимающих долж-

ности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы», составивший 37,8% (план – 40%). Не достигнуто плановое значение целевого индикатора «Доля государственных служащих, получающих ежегодно дополнительное образование за рубежом, в общей численности государственных служащих» – 0,1% (план – 1,0%).

Пятое направление – инфраструктура инноваций. Данные по указанному направлению Росстатом не наблюдаются и не определяются.

Шестое направление – участие в мировой инновационной системе. Данные Росстата свидетельствуют о том, что из двух наблюдаемых целевых индикаторов ни один не достиг планового значения. В частности, фактическое значение целевого индикатора «Сальдо экспорта – импорта технологий» составило минус 1221,7 млрд долл. США (план – минус 0,6 млрд долл. США), а фактическое значение целевого индикатора «Доля ученых в возрасте до 39 лет в общей численности ученых, направленных на работу (стажировку) в зарубежные научные организации» – 5,6% (план – 48,5%).

Седьмое направление – территории инноваций. Данные по указанному направлению Росстатом не наблюдаются и не определяются.

Восьмое направление – финансовое обеспечение. Согласно данным Росстата, из двух наблюдаемых целевых индикаторов зафиксировано достижение одного – «Внутренние затраты на исследования и разработки». Его значение, в частности, составило 1,1% ВВП при плане 1,9% ВВП. В свою очередь значение целевого индикатора «Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования», в том числе бюджетные средства, составило 65,9% (план – 63%), внебюджетные средства – 34,1% (план – 37%).

Оценка результатов достижения плановых значений индикаторов Стратегии по итогам 2016 г., проведенная ранее, несмотря на отсутствие данных по ряду индикаторов, представляемых федеральными органами исполнительной власти, позволяет сделать определенные выводы. Однако для повышения достоверности этих выводов оценим также результаты аналитического доклада «Глобальный индекс инноваций» (ГИИ – 2019), опубликованного в июле 2019 г. Корнельским университетом (Cornell University), Всемирной организацией интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization) и Международной бизнес-школой INSEAD с целью получения дополнительной информации о ситуации с инновационным развитием в России.

В указанном докладе эксперты оценили инновационное развитие разных стран, находящихся на разных уровнях экономического развития, с определением для каждой из них соответствующего индекса на основе 80 различных показателей. При этом указанный индекс рассчитывается как взвешенная сумма оценок двух типов показателей (субиндексов): первый характеризует инновационный потенциал страны (субиндекс ресурсов инноваций); второй – условия его реализации (субиндекс результатов инноваций). Итоговый индекс, таким образом, представляет собой соотношение понесенных затрат и достигнутого результата, позволяющее более объективно оценить эффективность инновационной деятельности в той или иной стране. «В рамках ГИИ странам не только присваиваются рейтинги в зависимости от их возможностей и результативности их усилий в сфере инноваций, но также данные ГИИ позволяют получить информацию о динамике глобальных инноваций, давая возможность понять, каким странам удастся добиваться выдающихся успехов в своей инновационной деятельности, а каким – получать наиболее эффективную отдачу от своих инвестиций в создание благоприятных условий для инноваций в виде результатов инновационных процессов, – отмечает бывший декан и профессор в области управления Корнельского университета (входит в число издателей ГИИ) Сумитра Дутта. – Уроки, которые можно извлечь из опыта этих лидеров инновационной деятельности, являются полезными ориентирами для других в том, что касается политики в сфере инноваций».

На основании итогового индекса составлен рейтинг 129 стран мира. Первое место в этом рейтинге заняла Швейцария с индексом 67,2, уверенно удерживая это место на протяжении последних восьми лет. Очередной рывок совершил Китай, заняв 14-ю строчку с индексом 54,8 при том, что в 2008 г. страна занимала лишь 37-е место. Россия не смогла улучшить своего положения в рейтинге и осталась на том же 46-м

месте (индекс 37,6), что и в рейтинге за предыдущий год. Отсутствие положительной динамики России в рейтинге ГИИ объясняется экспертами низкими значениями таких показателей, как политическая стабильность и безопасность (91-е место), власть закона, верховенство права (111-е место), качество регулирования (103-е место), эффективность логистики (97-е место), экологическая устойчивость (101-е место), ВВП на единицу использования энергии (113-е место) и др. В то же время эксперты указывают на высокие результаты России по таким компонентам индекса, как образование и открытость бизнеса к инновационной деятельности. В числе отдельных составляющих индекса, где также отмечены сильные позиции России, фигурируют легкость запуска бизнеса, доступ к информационным и коммуникационным технологиям и их использование, создание мобильных приложений. Сравнения показателей рейтинга ГИИ – 2019 с результатами значения ГИИ России в отдельные годы приводятся в табл. 3.

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют, в частности, о том, что на протяжении последних лет позитивных изменений положения России в рейтинге ГИИ не происходит. При этом, несмотря на некоторое повышение инновационного потенциала (потенциала инноваций), результативность инноваций в России заметно снижается. За период с 2016 по 2019 г. рейтинг страны по показателю «Результаты инноваций» опустился с 47-го места на 59-е. Это обстоятельство ставит вопрос об эффективности реализуемой в России государственной политики в сфере инноваций и особенно в сфере регулирования. Россия находится в первой десятке лидеров по интенсивности затрат на технологические инновации (т. е. их доли в общем объеме отгруженной продукции); при этом разрыв в уровне результативности инновационной деятельности по-прежнему остается заметным.

Ключевой характеристикой результативности инновационной деятельности, согласно ре-

Таблица 3

Обобщенные показатели ГИИ – 2019

Год проведения исследования	ГИИ	Потенциал (ресурсы) инноваций	Результаты инноваций	Эффективность инноваций
2019	46	41	59	Исключен
2018	46	43	56	77
2017	45	43	51	75
2016	43	44	47	69

зультатам аналитического доклада ГИИ – 2019, является показатель удельного веса продукции, основанной на новых и усовершенствованных технологиях, в общем объеме продаж. В России его величина составила в 2018 г. лишь 6,5%, что соответствует 24-му месту в ранжированном ряду стран Европейского Союза (ниже России – Польша, Болгария, Люксембург и Румыния). Наиболее выгодные позиции у Словакии и Испании, где пятая часть отгруженной продукции относится к категории инновационной. Кроме того, высокие значения показателя, вдвое и более превосходящие российский уровень результативности, отмечены в Великобритании (15,5%), Литве (14,7), Германии (14), Бельгии (13,6), Чехии (13%).

Результаты и выводы аналитического доклада ГИИ – 2019 демонстрируют, таким образом, неравномерность позиций нашей страны по различным аспектам развития инноваций. При этом в значительной степени указанные результаты и выводы коррелируются с результатами, наблюдаемыми органами отечественной статистики. В целом это свидетельствует прежде всего о неэффективности политики в сфере инноваций, проводимой в России. По существу, основные направления инновационного развития, призванные обеспечить переход российской экономики на инновационный путь развития, что должно быть подтверждено достижением соответствующих индикаторов, не оказали заметного положительного влияния на функционирование национальной системы. Более того, часть индикаторов, характеризующих отдельные направления инновационного развития, имеют негативную динамику, что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии соответствующих сфер инновационной деятельности и факторов, их обуславливающих.

Приведенные данные позволяют сделать общий вывод о том, что принятая в России в 2011 г. Стратегия не реализована, а большинство целевых индикаторов не достигли установленных плановых значений. Приходится при этом констатировать, что провозглашенный Стратегией курс на переход отечественной экономики на инновационный путь развития в указанный период не состоялся и, по существу, переносится на неопределенный срок в будущем. Особое удивление в этом случае вызывает позиция органов государственной власти, не уделяющих должного внимания сложившейся ситуации. Налицо явное недопонимание роли инноваций в экономическом развитии страны, без которых невозможно достижение высоких социально-экономических показателей и обеспечение

качественных преобразований в отраслях экономики и сферах деятельности. Необходимость обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны обуславливает в современных условиях особую актуальность инноваций и их эффективное внедрение в хозяйственный оборот.

Справедливости ради следует отметить, что одновременно с реализацией Стратегии в России были предприняты дополнительные меры, направленные на стимулирование инновационного развития. В частности, в 2013 г. была проведена реформа учреждений Российской академии наук, в период 2011–2015 гг. в стране были созданы 26 инновационных кластеров, а также организована Особая экономическая зона «Инополис». Особенно масштабными представляются меры, связанные с поддержкой создания и развития в России перспективных отраслей, которые могут стать основой мировой науки. Эти меры начали реализовываться с 2014 г. и были названы Национальной технологической инициативой (НТИ). Национальная технологическая инициатива фокусируется на рынках, формирующихся на основе нового технологического уклада, переход к которому планируется осуществить в ближайшие 15–20 лет. Следует, однако, отметить, что, несмотря на попытки внесения корректив в государственную политику в сфере инноваций в некоторых сферах, обеспечить достижение заметных результатов в реализации Стратегии в преддверии ее завершения, по существу, не удалось.

Разумеется, однозначно определить причины столь неблагоприятной ситуации, сложившейся с выполнением Стратегии, в подобном исследовании не представляется возможным – слишком много обстоятельств и факторов оказывает влияние на ее реализацию. Вместе с тем, принимая во внимание крайне низкую результативность инновационной деятельности в России в указанный период, а также то обстоятельство, что общее финансирование расходов на развитие указанной деятельности, хотя и не достигает уровня стран-лидеров в этой сфере, все же сопоставимо со среднеевропейским уровнем, отметим, что фундаментальной причиной такого состояния дел в сфере инноваций является неудовлетворительное качество инновационной среды, препятствующей, по существу, распространению инноваций через социально-экономическую систему страны.

Несмотря на то, что Стратегия в целом верно определяет ключевые направления государственной политики в сфере инноваций, конкретные меры этой политики оказались ма-

лодейственными. С другой стороны, даже те меры, которые составляли содержание государственной политики в данной сфере, проводились в период с 2011 по 2020 г. непоследовательно и не в полном объеме. Недостаточность принимаемых мер, бесспорно, обусловила серьезные пробелы в функционировании институтов, подготовке специалистов с высшим образованием, повышении престижа и значе-

ния ученых и исследователей, развитию инфраструктуры и рынка венчурного капитала. При этом, как представляется, неспособность обеспечить реализацию эффективной государственной политики по реализации Стратегии в значительной степени связана с низким качеством управления, реализуемого органами государственного управления, наделенных соответствующими полномочиями.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Показатели, характеризующие переход экономики на инновационный путь развития

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя по итогам 2010 г.	Планируемое значение показателя к 2020 г.
1	Увеличение доли предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве предприятий промышленного производства	9,4% за 2009 г.	До 40–50%
2	Увеличение доли России на мировых рынках высокотехнологичных товаров и услуг (атомная энергетика, авиатехника, космическая техника и услуги, специальное судостроение и др.)	Не определено	До 5–10% в 5–7 и более секторах экономики
3	Увеличение доли экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме экспорта высокотехнологичных товаров	0,25% за 2008 г.	До 2%
4	Увеличение валовой добавленной стоимости инновационного сектора в валовом внутреннем продукте	12, 7% за 2009 г.	До 17–20%
5	Увеличение доли инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции	4,9%	До 25–35%
6	Повышение внутренних затрат на исследования и разработки	1,3%	2,5–3% ВВП, из них больше половины – за счет частного сектора
7	Увеличение доли публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций в мировых научных журналах	2,08%	До 3%
8	Увеличение количества цитирований в расчете на одну публикацию российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science)	2,4 ссылки на статью	До 4 ссылок
9	Увеличение количества российских вузов, входящих в число 200 ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов (Quacquarelli Symonds World University Rankings)	1 вуз	До 4 ед.
10	Увеличение количества патентов, ежегодно регистрируемых российскими физическими и юридическими лицами в патентных ведомствах ЕС, США и Японии	63 патента за 2009 г.	До 2,5–3 тыс. патентов
11	Увеличение доли средств, получаемых за счет выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в структуре средств, поступающих в ведущие российские университеты за счет всех источников финансирования	Не определено	До 25%

Перечень целевых индикаторов реализации Стратегии

№ п/п	Наименование целевого индикатора	Источник предоставления данных	Годы			
			2010	2013	2016	2020
I. Формирование компетенций инновационной деятельности						
1	Доля населения в возрасте 5–18 лет, охваченная образованием, в общей численности населения в возрасте 5–18 лет, %	Росстат	93,6 (2009)	94,6	96,7	97,0
2	Отношение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы в образовании к среднемесячной номинальной заработной плате по экономике страны в целом, %	Росстат	66,7	67–72	75–84	90–100
3	Количество вузов, входящих в число 200 ведущих университетов согласно Мировому рейтингу университетов (Quacquarelli Symonds World University Rankings), ед.	Минобрнауки России	1	1	2	4
4	Доля обучающихся по программам, соответствующим требованиям федеральных государственных образовательных стандартов нового поколения, в общей численности обучающихся текущего года (по уровням образования), %: – общее образование – начальное и среднее профессиональное образование – высшее профессиональное образование	Минобрнауки России	– – –	20 75 45	65 100 100	95 100 100
5	Доля выпускников учреждений профессионального образования, работающих по специальности не менее 3 лет, в общей численности выпускников учреждений профессионального образования, %	Минобрнауки России	45	51	55	60
6	Доля обучающихся по программам общего образования, участвующих в олимпиадах и конкурсах различного уровня, в общей численности обучающихся по программам общего образования, %	Минобрнауки России	27	35	42,5	50
7	Доля населения, участвующего в непрерывном образовании (за последние 12 месяцев), в числе опрошенных в возрасте от 25 до 64 лет, %	Росстат	30,8	33	40	55
8	Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети Интернет с персонального компьютера, в общем числе домохозяйств, %	Росстат	34 (2009)	70	90	95
II. Инновационный бизнес						
9	Валовая добавленная стоимость инновационного сектора, % ВВП	Росстат	12,7 (2009)	13,5	15,2	17
10	Коэффициент изобретательской активности (число отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в России на 10 тыс. чел. населения), ед.	Росстат	2,0	2,1	2,3	2,8

Продолжение табл. П2

№ п/п	Наименование целевого индикатора	Источник предоставления данных	Годы			
			2010	2013	2016	2020
11	Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве организаций, % всего в том числе: – добывающие, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды – связь, деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий	Росстат	7,7 (2009)	9,6	15	25
			9,4 (2009)	10,8	20	40
			10,1 (2009)	22,1	25	35
12	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг организаций промышленного производства, %	Росстат	5,5 (2009)	8,2	12	15
13	Интенсивность затрат на технологические инновации организаций промышленного производства (доля затрат на технологические инновации в общем объеме затрат на производство отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства), %	Росстат	1,9 (2009)	1,95	2,0	2,5
14	Число договоров о торговле лицензиями и об отчуждении прав на патенты, заключенных юридическими лицами (гражданами) Российской Федерации, ед.	Роспатент	2860	более 4000	более 15 000	более 40 000
15	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, организаций промышленного производства, %	Росстат	4,9	7,2	15,4	25
16	Доля инновационных товаров, работ, услуг, новых для рынка сбыта организаций, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства, %	Росстат	0,4 (2009)	2	5	8
17	Доля новых для мирового рынка инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства, %	Росстат	0,03 (2009)	0,04	0,12	0,28
18	Совокупный уровень инновационной активности организаций промышленного производства (доля организаций промышленного производства, осуществляющих технологические, организационные и (или) маркетинговые инновации, в общем количестве таких организаций), %	Росстат	11 (2009)	24	47	60
19	Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем количестве организаций, %	Росстат	56 (2009)	85	95	98
20	Доля организаций, имеющих веб-сайт, в общем количестве организаций	Росстат	24 (2009)	75	80	90

Продолжение табл. П2

№ п/п	Наименование целевого индикатора	Источник предоставления данных	Годы			
			2010	2013	2016	2020
III. Эффективная наука						
21	Средний возраст исследователей, лет	Росстат	49 (2008)	47,5	45	43
22	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей, %	Росстат	32,8	33,1	33,6	35
23	Доля России в общемировом количестве публикаций в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science), %	Минобрнауки России	2,08	2,3	2,5	3,0
24	Число цитирований в расчете на одну публикацию российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science), ед.	Минобрнауки России	2,4	2,7	3,4	4,0
25	Доля сектора высшего образования во внутренних затратах на исследования и разработки, %	Росстат	8,4	10	12	15
26	Доля средств, получаемых за счет выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в структуре средств, поступающих в ведущие российские университеты за счет всех источников, %	Минобрнауки России	15	Не менее 15	Не менее 20	Не менее 25
IV. Инновационное государство						
27	Место РФ в международном рейтинге по индексу развития информационных технологий	МСЭ	48	В числе 45 ведущих стран	В числе 10 ведущих стран	В числе 10 ведущих стран
28	Доля федеральных государственных услуг, которые население может получить в электронном виде, в общем количестве таких услуг, %	МЭР России	– (2008)	98	100	100
29	Доля городских округов и муниципальных районов, на территории которых созданы многофункциональные центры предоставления государственных и муниципальных услуг, в общем количестве городских округов и муниципальных районов, %	МЭР России	6,6	60	100	100
30	Доля лиц старше 50 лет, занимающих должности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы, в общей численности лиц, занимающих должности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы, %	Росстат	48	43	40	30
31	Доля государственных служащих, свободно владеющих иностранным языком, в общей численности государственных служащих, %	Минтруд России	–	3	10	20

Продолжение табл. П2

№ п/п	Наименование целевого индикатора	Источник предоставления данных	Годы			
			2010	2013	2016	2020
32	Доля государственных служащих, получающих ежегодно дополнительное образование за рубежом, в общей численности государственных служащих, %	Росстат	0,1	0,4	1	3
33	Доля лиц, занимающих должности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы, получивших высшее профессиональное образование за рубежом, в общей численности лиц, занимающих должности руководителей высшей и главной групп должностей государственной гражданской службы, %	Минобрнауки России	Более 0,5	1,6	4	12
V. Инфраструктура инноваций						
34	Количество вновь созданных малых инновационных предприятий при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, ед.	Минобрнауки России	483	500	600	700
35	Число организаций – пользователей научным оборудованием федеральных центров коллективного пользования научным оборудованием, ед.	Минобрнауки России	1000	1050	1200	1400
VI. Участие в мировой инновационной системе						
36	Доля экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме экспорта высокотехнологичных товаров, %	Минпромторг России	0,25 (2008)	0,4	1,1	2
37	Количество триадных патентных семей (патентов, ежегодно регистрируемых российскими физическими и юридическими лицами в патентных ведомствах ЕПО, USPTO и JPO), ед.	Роспатент	63 (2009)	Более 300	Более 1000	Более 2500
38	Сальдо экспорта – импорта технологий, млрд долл. США	Росстат	-1 (2009)	-0,9	-0,6	Более 0,3
39	Доля ученых в возрасте до 39 лет в общей численности ученых, направленных на работу (стажировку) в зарубежные научные организации, %	Росстат	23	37	48,5	50
VII. Территории инноваций						
40	Количество субъектов Российской Федерации, получивших поддержку в рамках новых федеральных механизмов содействия субъектам Российской Федерации, активно инвестирующим в стимулирование инновационной деятельности, накопительным итогом, ед.	МЭР России	–	5	12	15
41	Количество инновационных кластеров, получивших федеральную поддержку после 2010 г. и сумевших удвоить высокотехнологичный экспорт с момента такой поддержки, накопительным итогом, ед.	МЭР России	–	–	4	7

Продолжение табл. П2

№ п/п	Наименование целевого индикатора	Источник предоставле- ния данных	Годы			
			2010	2013	2016	2020
VIII. Финансовое обеспечение						
42	Внутренние затраты на исследования и разработки, % ВВП	Росстат	1,3	1,5	1,9	3,0
43	Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования, % в том числе: бюджетные средства внебюджетные средства	Росстат				
			69 31	67 33	63 37	47 53
44	Внутренние затраты на образование, % ВВП	Минфин России	5,1	4,8	5,4	6,5
45	Государственные расходы на образование, % ВВП	Минфин России	4,2	4,1	4,5	5,3

ЛИТЕРАТУРА

1. Глобальный индекс инноваций 2019 года. URL: www.wipo.int (дата обращения: 20.08.2021).
2. Доклад Аналитического центра при Правительстве РФ о человеческом развитии в Российской Федерации. Цели устойчивого развития. ООН и Россия. URL: <http://www.ac.gov.ru/11068.pdf> (дата обращения: 20.08.2021).
3. Еферица Т. В., Кочкина Н. Н., Лизунова В. О., Просянюк Д. В. Системные барьеры инновационного бизнеса в России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2016. № 2. С. 49–71.
4. Закон Санкт-Петербурга от 01.07.2009 № 371-70 «О государственных информационных системах Санкт-Петербурга».
5. Закон Санкт-Петербурга от 19.12.2018 № 771-164 «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года».
6. Инновационная активность крупного бизнеса в России. Механизмы, объекты, перспективы. URL: https://www.nes.ru/dataupload/files/projects/innovative-activity/Survey_barriers_rus_Eversion.pdf (дата обращения: 20.08.2021).
7. Исполнение показателей Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года: аналитич. записка Аналитического центра при Правительстве РФ, декабрь 2014 года. URL: dosiewer.yandex.ru/4844.pdf (дата обращения: 20.08.2021).
8. О реализации Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года. Доклад Министерства экономического развития РФ 19.12.2014. URL: ststic.government.ru (дата обращения: 20.08.2021).
9. Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».
10. Постановление Правительства РФ от 29.09.2017 № 1184 «Об утверждении Положения о разработке и реализации планов мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров».
11. Презентация «Публичное обсуждение национального доклада об инновациях в России». 13.01.2016. РВК, Министерство экономического развития РФ. URL: <https://www.rvc.ru/upload/iblock/fea/Gaidar.pdf> (дата обращения: 20.08.2021).
12. Развитие инноваций в России. Доклад Экспертного совета при Правительстве РФ. 25.07.2014. URL: budget.open.gov.ru (дата обращения: 20.08.2021).
13. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р «Концепция долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года».
14. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «О Стратегии инновационного развития России на период до 2020 года».
15. Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2014 № 2769-р «Об утверждении Концепции региональной информатизации».
16. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
17. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».
18. Россия: курс на инновации. Открытый экспертно-аналитический отчет о ходе реализации Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года. Вып. III. URL: www.rvc.ru/2015_Public_report_Strategy_Innovative_Development_RU_web.pdf (дата обращения: 20.08.2021).

19. Указ Президента РФ от 01.04.1996 № 440 «О концепции перехода РФ к устойчивому развитию».
20. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
21. Указ Президента РФ от 05.12.2016 № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации».
22. Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «Об утверждении Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».
23. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».
24. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года».
25. Указ Президента РФ от 25.04.2019 № 193 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов РФ и деятельности исполнительных органов государственной власти субъектов РФ».
26. Целевые индикаторы реализации Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года. Данные Росстата. URL: dosiewer.yandex.ru (дата обращения: 20.08.2021).

REFERENCES

1. Global'nyi indeks innovatsii 2019 goda. Available at: www.wipo.int (accessed: 15.06.2021).
2. Doklad Analiticheskogo tsentra pri Pravitel'stve RF o chelovecheskom razvitii v Rossiiskoi Federatsii. Tseli ustoichivogo razvitiya. OON i Rossiya. Available at: <http://www.ac.gov.ru/11068.pdf> (accessed: 15.06.2021).
3. Eferina T. V., Kochkina N. N., Lizunova V. O., Prosyanyuk D. V. Sistemnye bar'ery innovatsionnogo biznesa v Rossii // Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya. 2016;(2):49–71. (In Russ.).
4. Zakon Sankt-Peterburga ot 01.07.2009 № 371-70 «O gosudarstvennykh informatsionnykh sistemakh Sankt-Peterburga». (In Russ.).
5. Zakon Sankt-Peterburga ot 19.12.2018 № 771-164 «O Strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sankt-Peterburga na period do 2035 goda». (In Russ.).
6. Innovatsionnaya aktivnost' krupnogo biznesa v Rossii. Mekhanizmy, ob"ekty, perspektivy. Available at: https://www.nes.ru/dataupload/files/projects/innovative-activity/Survey_barriers_rus_Eversion.pdf (accessed: 15.06.2021).

7. Ispolnenie pokazatelei Strategii innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 goda: analitich. zapiska Analiticheskogo tsentra pri Pravitel'stve RF, dekabr' 2014 goda. Available at: dosiewer.yandex.ru/4844.pdf (accessed: 15.06.2021).
8. O realizatsii Strategii innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 goda. Doklad Ministerstva ekonomicheskogo razvitiya RF 19.12.2014. Available at: ststic.government.ru (accessed: 15.06.2021).
9. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 18.04.2016 № 317 «O realizatsii Natsional'noi tekhnologicheskoi initsiativy». (In Russ.).
10. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29.09.2017 № 1184 «Ob utverzhdenii Polozheniya o razrabotke i realizatsii planov meropriyatii po sovershenstvovaniyu zakonodatel'stva i ustraneniyu administrativnykh bar'erov». (In Russ.).
11. Prezentatsiya «Publichnoe obsuzhdenie natsional'nogo doklada ob innovatsiyakh v Rossii». 13.01.2016. RVK, Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya RF. Available at: <https://www.rvc.ru/upload/iblock/fea/Gaidar.pdf> (accessed: 15.06.2021).
12. Razvitie innovatsii v Rossii. Doklad Ekspertnogo soveta pri Pravitel'stve RF. 25.07.2014. Available at: budget.open.gov.ru (accessed: 15.06.2021).
13. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 № 1662-r «Kontseptsiya dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii na period do 2020 goda». (In Russ.).
14. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 08.12. 2011 № 2227-r «O Strategii innovatsionnogo razvitiya Rossii na period do 2020 goda». (In Russ.).
15. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2014 № 2769-r «Ob utverzhdenii Kontseptsii regional'noi informatizatsii». (In Russ.).
16. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 28.07.2017 № 1632-r «Ob utverzhdenii programmy "Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii"». (In Russ.).
17. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 13.02.2019 № 207-r «Ob utverzhdenii Strategii prostranstvennogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda». (In Russ.).
18. Rossiya: kurs na innovatsii. Otkrytyi ekspertno-analiticheskii otchet o khode realizatsii Strategii innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 goda. Vyp. III. Available at: www.rvc.ru/2015_Public_report_Strategy_Innovative_Development_RU_web.pdf (accessed: 15.06.2021).
19. Ukaz Prezidenta RF ot 01.04.1996 № 440 «O kontseptsii perekhoda RF k ustoichivomu razvitiyu». (In Russ.).
20. Ukaz Prezidenta RF ot 01.12.2016 № 642 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii». (In Russ.).
21. Ukaz Prezidenta RF ot 05.12.2016 № 646 «Ob utverzhdenii Doktriny informatsionnoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii». (In Russ.).

22. Ukaz Prezidenta RF ot 19.04.2017 № 176 «Ob utverzhdenii Strategii ekologicheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda» (In Russ.).
23. Ukaz Prezidenta RF ot 09.05.2017 № 203 «O Strategii informatsionnogo obshchestva v Rossiiskoi Federatsii na 2017–2030 gody». (In Russ.).
24. Ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2018 № 204 «O nacional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii do 2024 goda». (In Russ.).
25. Ukaz Prezidenta RF ot 25.04.2019 № 193 «Ob otsenke effektivnosti deyatel'nosti vysshikh dolzhnostnykh lits (rukovoditelei vysshikh ispolnitel'nykh organov gosudarstvennoi vlasti) sub"ektov RF i deyatel'nosti ispolnitel'nykh organov gosudarstvennoi vlasti sub"ektov RF». (In Russ.).
26. Tselevye indikatory realizatsii Strategii innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 goda. Dannye Rosstata. Available at: dosiewer.yandex.ru (accessed: 15.06.2021).

УДК 658.1

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-51-57

Наталья Львовна Гагулина

кандидат физико-математических наук, доцент
Институт проблем региональной экономики РАН
Санкт-Петербург, Россия

РЕГУЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ НАУКОЕМКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ¹

Аннотация. В статье проведен анализ институционального обеспечения регулирующих функций государства в таких областях, как искусственный интеллект и робототехника. За основу анализа взята Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года.

В числе проблемных областей регулирования отмечены ограничение конкуренции, потеря гибкости экономических взаимоотношений и нарушение рыночного равновесия. Показано, что решение обозначенных проблем требует применения комплексного подхода. Так, для реализации концепции «умный город» нужно не только ослабить или снять регуляторные барьеры, но и воспользоваться дополнительными инструментами, которые уже нашли применение в мировой практике. Рассмотрена возможность применения теоретико-методологической базы экономики качества. Решением значительной части проблем цифровизации экономики региона является применение при управлении развитием умного города международного стандарта «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов».

Ключевые слова: трансформация, экономика знаний, государственное управление, технология, инновации, качество жизни.

Natalya L. Gagulina

PhD in Physico-mathematical Sciences, Associate Professor
Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences
St. Petersburg, Russia

REGULATION IN MANAGEMENT OF HIGH-TECH INDUSTRIES

Abstract. The article analyzes the institutional provision of the regulatory functions of the state in such areas as artificial intelligence and robotics. The analysis is based on the Concept of the development of regulation of relations in the field of artificial intelligence and robotics technologies until 2024.

Among the problematic areas of regulation are the restriction of competition, the loss of flexibility in economic relations and the market disequilibrium. It is shown that the solution of these problems requires an integrated approach. So, to implement the concept of “smart city”, it is necessary not only to weaken or remove regulatory barriers, but also to use additional tools that have already applied in the world practice. An opportunity of applying of theoretical and methodological base of quality economics is considered. The solution to a significant part of the problems of digitalization of the region’s economy is the use in the management of the development of the “smart city” the international standard “Sustainable cities and Communities – Indicators for smart cities”.

Keywords: transformation, knowledge economy, public administration, technology, innovations, quality of life.

Введение

Развитие наукоемких производств для обеспечения экономического роста и конкурентоспособности экономики – одна из основных функций экономики знаний. Такое проявление влияния научно-технологической деятельности на экономический рост определяет спектр наукоемких видов деятельности.

В системе российской государственной статистики в числе наукоемких видов деятельности, выделенных для учета, предусмотрены: деятельность водного, воздушного и космического транспорта, деятельность в области электросвязи, а также деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий. Важная особенность перечисленных видов деятельности связана с высокими затратами на НИОКР, а предприятия, которые выполняют такую деятельность, нуждаются в интенсивном взаимодействии с научными центрами, университетами и другими генераторами знаний. Специфика наукоемких

¹ Статья подготовлена по результатам ФНИ по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.

производство, их высокая значимость для современной экономики объясняет необходимость государственного вмешательства в их развитие.

Цель, поставленная в данной работе, состоит в определении участия государства в подготовке отраслевого прорыва высокотехнологичных производств, а именно регулирующей роли государства в сфере наукоемких производств. Для этого необходимо проанализировать институциональные основы регулирования в сфере наукоемких производств и провести поиск теоретико-методологической основы регулирования сферы технологий искусственного интеллекта и робототехники.

Институциональные основы регулирования в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники

Рост общественного благосостояния в Европе и Соединенных Штатах Америки за последние 40 лет, перспективы дальнейшего роста в значительной мере связаны с усилением влияния экономики знаний и новейших технологий на экономику [1]. Технологии внесли значительный вклад в рост производительности труда за счет сокращения рабочей силы, экономии затрат посредством внедрения автоматизации.

Автоматизация и искусственный интеллект, основанные на обширном применении цифровых технологий, вызывают сегодня много споров как в общественной, так и в научной среде в связи с возможными проблемами их дальнейшего применения:

– новейшие технологии могут не только улучшить работу при их использовании для дополнения человеческих возможностей, но и вытеснить рабочие места, которые сегодня обеспечивают доход значительной части населения;

– современные технологии могут улучшить здоровье, приблизить человечество к долголетию, если их использование включает прорывы в персонализированной медицине и лучшую профилактику заболеваний. В то же время они способны вызывать стресс, увеличивая интенсивность, напряженность работы, а значит, способны повысить заболеваемость и сократить период здоровой, полноценной жизни;

– развертывание новейших технологий помогает сделать образование более доступным, но это требует новых навыков и в конечном итоге пересмотра всей системы образования;

– цифровые технологии помогают сделать дома, офисы и автомобили более экономичными и эргономичными, но при этом растет энергопо-

требление, сбои в работе умных систем способны привести к катастрофическим последствиям и потерям.

Продвижение робототехники начиная с 1980-х гг. вызвало рост производительности и изменило структуру и содержание рабочих мест, одновременно создавая новые рабочие места в других секторах [2]. Но при всем своем потенциале современные новейшие технологии представляют собой набор инструментов, который не может самостоятельно решить все возникающие проблемы. Сами по себе новейшие технологии не делают жизнь лучше. Поэтому для государственных деятелей, политиков, представителей бизнес-сообщества необходима надежная институциональная основа, которая смягчит некоторые негативные последствия внедрения технологий как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, позволит повысить качество жизни в регионах и в стране в целом. В связи с этим одной из стратегически важных задач, решение которых способно придать мощный импульс инновационному развитию экономики, является регулирование государством отношений в сфере новейших высокотехнологичных производств.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2020 г. утверждена Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 г. (далее – Концепция) [3]. Данный документ разработан с целью «определения основных подходов к трансформации системы нормативного регулирования в Российской Федерации для обеспечения возможности создания и применения таких технологий в различных сферах экономики с соблюдением прав граждан и обеспечением безопасности личности, общества и государства. Одновременно целями Концепции являются создание предпосылок для формирования основ правового регулирования новых общественных отношений, складывающихся в связи с разработкой и применением технологий искусственного интеллекта и робототехники и систем на их основе, а также определение правовых барьеров, препятствующих разработке и применению указанных систем».

В связи с разработкой и применением систем искусственного интеллекта и робототехники предусмотрен учет ряда принципов (рис. 1).

Содержание перечисленных принципов государственного регулирования характеризует позицию институтов государственного управления в регулировании отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототех-

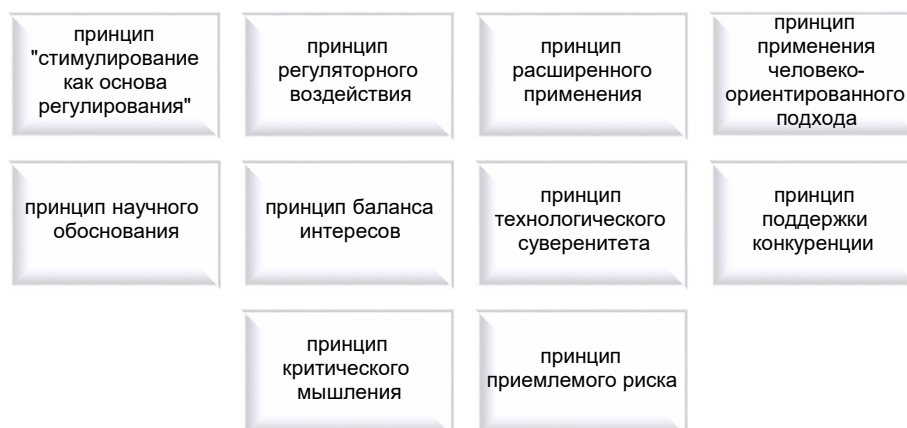


Рис. 1. Принципы регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники

ники. Государство здесь действует в интересах общества: финансируя производство необходимых обществу благ, государство одновременно контролирует их распределение и безопасность применения. В пользу этого говорят и этические нормы, на соблюдение которых ориентирует Концепция:

- приоритет благополучия и безопасности человека, защиты его основополагающих прав и свобод;
- запрет на причинение вреда человеку по инициативе систем искусственного интеллекта и робототехники;
- подконтрольность человеку;
- проектируемое соответствие закону, в том числе требованиям безопасности;
- недопущение противоправной манипуляции поведением человека.

Одной из ключевых областей цифровой экономики, регулирование которых предусматривает Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники, является умный город.

Умный город – концепция использования информационных и коммуникационных технологий для управления городским хозяйством, экономического использования ресурсов, развития городской среды и повышения качества обслуживания жителей, затрагивающая коммунальный комплекс и учреждения социальной сферы [4]. Данная концепция получила поддержку на государственном уровне, и реализация ее принципов на практике соответствует целям таких национальных проектов, как «Жилье и городская среда», «Цифровая экономика». Помимо этого, вопросы развития технологий концепции «Умный город» рассмотрены в проекте «Циф-

ровизация городского хозяйства», утвержденном приказом Минстроя России от 31 октября 2018 г. № 695/пр.

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 4 марта 2019 г. утвердило «Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»)» [5]. В срок до 2024 г. города-участники проекта цифровизации городского хозяйства будут выполнять 28 мероприятий, предусмотренных стандартом «Умный город». Стандарт обозначает несколько направлений деятельности органов власти, сконцентрированных в городском управлении. Особое внимание Минстрой России акцентирует на взаимодействии местных сообществ в рамках блоков: Электронная платформа для взаимодействия с горожанами, Информационные системы для



Рис. 2. Информационные блоки взаимодействия местных сообществ согласно стандарту «Умный город» Минстроя России

повышения эффективности деятельности городских служб, Единая диспетчерская городская служба (рис. 2).

Основу инновационного взаимодействия местного сообщества с местной администрацией составляет электронная платформа. Единая диспетчерская городская служба является частью структуры быстрого реагирования на возникающие хозяйственные проблемы города. Информационные системы позволяют интегрировать информационные технологии в работу городских служб и городской инфраструктуры.

Поиск теоретико-методологической основы регулирования сферы технологий искусственного интеллекта и робототехники

Привлекательность концепции умного города, равно как и интернета вещей, площадок всеобщего доступа с открытыми кодами, прогнозирующего события программного обеспечения, облачных информационных технологий, ставших спутниками цифровизации в глобальном масштабе, определяется динамичной капитализацией интернет-бизнеса и инфобизнеса, увеличением массы финансовых активов и появлением их новых форм (например, цифровых активов), повышением влияния «ню-медиа» и, конечно же, большим социальным эффектом. Несмотря на это, практическая реализация концепции сталкивается с рядом проблем:

- проблемы организации и управления проекта «Умный город» и его стратегии;
- технологические проблемы разработки и реализации проекта;
- проблемы согласованности действий и координации внутри проекта;
- проблемы взаимодействия субъектов, участвующих в реализации проекта «Умный город» и т. д.

В числе наиболее приемлемых решений рассматривается выявление и снятие регуляторных барьеров, которые препятствуют развитию отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники, активно задействованных в умном городе.

Области снятия регуляторных барьеров в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники для реализации концепции «Умный город» представлены на рис. 3.

Содержание деятельности, соответствующее каждой области регулирования, представлено в таблице. Автоматизация жилищно-коммунального хозяйства и коммунальных услуг



Рис. 3. Области снятия регуляторных барьеров для реализации концепции «Умный город»

не только позволит более эффективно внедрять принципы ресурсосбережения в процесс потребления, но и создаст условия для более комфортной и безопасной среды жизнедеятельности.

Умный городской транспорт ориентирован на более полное удовлетворение потребностей населения в обеспечении мобильности в пределах города, повышение управляемости транспортных систем. В этом смысле не менее полезно создание цифровых платформ и сервисов для вовлечения горожан в управление городскими процессами, обеспечивающее обратную связь в системе управления. Решение проблем обеспечения безопасности в некотором смысле может быть реализовано посредством внедрения интеллектуальных систем общественной безопасности. Открываются большие перспективы для развития территорий с применением генерального планирования и планирования развития территорий на основе искусственного интеллекта и *Big Data*.

Таким образом, анализ основных положений Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники показал, что на стратегическом уровне происходит разработка и принятие решений, кардинально меняющих систему управления наукоемкими производствами и определяющих качество жизни на ближайшие десятилетия. На наш взгляд, большие возможности для эффективного внедрения данных решений, а также для формирования значительного социально-экономического эффекта открываются с использованием глубоко проработанного, международно признанного подхода,

Области снятия регуляторных барьеров в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники для реализации концепции «Умный город»

Область регулирования	Содержание
Автоматизация жилищно-коммунального хозяйства и коммунальных услуг	Учет показаний счетчиков и осуществление гибкой подачи ресурсов в зависимости от переменных показателей, автоматическое определение уровня шума, загрязнения и его анализ, контроль работы оборудования и др.
Умный городской транспорт	Развитие беспилотного транспорта и сопровождающей его инфраструктуры: систем фото- и видеофиксации правонарушений, систем автоматического администрирования городского парковочного пространства, систем автоматического управления транспортными потоками в зависимости от загруженности проезжей части, систем автоматического контроля за состоянием дорожного полотна и дорожно-транспортной инфраструктуры, систем составления маршрутов общественного транспорта на основе анализа больших данных и др.
Создание цифровых платформ и сервисов для вовлечения горожан в управление городскими процессами	Введение голосования по конкретным вопросам, анализ с помощью систем искусственного интеллекта текстуальных обращений для выявления общего отношения к проблеме или самих проблем, анализ выраженного общественного мнения
Внедрение интеллектуальных систем общественной безопасности	Системы видеонаблюдения с функциями биометрической идентификации и др.
Развитие территорий	Генеральное планирование и планирование развития территорий на основе искусственного интеллекта и обрабатываемых им больших данных

представленного экономикой качества в единстве метрологии, стандартизации и управления качеством.

Экономика качества содержит все достижения мирового опыта по измерению, стандартизации и управлению системными процессами на всех уровнях экономической системы. При управлении развитием умного города применение международных стандартов является решением значительной части проблем экономики региона [6, 7]. В упомянутом контексте из последних разработок особый интерес представляет стандарт «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов», который ориентирован на городские услуги и качество жизни как факторы, способствующие повышению устойчивости города [8, 9, 10]. Стандарт содержит большое количество показателей, охватывающих практически все жизненно важные сферы управления городом и подобранных так, чтобы появилась возможность измерять эффективность сопоставимым и поддающимся контролю способом, независимо от размеров и местоположения города. Это основные экономические показатели (такие, как уровень безработицы в городе, доля женского населения школьного возраста, числящегося в учебных заведениях и др.), а также группы показателей образования и здравоохранения, обеспеченности жильем, энергетики и окружающей среды, финансовых

показателей, показателей руководства городом и показателей социальных условий.

В общей сложности стандарт «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов» содержит более 50 основных и вспомогательных показателей, согласованных с Целями устойчивого развития ООН. Релевантность и измеримость особых показателей стандарта «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов», не характерных для обычных городов, позволяет рассматривать его как средство для формирования общего представления о специфике умных городов. В числе особых показателей – показатели, характеризующие применение умных технологий в самых разных сферах города: при организации дорожного движения, во взаимодействии горожан и властных структур, в жилищно-коммунальном хозяйстве, при организации культурных мероприятий, оказании социальных услуг населению и в повседневной жизнедеятельности.

Активное внедрение стандарта «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов» до сих пор затруднено по ряду причин, одна из которых состоит в том, что данный стандарт является вспомогательным и не может использоваться самостоятельно, так как не описывает полностью всю городскую среду.

Анализ лишь одного из аспектов регулирования государством деятельности наукоемких

производств – сферы технологий искусственного интеллекта и робототехники – показал необходимость и целесообразность применения методологии экономики качества в целях институционализации данной сферы.

Выводы

Институциональные основы регулирования в управлении наукоемкими производствами в России находятся в центре внимания государства, и в связи с происходящими крупными сдвигами в научно-технологической структуре современной экономики происходит их постоянное совершенствование. Появление новых общественных отношений, складывающихся в связи с разработкой и применением новейших наукоемких технологий, требует формирования основ правового регулирования в данной сфере, а также определения институциональных барьеров, препятствующих их разработке и применению.

На определение основных подходов к трансформации системы нормативного регулирования и обеспечение возможности создания и применения технологий искусственного интеллекта и робототехники нацелена Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 г. В числе прочих мер регулирования Концепцией предусмотрено снятие регуляторных барьеров для использования систем искусственного интеллекта и робототехники в умном городе.

Применение современных, имеющих международное признание инструментов управления способно существенно повысить эффективность регулирования в управлении наукоемкими производствами. Как показал проведенный нами анализ, такие инструменты есть в арсенале экономики качества, интегрирующей возможности применения метрологии, стандартизации и управления качеством. Методология экономики качества, воплощенная в том числе в стандарте «Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для умных городов», открывает новые перспективы для роста конкурентоспособности и устойчивости городов в инновационной экономике, закладывает основы для улучшения качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия кризиса и новые точки роста: прогноз развития экономики от академиков РАН Абеда Аганбегяна и Роберта Нигматулина. Экспертное мнение от 29.06.2020. Фонд Росконгресс. Пространство доверия. URL: <https://roscongress.org/materials/anatomiya-krizisa-i-novye-tochki-rosta-prognoz-razvitiya-ekonomiki-ot-akademikov-ran-abela-aganbegya> (дата обращения: 15.06.2021).
2. Джесутасан Р., Будро Д. Реинжиниринг бизнеса: Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект. М.: Альпина Паблишер, 2019. 278 с.
3. Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года // Официальный сайт Минэкономразвития России. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/normativnoe_regulirovanie_cifrovoy_sredy/robototehnika_i_iskusstvennyy_intellekt (дата обращения: 15.06.2021).
4. Умные города: модели, инструменты, рэнкинги и стандарты / В. И. Дрожжинов, В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот и др. // International Journal of Open Information Technologies. 2017. № 3. С. 19–48.
5. Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город») // Официальный сайт Минстроя РФ. URL: <http://russiasmartcity.ru/uploads/attachments/439cd9ed-9b60-4510-a6da-cb3ecd99f38/034dc1ef42707932d4a0d0b7595d3b70.pdf> (дата обращения: 14.04.2021).
6. Okrepilov V., Kuzmina S., Kuznetsov S. Tools of Quality Economics: Sustainable Development of a ‘Smart city’ under Conditions of Digital Transformations of the Economy. International Scientific Conference ‘Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service’ (DTMIS-2018) // International Journal of Molecular Sciences. 2019. N 10. P. 1088/1757.
7. Okrepilov V. V., Kuznetsov S. V., Mezhevich N. M., Sviridenko M. V. Urbanization Processes in the Context of Spatial Development Patterns of Municipalities in the Zone of Influence of Megacities // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2019. Vol. 12. N 4. P. 42–52.
8. Устойчивые города и сообщества – Индикаторы для интеллектуальных городов // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. ООО «Дистрибьюторский центр «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/554587351> (дата обращения: 14.04.2021).
9. ГОСТ Р ИСО 37101-2018. Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента. Общие принципы и требования // База ГОСТов. URL: https://allgosts.ru/03/120/gost_r_iso_37101-2018 (дата обращения: 14.04.2021).
10. ISO 37101:2016. Sustainable Development in Communities. Management System for Sustainable

Development. Requirements with Guidance for Use // International Organization for Standardization. URL.: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_37101_sustainable_development_in_communities.pdf (дата обращения: 14.04.2021).

REFERENCES

1. **Anatomiya krizisa i novye tochki rosta: prognoz razvitiya ekonomiki ot akademikov RAN Abela Aganbegyana i Roberta Nigmatulina.** Ekspertnoe mnenie ot 29.06.2020. Fond Roskongress. Prostranstvo doveriya. Available at: <https://roscongress.org/materials/anatomiya-krizisa-i-novye-tochki-rosta-prognoz-razvitiya-ekonomiki-ot-akademikov-ran-abela-aganbegya> (accessed: 15.06.2021).
2. **Dzhesutasan R., Budro D.** Reinzhiniring biznesa: Kak gramotno vnedrit' avtomatizatsiyu i iskusstvennyi intellekt. M.: Al'pina Publisher. 2019. 278 s. (In Russ.).
3. **Kontseptsiya razvitiya regulirovaniya otnoshenii v sfere tekhnologii iskusstvennogo intellekta i robototekhniki do 2024 goda** // Ofitsial'nyi sait Minekonomrazvitiya Rossii. Available at: https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/normativnoe_regulirovanie_cifrovoy_sredy/robototekhnika_i_iskusstvennyy_intellekt (accessed: 15.06.2021).
4. **Umnye goroda: modeli, instrumenty, renkingi i standarty** / V. I. Drozhzhinov, V. P. Kupriyanovskii, D. E. Namiot i dr. // International Journal of Open Information Technologies. 2017;(3)19–48. (In Russ.).
5. **Bazovye i dopolnitel'nye trebovaniya k umnym gorodam (standart «Umnyi gorod»)** // Ofitsial'nyi sait Minstroya RF. Available at: <http://russia-smartcity.ru/uploads/attachments/439cd9ed-9b60-4510-a6da-cb3ecdc99f38/034dc1ef-42707932d4a0d0b7595d3b70.pdf> (accessed: 14.04.2021).
6. **Okrepilov V., Kuzmina S., Kuznetsov S.** Tools of quality economics: sustainable development of a 'smart city' under conditions of digital transformations of the economy. International scientific conference 'Digital transformation on manufacturing, infrastructure and service' (DTMIS-2018) // International journal of molecular sciences. 2019;(10):1088/1757.
7. **Okrepilov V. V., Kuznetsov S. V., Mezhevich N. M., Sviridenko M. V.** Urbanization processes in the context of spatial development patterns of municipalities in the zone of influence of megacities // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2019;12(4):42–52.
8. **Ustoichivye goroda i soobshchestva – Indikatory dlya intellektual'nykh gorodov** // Elektronnyi fond pravovoi i normativno-tekhnicheskoi dokumentatsii. OOO «Distrib'yutorskii tsentr «Kodeks». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/554587351> (accessed: 14.04.2021).
9. **GOST R ISO 37101-2018. Ustoichivoe razvitie v soobshchestvakh. Sistema menedzhmenta. Obshchie printsipy i trebovaniya** // Baza GOSTov. Available at: https://allgosts.ru/03/120/gost_r_iso_37101-2018 (accessed: 14.04.2021).
10. **ISO 37101:2016. Sustainable development in communities. management system for sustainable development. Requirements with guidance for use** // International organization for standardization. Available at: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_37101_sustainable_development_in_communities.pdf (accessed: 14.04.2021).

УДК 656:338.47

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-58-65

Ольга Дмитриевна Коль

доктор экономических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Санкт-Петербург, Российская Федерация

ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КРУПНОГО ГОРОДА КАК ЦИФРОВАЯ БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМА

Аннотация. В статье подробно исследуются существующие в научной литературе теоретические подходы к определению понятия «комплекс»; указывается, что в настоящее время практически не изучаются особенности развития транспортно-логистического комплекса (ТЛК) применительно к крупному городу; показывается отличие ТЛК от кластера.

Современный уровень развития транспортно-логистической отрасли, активная цифровизация ее бизнес-процессов в условиях пандемии COVID-19 показала необходимость использования новых научных подходов к организации и функционированию деятельности предприятий данной сферы экономики, в первую очередь в направлении создания единого информационного пространства. Именно поэтому сегодня актуальной проблемой стала адаптация теории экосистем применительно к транспортно-логистической сфере. При этом наиболее актуальным является исследование проблем создания цифровых бизнес-экосистем, в том числе в транспортно-логистической сфере.

В статье рассматриваются несколько научных подходов к определению понятия «бизнес-экосистема»; формулируются основные признаки бизнес-экосистемы; приводится концептуальная схема бизнес-экосистемы ТЛК крупного города на основе современных цифровых технологий; рассматриваются ее основные элементы; указывается на необходимость управления процессом формирования цифровой бизнес-экосистемы ТЛК крупного города соответствующими органами управления.

Ключевые слова: комплекс, транспортно-логистический комплекс, крупный город, бизнес-экосистема, цифровая бизнес-экосистема.

Olga D. Kol'

Grand PhD in Economic Sciences, Associate Professor

St. Petersburg State Economic University

St. Petersburg, Russia

TRANSPORT AND LOGISTICS COMPLEX OF A LARGE CITY AS A DIGITAL BUSINESS ECOSYSTEM

Abstract. In the article, the author explore in sufficient detail the theoretical approaches to the definition of the concept of "complex" existing in the scientific literature, points out that at present, the features of the development of the transport and logistics complex (TLC) in relation to a large city are practically not studied, shows the difference between TLC and a cluster. The current level of development of the transport and logistics industry, the active digitalization of its business processes in the context of the COVID-19 pandemic showed the need to use new scientific approaches to the organization and functioning of the activities of enterprises in this sector of the economy, and, first of all, in the direction of creating a single information space. That is why today the adaptation of the theory of ecosystems in relation to the transport and logistics sphere has become an urgent problem. At the same time, the most urgent is the study of the problems of creating digital business ecosystems, including in the transport and logistics sector. The article discusses several scientific approaches to defining the concept of "business ecosystem"; the main features of the business ecosystem are formulated; a conceptual diagram of the TLC business ecosystem of a large city based on modern digital technologies is presented; its main elements are considered; the need to manage the process of forming the digital business ecosystem of the TLC in a large city by the relevant governing bodies is indicated.

Keywords: complex, transport and logistics complex, large city, business ecosystem, digital business ecosystem.

Современные крупные города сегодня являются центрами интеллектуальной деятельности, торговли, культуры, науки, промышленности и инноваций, социального развития и многого другого. Кроме того, именно они представляют собой и крупные транспортные узлы, через которые осуществляются международные гру-

зовые и пассажирские перевозки всеми видами транспорта. Особую роль транспорт и логистика стали играть в период пандемии COVID-19. Показав, как выглядит «неподвижный» мир, новая реальность подчеркнула центральную роль транспорта и логистики как в глобальной экономике, так и почти во всех аспектах человеческой

жизнедеятельности. Пандемия продемонстрировала, что место и роль транспорта как кровеносной системы экономики и общества имеет ключевое значение, и нарушения в этой системе приводят ко многим негативным последствиям. В то же время следует отметить, что некоторые вопросы теоретического и методологического характера еще требуют проведения научных исследований, в том числе применительно к уровню крупных городов.

Например, одним из важнейших вопросов научного исследования в любой сфере человеческой деятельности выступает определение сущности и содержания изучаемого понятия. В связи с этим в рамках настоящей статьи рассмотрим, в первую очередь, понятие «транспортно-логистический комплекс» (ТЛК) применительно к крупному городу. К сожалению, в современной научной литературе данное понятие практически не исследуется. При этом следует отметить большое разнообразие терминологии в области транспортно-логистической сферы. Так, например, в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением правительства РФ № 1734-р от 22 ноября 2008 г., употребляются следующие термины:

- логистический центр;
- мультимодальный логистический центр;
- ТЛК;
- логистический парк;
- транспортно-логистический центр;
- региональные и межрегиональные транспортно-логистические центры;
- транспортно-складские и товаротранспортные комплексы;
- терминально-складской комплекс;
- транспортно-складская система [1].

Помимо перечисленных терминов в научной литературе также встречаются такие понятия, как «транспортный кластер», «транспортно-логистический кластер», «логистический кластер», транспортный хаб, транспортно-логистические системы. Представляется, что это связано, во-первых, с относительно новой и при этом все возрастающей ролью транспортно-логистической сферы в хозяйстве нашей страны в целом и отдельных ее территориальных образований в частности. Во-вторых, с развитием научных исследований в данной области знаний и попытками адаптации работ зарубежных авторов к российской науке и практике.

Следует отметить, что в настоящее время российскими исследователями ТЛК рассматривается в качестве аналога транспортно-логистического кластера. Однако, по нашему мнению,

это разные формы территориальной организации транспортно-логистической деятельности, в том числе и на уровне крупного города. В связи с этим остановимся более подробно на исследовании понятия ТЛК.

Понятие «комплекс» используется в различных науках, таких как психология, философия, медицина, экономика и, соответственно, логистика. Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева дают следующие определения понятию «комплекс»:

1) совокупность, сочетание объектов, предметов, действий, тесно связанных и взаимодействующих между собой, образующих единую целостность;

2) группа взаимосвязанных отраслей, подотраслей, предприятий, производящих продукцию единой природы (многоотраслевой комплекс, межотраслевой комплекс, производственный комплекс) [2].

Применительно к региональной экономике Н. Т. Агафонов определяет комплекс как рациональное сочетание на территории взаимодействующих друг друга и взаимообусловленных производств [3, с. 41].

Большинство исследователей в качестве основополагающей характеристики комплекса используют понятие «совокупность», которое означает сочетание или соединение, приводящее к чему-то целому (суммированному). Также одной из важнейших особенностей является объединение субъектов, входящих в комплекс, общей целью его создания. Комплекс может включать в себя как внутриотраслевое объединение предприятий, так и межотраслевое. Элементы комплекса всегда взаимосвязаны между собой и в результате дают синергетический эффект.

По нашему мнению, ТЛК крупного города следует рассматривать как совокупность транспортных компаний, осуществляющих различные виды грузовых и пассажирских перевозок, логистических операторов, складов и т. п., а также обслуживающей инфраструктуры (автозаправочных станций, стоянок для большегрузных автомобилей, страховых компаний, таможенных терминалов и т. д.), сконцентрированных на определенной географической территории и осуществляющих свою деятельность с целью эффективного обеспечения жизнедеятельности хозяйства и населения крупного города.

При этом, в отличие от кластера, который формируется под действием рыночных сил и с целью повышения эффективности деятельности предприятий, входящих в него, и включает

в себя, как правило, мелкие и средние предприятия, ТЛК формируется с целью обеспечения эффективности функционирования экономики крупного города (региональной экономики), повышения уровня ее конкурентоспособности на различных рынках товаров и услуг (например, на туристском рынке) и повышения качества жизни населения данной территории.

В качестве примера можно привести перечень основных целей развития ТЛК Санкт-Петербурга, приведенных на сайте городского государственного казенного учреждения «Агентство внешнего транспорта»:

- удовлетворение потребностей отраслей экономики Санкт-Петербурга в транспортно-логистических услугах;

- повышение мобильности населения Санкт-Петербурга, улучшение транспортной доступности Санкт-Петербурга для других регионов Российской Федерации, зарубежных государств;

- обеспечение конкурентоспособности ТЛК на мировом и российском рынках транспортно-логистических услуг;

- снижение отрицательных последствий для городской среды от осуществления транспортно-логистической деятельности на территории Санкт-Петербурга [4].

В настоящее время ТЛК как Санкт-Петербурга, так и других российских крупных городов развивается под воздействием таких факторов, как изменения в поведении потребителей и географии мировой торговли, влияние пандемии COVID-19 на все сферы жизнедеятельности (в том числе на трансформацию внутренних рынков), цифровизация операционных и договорных процессов, которые привели к реинжинирингу бизнес-процессов подавляющего большинства компаний (в том числе и в сфере транспорта и логистики), связанных с автоматизацией и внедрением нового программного обеспечения и оборудования.

В период пандемии COVID-19 именно транспорт и логистика стали пилотной отраслью для оценки готовности к цифровой трансформации всей экономики страны. При этом в 2020 г. транспортные и логистические компании продемонстрировали высокий темп цифровизации своей операционной деятельности. И в результате сегодня данная сфера экономической деятельности одна из немногих в нашей стране обладает реализованными цифровыми платформами и системами. Поэтому в настоящее время как российскими учеными, так и практиками стал подниматься вопрос о необходимости создания единого информационного пространства в транспортно-логистической отрас-

ли, т. е. о необходимости начала перехода от множества разрозненных узкоспециализированных цифровых систем к общему цифровому IT-ландшафту.

По нашему мнению, в данном случае речь идет о создании бизнес-экосистем в данной отрасли. Причем развитие ТЛК как бизнес-экосистемы на уровне крупного города, которая объединяла бы все виды перевозок (грузовых и пассажирских) в единую информационную систему на основе использования различных видов цифровых платформ и инструментов, позволит значительно повысить не только уровень конкурентоспособности всего хозяйства города, но и качество жизни его населения. К сожалению, в настоящее время как научные исследования, так и современные практические разработки на уровне крупных городов осуществляются раздельно по всем элементам ТЛК, в том числе по грузовому и пассажирскому транспорту.

В связи с этим рассмотрим основные инструменты цифровой экономики, которые позволят развить ТЛК крупного города как бизнес-экосистему.

В Программе «Цифровая экономика Российской Федерации», принятой в Российской Федерации в 2017 г., в качестве одной из важнейших задач определена следующая: создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан [5].

В другом государственном документе Российской Федерации – «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» – экосистема цифровой экономики определена как партнерство организаций, обеспечивающее постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти Российской Федерации, организаций и граждан [6].

Как уже было отмечено в [7], понятие «экосистема цифровой экономики» появилось не так давно. Однако идею переноса закономерностей развития и функционирования живого организма высшего порядка на социально-экономические процессы и сравнения их с «суперорганизмом» ученые высказывали достаточно давно. При этом наиболее активно эта идея стала изучаться в последние годы в связи с бурным разви-

тием цифровых технологий во всех отраслях и сферах жизнедеятельности современного общества. В результате появилось понятие «цифровые экосистемы» (см., например, [8]).

Что же такое экосистема? Экосистема – это одно из основных понятий экологии. Данная наука определяет экосистему как биосистему, состоящую из совокупности живых организмов, среды их обитания и системы связей, которая осуществляет обмен веществом и (или) энергией между ними. Главными свойствами любой экосистемы являются ее открытость и способность к саморегулированию, самоорганизации и саморазвитию, а также взаимосвязь и взаимозависимость всех ее компонентов.

Экосистема высшего порядка, объединяющая все остальные экосистемы и обеспечивающая существование жизни на Земле – это биосфера, с которой связано все живое на нашей планете. При этом российский ученый В. И. Вернадский в своих работах подчеркивал, что история возникновения и эволюция биосферы – это история возникновения жизни на Земле. Развитие биосферы идет вместе с эволюцией органического мира: изменяется состав ее компонентов, расширяются границы и т. д. Именно российский ученый стал основоположником учения о биосфере как о глобальной экосистеме. В начале XX в. ученый указал на возрастающее влияние человека на ход эволюции биосферы, предугадал многие тенденции воздействия человека на природу и ввел понятие ноосферы как «разумной оболочки» Земли.

В. И. Вернадский указывал, что для перехода биосферы в ноосферу необходимо познать законы строения и развития биосферы и выработать новые принципы нравственности и поведения людей для поддержания стабильного и прогрессивного развития нашей планеты [9].

Примерно в это же время учение об экосистемах создавал британский ботаник А. Тенсли (1935 г.), который считал, что «экосистемы с точки зрения эколога представляют собой основные природные единицы на поверхности Земли», в которые входит не только комплекс организмов, но и весь комплекс физических (абиотических) факторов. Он писал: «Более глубоким представлением, по-моему, является целостная система (в понимании физики), включающая в себя не только комплекс организмов, но и весь комплекс физических факторов, образующих то, что мы называем окружающей средой биома – факторы местообитания в самом широком смысле. Хотя организмы в первую очередь могут претендовать на наш интерес, когда мы пытаемся мыслить фундаментально, мы не

можем отделить их от окружающей их определенной среды, с которой они формируют одну физическую систему» [10].

В июне 1993 г. в научно-популярном журнале *Harvard Business Review* № 71 (5) вышла статья Джеймса Ф. Мура под названием «Хищники и жертва: новая экология конкуренции» (*Predators and Prey: A New Ecology of Competition*) [11], в которой он предложил рассматривать экономическую деятельность как экосистему, где покупатели и производители занимают взаимодополняющие роли, совместно эволюционируя в направлении, задаваемом компаниями, которые находятся в центре экосистемы [12, 13]. При этом, например, Ю. Н. Андросик считает, что понятие «бизнес-экосистема» выступает видовым по отношению к родовому понятию «экосистема», по причине чего обладает общими родовыми свойствами и специфическими видовыми [14].

В настоящее время в российской и зарубежной научной литературе, по нашему мнению, существуют следующие подходы к определению бизнес-экосистемы.

Первый подход был сформулирован Джеймсом Ф. Муром, рассматривающим бизнес-экосистему как экономическое сообщество, состоящее из совокупности взаимосвязанных организаций и физических лиц. Экономическое сообщество производит товары и услуги, ценные для потребителя, которые также являются частью экосистемы. В состав экосистемы любого предприятия также входят поставщики, ведущие производители, конкуренты и другие заинтересованные стороны. Со временем они коэволюционируют свои возможности и роли и стремятся соответствовать направлениям, установленным одной или несколькими компаниями-лидерами. Компании, у которых руководящие роли, могут меняться с течением времени, но функция лидера экосистемы ценится сообществом, потому что она позволяет членам двигаться к общим видениям, чтобы выровнять свои инвестиции и найти взаимоподдерживающие роли [11].

Вторая точка зрения прослеживается в работе М. Ротшильда *Bionomics. Economy as Ecosystem*, в которой автор адаптирует биологические концепции к реальным экономическим явлениям и формулирует понятие «биномика» [15]. При этом он рассматривает экономику как целостную экосистему.

Сторонники еще одного подхода – защитники окружающей среды – рассматривают понятие «бизнес-экосистема» в двух вариантах. Одни используют понятие «бизнес-экосистема», говоря об экологических проблемах, поскольку

они касаются бизнеса. По словам Э. К. Таунсенда, экология бизнеса – это изучение взаимных отношений между бизнесом и организмами и их средой [16, 17]. Другие защитники окружающей среды считают, что бизнес использует понятие «экосистема», чтобы выглядеть «зеленым».

Термин «экосистема» сегодня как нельзя лучше отражает начавшуюся трансформацию современной экономики.

Компании, которые успешно формируют бизнес-экосистемы, известны во всем мире. Это, например, *Apple, Google, Alibaba Group, Airbnb, Uber, General Electric*. Они стали глобальными компаниями благодаря бизнес-модели, опирающейся на сотрудничество и конкуренцию множества игроков в рамках взаимодействия. Самые актуальные примеры экосистем в России – «Сбербанк», «Яндекс», «Тинькофф», Mail.ru и МТС. Эти компании строят экосистемы так, чтобы затронуть как можно больше повседневных потребностей клиента. При этом граница между банками и небанковскими компаниями размывается.

Несмотря на большое разнообразие бизнес-экосистем, они имеют определенный набор признаков, которые отличают их от других моделей управления компаниями. По мнению председателя *BCG Henderson Institute* Мартина Ривза, к основным признакам можно отнести модульность, адаптацию, координацию и зависимость [18].

Модульность предполагает разработку частей единого предложения участниками проекта независимо друг от друга. При этом зачастую клиент может по своему усмотрению выбирать компоненты и формировать их комбинации. Каждый участник экосистемы адаптируется под ее концепцию, но при этом вносит свой вклад, который будет наиболее приемлем для решения единой задачи. Бизнес-экосистемы представляют собой большую сеть деловых связей, в которой все игроки зависят друг от друга. В бизнес-экосистемах отсутствуют стандартные методы контроля, но есть механизм координации всех процессов посредством выполнения определенных правил и следования стандартам.

Также можно назвать следующие основные признаки бизнес-экосистемы: открытость, динамичность, сотрудничество, сосуществование, симбиоз, эволюция, роль, разнообразие, самоорганизация, гибкость, конкуренция.

Итак, основная идея бизнес-экосистемы заключается в партнерстве между тремя или более компаниями, в результате которого возникает предложение услуг, которое ни одна из сторон не сможет предложить в одиночку.

По мнению российского профессора Б. Лапидуса, который один из первых в России стал писать о необходимости развития концепции бизнеса как экосистемы применительно к транспортно-логистической отрасли, именно экосистема дает возможность увидеть, что природа, функционируя миллиарды лет, постоянно совершенствуясь, в значительной степени в условиях неопределенности, новых вызовов, постоянно находит решения для стабилизации, выработки устойчивости и трансформации своих видов, которые дают наибольший результат уже на следующем этапе эволюции [19].

С развитием информационных технологий в начале XXI в. использование категорийного аппарата теории об экосистемах для описания структуры бизнеса и операций стало достаточно широко использоваться в экономике, в том числе в области информационных технологий. Джеймс Брэдфорд ДеЛонг, профессор экономики в Калифорнийском университете в Беркли, написал, что «бизнес-экосистемы» описывают «схему запуска новых технологий, появившихся в Силиконовой долине» [20]. При этом он определяет экологию бизнеса, как «более производительный набор процессов для разработки и коммерциализации новых технологий», для которого характерны «быстрое создание прототипов, короткие циклы разработки продукта, ранний тестовый маркетинг, компенсация на основе опционов, венчурное финансирование, ранняя корпоративная независимость».

Итак, на основании всего изложенного можно предложить следующую концептуальную структуру бизнес-экосистемы ТЛК крупного города, развивающуюся на основе современных цифровых технологий (см. рисунок).

Ядром бизнес-экосистемы ТЛК крупного города являются органы управления (например, Комитет по транспорту), все виды транспорта, осуществляющие свою деятельность на территории города и обеспечивающие как пассажирские, так и грузовые перевозки. В настоящее время этими видами перевозок управляют разные органы государственного и местного управления. Однако, по нашему мнению, в цифровую бизнес-экосистему их необходимо включать совместно, так как все виды перевозок (и грузовые, и пассажирские) значительно влияют на качество жизни населения города и на его уровень социально-экономического развития. Кроме того, эти виды перевозок используют общую транспортную инфраструктуру города, что приводит к высокой неравномерной ее загрузке и быстрому износу. Представляется, что в рамках единой цифровой платформы

эти проблемы могут быть достаточно успешно решены.

Конечно, сегодня есть достаточно много вопросов относительно создания самой единой цифровой платформы ТЛК крупного города. В первую очередь это связано с тем, что различные предприятия – транспортные, логистические и т. д. – уже создали свои платформы, которые сегодня уже успешно функционируют. Однако нам представляется, что в ближайшей перспективе их объединение станет одной из важнейших задач повышения эффективности функционирования ТЛК крупного города. И здесь необходимо будет провести реинжиниринг бизнес-процессов всех компаний на основе использования принципов интегрированной логистики. В качестве примера можно привести государственную ИТ-экосистему «Умная логистика», предназначенную для автоматизации логистики всех участников цепи поставок.

Очень важно учитывать при формировании цифровой бизнес-экосистемы ТЛК крупного города обеспечивающую систему. Конечно, в перспективе все ее элементы также должны быть включены в единую цифровую платформу ТЛК крупного города. Однако сегодня это достаточ-

но сложный и дорогостоящий процесс, который требует специальных исследований и разработок.

Также следует отметить очень важный момент: цифровая экосистема крупного города будет эффективно функционировать только тогда, когда население города будет обладать высокой платежеспособностью. Именно население оплачивает не только пассажирские и грузовые перевозки, но и (посредством налогов) создание материальной транспортной инфраструктуры, например автомобильных дорог.

В настоящее время в научном сообществе и между представителями транспортно-логистического бизнеса ведется активная дискуссия по поводу источников финансирования создания цифровой бизнес-экосистемы в транспортно-логистической сфере. И здесь точки зрения расходятся: одни считают, что финансирование должно идти из соответствующего регионального (или даже федерального) бюджета. Согласно другой точке зрения, все необходимо отдать частному бизнесу. Наконец, существует подход, рассматривающий цифровую бизнес-экосистему в транспортно-логистической сфере как частно-государственное партнерство.



Транспортно-логистический комплекс крупного города как бизнес-экосистема

Поскольку транспортная система крупного города не просто является одной из сфер экономики, но и имеет важное социальное значение, в том числе экологическое, инициаторами формирования такой цифровой бизнес-экосистемы должны выступать органы управления этой сферой в городе. Причем очень важно, чтобы бизнес-экосистемы пассажирского и грузового транспорта были объединены в единую систему, а не формировались отдельно друг от друга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Минтранс РФ. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года N 1734-р. URL: www.mintrans.gov.ru/documents/3/1009 (дата обращения: 10.02.2021).
2. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М, 1999. 479 с.
3. Агафонов Н. Т. Территориально-производственное комплексообразование в условиях развитого социализма. Л., 1993. С.188.
4. Сайт Санкт-Петербургского государственного казенного учреждения «Агентство внешнего транспорта». URL: <http://avt.spb.ru/transportno-logisticheskij-kompleks-sankt-peterburga> (дата обращения: 05.02.2021).
5. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/?page=2> (дата обращения: 10.02.2021).
6. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 10.02.2021).
7. Коль О. Д. Цифровые экосистемы как современный этап развития транспортно-логистической сферы // Логистика и управление цепями поставок: сб. науч. тр. Вып. 4 (17) / Под ред. В. В. Щербакова, Е. А. Смирновой. СПб.: СПбГЭУ, 2021. С. 53–61.
8. Михайлова К. О. Экономические возможности развития логистических систем в цифровых экосистемах // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2020. № 3 (27). С. 92–99.
9. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука. 1989. С. 261.
10. Tansley A. G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms // Ecology. 1935. N 16 (3). P. 284–307.
11. Moore J. F. Predators and Prey: a New Ecology of Competition // Harvard Business Review. 1993. N 71. P. 76–86.
12. Операторы децентрализованных экосистем. Новая бизнес-модель. Взрыв «экосистемности». URL: <https://lanit.ru/press/smi/operatory-detsentralizovannykh-ekosistem-novaya-biznes-model> (дата обращения: 05.02.2021).
13. Пять взглядов на стратегию достижения лидерства на рынке. URL: <http://www.management.com.ua/strategy/str011.html> (дата обращения: 05.02.2021).
14. Андросик Ю. Н. Бизнес-экосистемы как форма развития кластеров. Труды БГТУ № 7 (189). 2016. С. 38–43.
15. Rothschild M. Bionomics. Economy as Ecosystem. New York: Henry Holt & Company, 1992. 448 p.
16. Townsend A. K. Green business a five-part model for creating an environmentally responsible company. Schiffer publishing, 2006. 188 p.
17. Townsend A. K. Business Ecology: Why Most Green Business Practices Don't Work... and What to Do about It. Schiffer publishing, 2009. 256 p.
18. Волков К. Бизнес-экосистема: структура, преимущества и недостатки. URL: <https://hussle.ru/biznes-ekosistema-strukturapreimushhestva-i-nedostatki/> (дата обращения: 10.02.2021).
19. Липидус Б. М. О влиянии цифровизации и Индустрии 4.0 на перспективы развития железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2018. № 1. С. 1–8.
20. DeLong Bradford J. Why the Valley Way Is Here to Stay. May 2000 Iss. URL: <http://www.business2.com/articles/mag/0,1640,7823,FF.html> (дата обращения: 02.02.2021).

REFERENCES

1. Transportnaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Mintrans RF. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 22 noyabrya 2008 goda N 1734-r. Available at: www.mintrans.gov.ru/documents/3/1009 (accessed: 10.02.2021).
2. Sovremenniy ekonomicheskii slovar'. 2-e izd., ispr. M.: INFRA-M. 1999. 479 s. (In Russ.).
3. Agafonov N. T. Territorial'no-proizvodstvennoe kompleksoobrazovanie v usloviyakh razvitogo sotsializma. L. 1993. 188 s. (In Russ.).
4. Sait Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo kazennogo uchrezhdeniya «Agentstvo vneshnego transporta». Available at: <http://avt.spb.ru/transportno-logisticheskij-kompleks-sankt-peterburga> (accessed: 05.02.2021).

5. Natsional'naya programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii». Available at: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/?page=2> (accessed: 10.02.2021).
6. Ukaz Prezidenta RF ot 09.05.2017 № 203 «O Strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiiskoi Federatsii na 2017–2030 gody». Available at: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (accessed: 10.02.2021).
7. Kol' O. D. Tsifrovye ekosistemy kak sovremennyy etap razvitiya transportno-logisticheskoi sfery // Logistika i upravlenie tsepyami postavok: sb. nauch. tr. Vyp. 4 (17) / Pod red. V. V. Shcherbakova, E. A. Smirnovoi. SPb.: SPbGEU. 2021:53–61. (In Russ.).
8. Mikhailova K. O. Ekonomicheskie vozmozhnosti razvitiya logisticheskikh sistem v tsifrovyykh ekosistemakh // Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta. 2020;(3(27)):92–99. (In Russ.).
9. Vernadskii V. I. Biosfera i noosfera. M.: Nauka. 1989. 261 s. (In Russ.).
10. Tansley A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935;(16(3)):284–307.
11. Moore J. F. Predators and prey: a new ecology of competition // Harvard business review. 1993;(71):76–86.
12. Operatory detsentralizovannykh ekosistem. Novaya biznes-model'. Vzryv «ekosistemnosti». Available at: <https://lanit.ru/press/smi/operatory-detsentralizovannykh-ekosistem-novaya-biznes-model/> (accessed: 05.02.2021).
13. Pyat' vzglyadov na strategiyu dostizheniya liderstva na rynke. Available at: <http://www.management.com.ua/strategy/str011.html> (accessed: 05.02.2021).
14. Androsik Yu. N. Biznes-ekosistemy kak forma razvitiya klasterov. Trudy BGTU № 7 (189). 2016:38–43. (In Russ.).
15. Rothschild M. Bionomics. Economy as ecosystem. New York: Henry Holt & Company. 1992. 448 s.
16. Townsend A. K. Green business a five-part model for creating an environmentally responsible company. Schiffer publishing. 2006. 188 s.
17. Townsend A. K. Business Ecology: Why Most Green Business Practices Don't Work... and What to Do about It. Schiffer publishing. 2009. 256 s.
18. Volkov K. Biznes-ekosistema: struktura, preimushchestva i nedostatki. Available at: <https://hussle.ru/biznes-ekosistema-strukturapreimushchestva-i-nedostatki/> (accessed: 10.02.2021).
19. Lapidus B. M. O vliyaniy tsifrovizatsii i Industrii 4.0 na perspektivy razvitiya zheleznodorozhnogo transporta // Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO «RZhD». 2018;(1):1–8. (In Russ.).
20. DeLong Bradford J. Why the Valley way is here to stay. May 2000 Iss. Available at: <http://www.business2.com/articles/mag/0,1640,7823,FF.html> (accessed: 02.02.2021).

УДК 338.47:656.072

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-66-77

Денис Васильевич Капский*

доктор технических наук, профессор

Сергей Сергеевич Семченков*

магистр

Евгений Николаевич Кот*

кандидат технических наук, доцент

*Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

О РГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. Бурное развитие транспортного сектора не только приводит к позитивным переменам в жизни городов и населенных пунктов, повышению удобства и комфорта для жителей, но и ухудшает экологию и среду их проживания. Решить дилемму «выгодно – безопасно» позволяют экологически ориентированный подход к выбору вида маршрутного пассажирского транспорта и принятие решений в пользу электрического маршрутного пассажирского транспорта. Рассматриваются виды такого транспорта на примере опыта их применения в Республике Беларусь. Приведена разработанная авторами классификация и систематизация с последующими рекомендациями по ее применению. На основе результатов исследования авторов отдельно изучены вопросы взаимодействия рельсовых и нерельсовых маршрутных транспортных средств с электрическими приводом с организацией дорожного движения. Представленные материалы могут быть полезны широкому кругу читателей, а также специалистам, ведущим исследования и практические разработки в области маршрутных транспортных средств с электрическим приводом и организации дорожного движения.

Ключевые слова: электрический маршрутный пассажирский транспорт, электрический привод, автономный ход, запас автономного хода, троллейбус, классификация троллейбусов, трамвай, электробус, организация дорожного движения, контактная сеть, рельсовый путь.

Denis V. Kapsky*

Grand PhD in Engineering Sciences, Professor

Sergey S. Semchenkov*

Master's Degree

Evgeny N. Kot*

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

*Belarusian National Technical University

Minsk, Belarus

О RGANIZATION OF ROAD TRAFFIC TAKING INTO ACCOUNT ELECTRIC ROUTE PASSENGER TRANSPORT

Abstract. The rapid development of the transport sector leads not only to positive changes in the life of cities and towns, to an increase in convenience and comfort for residents, but also worsens the ecology and their living environment. The "profitable-safe" dilemma can be solved by the approach of environmentally oriented selection of the type of route passenger transport and decision-making in favor of electric route passenger transport. The article discusses the types of such transport on the example of the experience of their use in the Republic of Belarus. The classification and systematization developed by the authors are presented with subsequent recommendations for its application. On the basis of the results of the authors' research, the issues of interaction of rail and non-rail route vehicles with an electric drive with the organization of road traffic are separately considered. The presented materials can be useful to a wide range of readers, as well as to specialists conducting research and practical development in the field of electrically powered route vehicles and traffic management.

Keywords: electric route passenger transport, electric drive, autonomous stroke, autonomous running reserve, trolleybus, classification of trolleybuses, tram, electric bus, traffic organization, contact network, railway.

Введение

Жизнь городов и иных населенных пунктов тесно связана с транспортными артериями и движущимися по ним транспортными средствами. Уровень экологической безопасности транспортных потоков оказывает влияние на привлекательность проживания в том или ином населенном пункте. Поэтому использование маршрутных транспортных средств с электрическим приводом набирает популярность. В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется более 100 электробусов четырех моделей и примерно 1500 троллейбусов, около 200 из которых имеют возможность автономного от воздушной контактной сети хода, 300 трамваев.

Виды транспортных средств с электрическим приводом

Известны следующие виды транспортных средств с электрическим приводом, предназначенных для массовой перевозки пассажиров.

1. Трамвай – вид транспорта, транспортные средства которого передвигаются по рельсовому пути и приводятся в движение тяговыми электродвигателями, как правило, получающими электроэнергию от воздушной контактной сети (далее – КС) или от наземного контактного рельса, также известны исполнения трамваев с автономным бортовым источником энергии.

2. Троллейбус с питанием в движении – вид транспорта, транспортные средства которого

передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от воздушной КС. Конструкцией современных троллейбусов, как правило, предусмотрена возможность передвижения на короткие расстояния (до 100 м) на минимальной скорости (до 3 км/ч) в аварийном режиме с использованием для питания энергии аккумуляторной батареи, предназначенной для низковольтной бортовой сети транспортного средства или специальной резервной аккумуляторной батареи более высокого напряжения (для увеличения скорости движения в аварийном режиме).

3. Троллейбус с зарядкой в движении с возможностью увеличенного автономного хода – разновидность троллейбусов, но для получения электроэнергии на отдельных участках маршрута может использоваться не КС, а автономный бортовой источник энергии, заряжающийся от КС во время движения троллейбуса. На сегодняшний день это решение наиболее перспективно.

4. Дуобус – разновидность троллейбусов, транспортные средства этого вида транспорта оснащены двигателем внутреннего сгорания, используемым в одних схемах в режиме генератора электроэнергии для электродвигателей троллейбуса, а в других схемах – в режиме самостоятельного силового агрегата. Это решение не получило широкого распространения.

5. Гибридный автобус – вид транспорта, транспортные средства которого двигаются по

Таблица 1

Требования, предъявляемые пассажирами к видам городского электрического транспорта

Показатель	Вид транспорта				
	Трамвай	Троллейбус IMF	Троллейбус IMC	Гибридный автобус	Электробус
Скорость	+	-	-	-	-
Обособленность от автомобильного потока	+	-	-	-	-
Доступность, сокращение и оптимизация пересадок	+	+	+	+	+
Комфорт	+	+	+	+/-	+
Безопасность	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Выполнение расписания	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Экономичность	+	-	-	-	-
Экологическая чистота	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Привлекательность	+ «Трамвай – символ города»	-	+/- (необычное решение)	-	+/- (необычное решение)

Обозначения: + характерный признак, - нехарактерный признак, +/- характеризуется частично

улицам и дорогам, приводятся в движение тяговым электродвигателем, получающим электроэнергию от автономного бортового источника энергии и работающим совместно с двигателем внутреннего сгорания. В зависимости от схемы гибридного привода меняется соотношение степени использования электродвигателя и двигателя внутреннего сгорания. Зарядка бортового источника производится при рекуперации электроэнергии во время торможения или от двигателя внутреннего сгорания, работающего в режиме постоянной нагрузки. Данное решение получило широкое применение во многих странах.

6. Электробус – вид электрического транспорта, транспортные средства которого передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от автономного бортового источника (зарядка бортового источника производится во время нахождения электробуса на специальных зарядных станциях и требует времени).

Обзор требований, предъявляемых пассажирами к видам городского электрического транспорта в современных условиях, приведен в табл. 1.

В настоящее время в Республике Беларусь три производителя наладили собственное производство трамваев, троллейбусов ИМФ, троллейбусов ИМС и электробусов [1].

Взаимодействие нерельсового электрического транспорта с организацией дорожного движения

Известна классификация маршрутных транспортных средств с электрическим приводом, предусматривающая четыре основные схемы.

1. Троллейбусы с питанием в движении (ИМФ), которые нуждаются в контактной сети по всей длине маршрута.

2. Троллейбусы с зарядкой в движении (ИМС) и возможностью автономного от контактной сети хода.

3. Электробусы с ультрабыстрой зарядкой (ОС), имеющие запас хода, соизмеримый с протяженностью одного рейса или обратного рейса, требующие зарядную инфраструктуру на конечной станции маршрута (конечных станциях маршрута), при этом зарядка осуществляется за время до 10 мин.

4. Электробусы с ночной зарядкой (ОНС), имеющие запас хода, достаточный для работы в течение одного рабочего дня.

Последние годы характеризуются бурным развитием электрического транспорта, производители маршрутных транспортных средств с электрическим приводом также продолжают развивать данное направление и предлагают покупателям современные решения. Появление новых моделей и модификаций транспортных средств привело к тому, что в рамках одной и той же схемы по существующей классификации оказались транспортные средства, имеющие существенные различия в параметрах, определяющих их эксплуатационные свойства и качества, требования к зарядной инфраструктуре и, как следствие, характеризующих возможность применения транспортных средств на регулярных маршрутах определенной конфигурации и длины.

Таким образом, существующая классификация в настоящий момент оказалась весьма укрупненной и, по нашему мнению, возникла необходимость расширенной типологии. В ней, в дополнение к обозначению схемы, вводится понятие категории, имеющей цифровое обозначение, при этом, чем выше значение категории, тем большим запасом автономного хода обладает транспортное средство.

Для троллейбусов, построенных по схеме ИМС, предусматриваются две категории:

0 – запас автономного хода отсутствует;

1 – запас автономного хода до 1 км (как правило, это аварийный режим).

Для троллейбусов, построенных по схеме ИМФ, предусматриваются три категории:

1 – запас автономного хода от 5 до 15 км;

2 – запас автономного хода от 15 до 31 км;

3 – запас автономного хода от 31 до 51 км.

Для электробусов, построенных по схеме ОС, предусматриваются четыре категории:

1 – запас автономного хода от 3 до 5 км;

2 – запас автономного хода от 5 до 13 км;

3 – запас автономного хода от 13 до 21 км;

4 – запас автономного хода от 21 до 51 км.

Для электробусов, построенных по схеме ОНС, предусматриваются две категории:

1 – запас автономного хода до 170 км (равный продолжительности одной рабочей смены);

2 – запас автономного хода от 170 до 250 км (равный продолжительности одного рабочего дня с ограничениями);

3 – запас автономного хода от 250 до 350 км (равный продолжительности одного рабочего дня).

Предложенные категории сформированы, исходя из предлагаемых производителями решений и сложившейся практики применения маршрутных транспортных средств с электрическим приводом на регулярных маршрутах. Не

исключено появление новых решений, которые будут требовать введения дополнительных категорий в рассматриваемую классификацию.

Основные параметры и характеристики нерельсовых маршрутных транспортных средств с электрическим приводом, эксплуатируемых сегодня в Республике Беларусь, с указанием схемы и категории в рамках предложенной расширенной классификации приведены в табл. 2.

Исследования показали, что для городов с троллейбусным движением наибольший интерес представляют модели ИМС-2 и ИМС-3. С практической точки зрения троллейбусы ИМС-2 имеют возможность движения на участках, на которых не предусмотрена контактная сеть в режиме автономного хода до 15 км, и их целесообразно использовать для продления троллейбусных маршрутов «в вылетном направлении» на расстояние до 7,5 км от участка с контактной сетью с выполнением оборота в конце данного участка и движением в обратном направлении к участку с контактной сетью или для создания принципиально новых маршрутов, участки автономного хода которых будут находиться в центральной части маршрута. Также возможно создание комбинированных маршрутов. Возможен перевод автобусных маршрутов, трасса которых частично проходит под контактной сетью, на обслуживание троллейбусами ИМС-2. При этом для обеспечения зарядки тяговых аккумуляторных батарей перед участками маршрута, не имеющими контактной сети, следует предусматривать движение по участкам с контактной сетью такой же протяженности, как и предстоящий участок, не имеющий контактной сети. Троллейбусы ИМС-3 имеют возможность движения на участках, на которых нет контактной сети, в режиме автономного хода на расстояние до 50 км, более того, для них предполагается зарядка не только от контактной сети, но и от зарядной станции (в том числе централизованной системы зарядных станций). Использование таких троллейбусов значительно расширяет возможности организации маршрутов в «вылетном направлении» на расстояние более 15 км, при необходимости на конечной станции во время междурейсовой стоянки предусматривается дополнительная зарядка тяговых аккумуляторных батарей подключением троллейбуса к сети промышленного напряжения через зарядную розетку. Примером использования троллейбусов ИМС-3 по описанной схеме в г. Минске может быть организация троллейбусного маршрута в пос. Лесной (Боровляны) с дополнительной зарядкой на конечной станции или пригородного маршрута сообщением Минск – Логойск.

С точки зрения организации дорожного движения для указанных троллейбусов важно обеспечивать возможность беспрепятственного подъезда и размещения транспортного средства на проезжей части в зоне расположения ловителей токоприемников, предназначенных для улавливания головки токоприемника при их автоматическом подъеме для постановки на контактные провода. Применение автоматического подъема значительно сокращает затраты времени, необходимого для постановки токоприемников на контактные провода в ручном режиме, а также повышает безопасность дорожного движения за счет того, что водителю не приходится выполнять работы по постановке токоприемников, находясь на проезжей части.

В целом для троллейбусов ИМС и ИМФ при проектировании контактной сети и схем организации дорожного движения следует учитывать следующие особенности, полученные в результате исследовательской работы, справедливые для городов Республики Беларусь и других стран, применяющих аналогичные конструкции и устройства контактной сети.

1. Троллейбус получает питание от двухпроводной сети номинальным напряжением постоянного тока 550 В. Напряжение поступает в контактные провода от тяговых подстанций городского электрического транспорта через подземную кабельную сеть.

2. Для разветвления линий применяются автоматические управляемые стрелки, которые обеспечивают переход токоприемников троллейбуса на нужную линию. Водитель выбирает направление, используя соответствующий режим движения под вводными контактами автоматической управляемой стрелки. При движении в левом направлении троллейбус находится в режиме тяги, а при движении в правом — в режиме выбега, при этом он остается обесточенным на расстояние до 3 м. Для соединения двух линий применяются сходные стрелки, не имеющие подвижных элементов. При прохождении сходной стрелки с левого направления троллейбус становится обесточенным на расстоянии до 1,6 м. Скорость движения при прохождении стрелок ограничена 10 км/ч.

3. Для пересечения линий троллейбуса применяются специальные части — пересечения, скорость движения по которым ограничена 20 км/ч. При прохождении пересечения в любом направлении троллейбус становится обесточенным на расстояние 2,5–3,0 м (в зависимости от угла скрещивания линий).

4. Для разделения смежных участков контактной сети каждые 200–800 м предусматри-

Таблица 2

Технические характеристики нерельсовых маршрутных транспортных средств с электрическим приводом

Вид транспортного средства	Троллейбус	Троллейбус	Троллейбус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус
Схема-категория	IMF-0	IMC-2	IMC-3	OC-2	OC-3	OC-4	OC-4	OC-1	ONC-4
Модель	AKCM-321	MA3-203T70	AKCM-32100D	AKCM-E433	AKCM-E321	AKCM-E321 «Ольгерд»	AKCM-E321	CRRС TEG6125BEV03	MA3-303E
Длина кузова, м	12,5	12,5	12,5	18,7	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Пассажировместимость	101	90	92	153	88	83	83	80	72
Вид бортового накопителя энергии	–	тяговая LiFePO ₄ батарея	тяговая LiFePO ₄ батарея	молекулярный накопитель	молекулярный накопитель	тяговая LiFePO ₄ батарея	тяговая LiMn _{1/3} Co _{1/3} Ni _{1/3} O ₂ -батарея	тяговая LiFePO ₄ -батарея	тяговая LiFePO ₄ -батарея
Запас автономного хода, км	–	15	50	12,5	20	50	50	150	300
Время зарядки, мин	–	60	120	9	9	30	30	120	240
Зарядная инфраструктура	–	воздушная контактная сеть	воздушная контактная сеть + зарядные станции*	зарядные станции на конечных станциях маршрута	зарядные станции на конечных станциях маршрута	зарядные станции на конечных станциях маршрута и/или централизованная сеть*	зарядные станции на конечных станциях маршрута и/или централизованная сеть*	зарядная станция в парке и/или централизованная сеть*	зарядная станция в парке
Система отопления	электрическое	электрическое	электрическое	дизельное	дизельное	электрическое	электрическое	дизельное	электрическое
Объем топливного бака, л	–	–	–	30	30	–	–	данные отсутствуют	–
Срок службы, годы [2]	10 (15)	10 (15)	10 (15)	10	10	10	10	10	10
Производитель	Белкоммунмаш, РБ	MA3, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	CRRС, Китай	MA3, РБ

*При необходимости зарядка может осуществляться на конечных станциях маршрута, не имеющих воздушной контактной сети, через зарядную розетку

вают секционные изоляторы, при прохождении которых троллейбус становится обесточенным на расстояние до 0,2–0,4 м (в зависимости от конструкции применяемого изолятора).

5. Конструкция токоприемников позволяет двигаться троллейбусу с отклонением от оси контактной линии на расстояние до 4,5 м. При этом чем больше отклонение, тем ниже скорость троллейбуса. И если при отклонении от оси контактной линии до 2,0–2,5 м скорость троллейбуса не ограничивается, то при отклонении до 4,5 м она ограничивается 3–5 км/ч, что связано с опасностью схода токоприемников с контактных проводов.

6. Не рекомендуется двигаться троллейбусу с отклонением от оси контактной линии под инженерными сооружениями, под специальными частями контактной сети, особенно автоматическими стрелками. Отклонение от оси контактной линии может повлечь как сход токоприемников с контактных проводов, так и ложное (неправильное) срабатывание механизмов автоматической управляемой стрелки, что приведет к переходу токоприемников на линию, не соответствующую нужному направлению движения.

7. При движении троллейбуса в кривых наиболее безопасна траектория движения, при которой радиус поворота троллейбуса больше радиуса контактной линии. В обратной ситуации возникает опасность схода токоприемников с контактных проводов.

8. Сход токоприемников с контактных проводов опасен возможными повреждениями контактной сети, самих токоприемников, инженерных конструкций, а также травмированием участников движения частями токоприемника.

9. При перестановке токоприемников с линии на линию и их постановке на контактные провода вручную подвергается опасности жизнь водителя троллейбуса, так как ему приходится выполнять эти работы на проезжей части, в условиях дорожного движения.

При движении троллейбусов ИМС с опущенными токоприемниками (как правило, по участкам без контактной сети) их параметры аналогичны электробусам, которые в свою очередь отличаются от параметров движения автобусов более высокими тягово-скоростными характеристиками.

С точки зрения организации дорожного движения для электробусов важно обеспечивать возможность беспрепятственного подъезда и размещения электробуса на проезжей части в зоне расположения контактных элементов зарядной станции.

Взаимодействие рельсового электрического транспорта с организацией дорожного движения

Трамвай наиболее мощный по провозной способности среди всех видов наземного транспорта, интегрированных в городскую среду, наиболее быстрый, безопасный и надежный. Затраты на строительство новых трамвайных линий значительно ниже, чем на строительство линий метрополитена, при этом при использовании трамваев большой пассажироместимости можно достичь соизмеримых с метрополитеном провозных способностей линий. Трамвай может быть легко использован для построения разветвленной маршрутной сети. Его обособление от дорожного движения возможно применением как различных решений, связанных с организацией этого движения, так и отделением трамвайных линий от проезжей части на этапе их проектирования и строительства. Маневренность трамвайной системы значительно повышается при наличии хорошо развитой сети путей, дающей возможность организовать движение трамваев по альтернативным направлениям.

Особенности рельсового пути и конструкции трамваев, характер взаимодействия рельсового пути и трамваев, а также условия дорожного движения, высокие ускорения и замедления при работе на городских маршрутах, маленькие интервалы движения определяют некоторые специфические особенности эксплуатации трамваев.

В настоящее время конструкции рельсовых путей по виду исполнения их верхнего покрытия можно разделить на пять категорий:

- пути, уложенные на железобетонные или деревянные шпалы без верхнего покрытия;
- пути, уложенные по шпальной или бесшпальной технологии с верхним покрытием в виде газона;
- пути, уложенные на железобетонные или деревянные шпалы с мощением мелкоштучными материалами (например, железобетонной плиткой);
- пути, уложенные по шпальной или бесшпальной технологии с верхним покрытием бесшовного типа;
- пути, уложенные по бесшпальной технологии (основание путей при этом выполнено в виде штучных бетонных плит, в которые вклеены специальные, как правило, бесшпальные рельсы).

Строительство и реконструкция трамвайных путей по бесшпальной технологии выполняются с целью снижения уровня шума и повышения

плавности хода трамвайных вагонов, увеличения сроков между необходимыми ремонтами путей (заявленный межремонтный срок – 25 лет), улучшения внешнего вида улиц. Однако, кроме заявленных преимуществ, при последующей эксплуатации проявился и ряд недостатков.

1. Ограниченная ширина совмещенного трамвайного полотна.

На участках, прошедших реконструкцию по бесшпальной технологии, конструктивная ширина двухпутного пути уменьшилась до 5,6 м (ширина плит с рельсами составляет 2,4 м, ширина плиты междупутья – 0,8 м). Такая ширина совмещенного трамвайного полотна не позволяет задействовать его в качестве выделенной трамвайно-автобусной полосы, существенно улучшающей условия работы маршрутных транспортных средств и повышающей эффективность использования пространства городских улиц.

2. Изменение параметров видимого поперечного профиля путей.

При устройстве покрытия на трамвайных путях путем мощения мелкоштучными материалами (бетонной плиткой) со стороны внешнего рельса плитка и бордюрный камень укладываются в полосе шириной около 0,5 м, что полностью соответствует габариту трамвая по ширине (рис. 1). Водители нерельсовых транспортных средств психологически воспринимают это как постороннюю территорию и стремятся не заезжать на полосу, вымощенную плиткой, в ре-

зультате их транспортные средства не попадают в габарит трамвая.

Ширина видимой бетонной плиты-основания рельсового пути, выполненного по бесшпальной технологии, меньше. Расстояние от внешнего рельса до края плиты составляет около 0,32 м (рис. 2, внутренняя линия). При движении (и ожидании разрешающего сигнала светофора) нерельсовых транспортных средств вдоль внешнего края плит они уже попадают в габарит трамвая (рис. 2, внешняя линия). В результате трамваи не могут беспрепятственно проехать вдоль стоящих перед светофором нерельсовых транспортных средств либо опередить автомобиль, движущийся в соседней полосе.

3. Улучшение условий движения автомобилей по трамвайному полотну, выполненному по бесшпальной технологии.

Движение автомобилей по покрытию из мелкоштучных материалов (плитке), используемому для мощения полотна при обычной технологии, приводит к шумовому и вибрационному дискомфорту, поэтому водители автомобилей, как правило, избегают движения по таким трамвайным путям. На путях из бетонных плит с поверхностной обработкой движение автомобилей практически не доставляет неудобств водителям.

Для устранения данной проблемы границы трамвайного полотна на участках, на которых выполнено строительство или реконструкция пути по бесшпальной технологии, должны быть



Рис. 1. Внешний вид трамвайного пути, уложенного с мощением мелкоштучными материалами

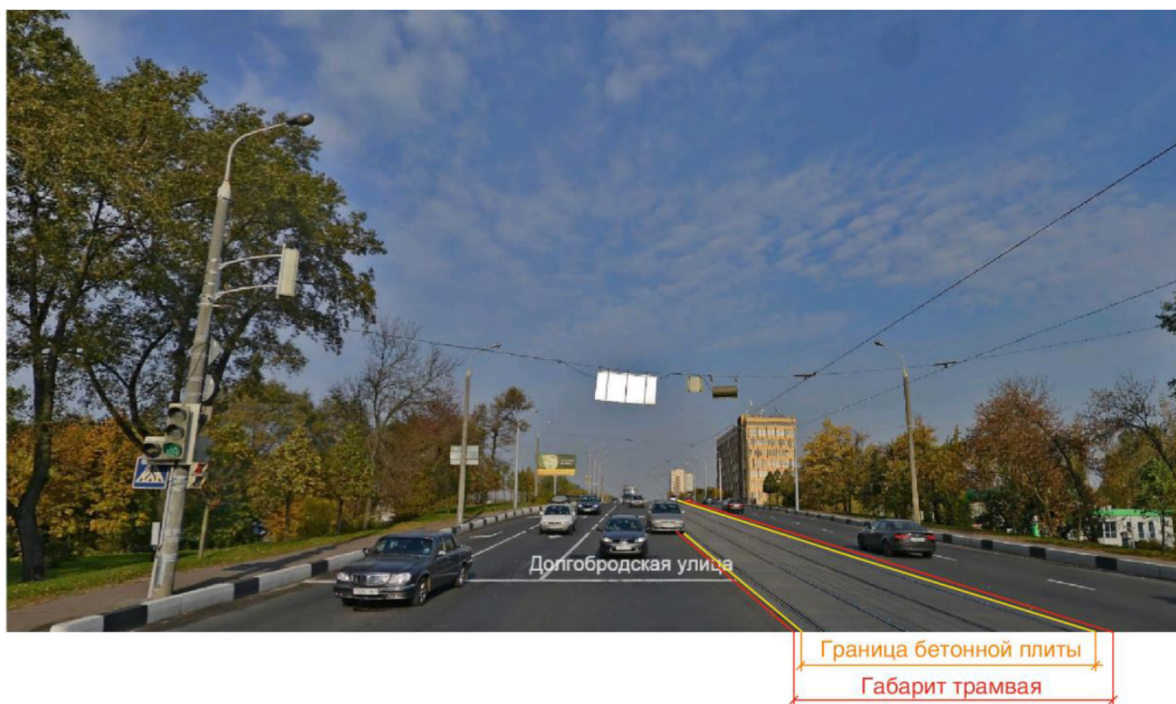


Рис. 2. Внешний вид трамвайного пути, уложенного по бесшпальной технологии

в первоочередном порядке обозначены дорожной разметкой 1.2 для корректного выделения габарита, необходимого для движения трамваев. При ее нанесении следует использовать разметочные материалы повышенной долговечности (термопластик или пластик холодного нанесения) [3].

Рассматривая вопрос взаимодействия трамваев с организацией дорожного движения, следует учитывать, что масса пустого 15-метрового трамвая составляет 20 т, с пассажирами – 28 т, масса пустого 26-метрового трамвая равна 31 т, с пассажирами – 44 т, при этом тормозной путь трамвая при скорости начала торможения 40 км/ч на горизонтальном, прямом, сухом и чистом участке пути составляет при служебном торможении 60 м, а при экстренном – 30 м [4].

В трамваях широко применяются следующие способы торможения:

- механическое, при котором силы трения создаются в тормозных механизмах, установленных в элементах тяговой передачи трамвая;
- электрическое, при котором торможение происходит за счет перевода тяговых двигателей в режим генератора;
- электромагнитное рельсовое за счет сил трения при воздействии тормозных башмаков, внутри которых расположены электромагниты, на рельсы.

При механическом и электрическом торможении реализация тормозной силы происходит

через сцепление колес с рельсами, так как механизмы данных видов торможения так или иначе воздействуют на тяговую передачу и колесную пару трамвая. Величина коэффициента сцепления в значительной степени зависит от состояния поверхностей катания бандажа и рельса и менее значительно от скорости движения колеса по рельсу (в диапазоне скоростей, характерных для трамвая).

Для обеспечения безопасности дорожного движения дополнительные меры безопасности включают ряд добавочных требований к скоростному режиму, соблюдению дистанции и т. д., не характерных для транспортных средств автомобильного транспорта. Установлены обязательные для соблюдения значения дистанции за впередиидущим трамваем на сухих и чистых рельсах не менее 60 м при скорости движения до 20 км/ч и не менее 120 м при скорости движения 20 км/ч и выше, на уклонах свыше 0,040 значение дистанции составляет 120–200 м (для разных городов могут предъявляться различные требования). Приближение к впередистоящему трамваю разрешается на горизонтальном участке на расстояние не ближе 15 м, а на уклонах более 0,040 – не ближе 60 м. Приближение на меньшее расстояние к впередистоящему трамваю разрешается только на сдвоенных остановках, конечных станциях и на территории депо. В этих случаях разрешается приближение к впередистоящему трамваю на расстояние 3 м

за территорией депо и на расстояние 1,5 м на его территории, при этом рекомендуется устанавливать дополнительное требование предварительной остановки трамвая на расстоянии не менее 15 м с последующим приближением к впереди стоящему трамваю на скорости менее 5 км/ч. Если из-за загрязнения пути может возникнуть вероятность движения трамвая юзом, указанные расстояния удваиваются. Особая опасность появляется при следовании трамвая за нерельсовым транспортным средством, движущимся по трамвайным путям или близко к ним, в этом случае скорость движения трамвая снижается до такой, которая при внезапной остановке автомобильного транспортного средства, имеющего значительно меньший тормозной путь, позволит остановить трамвай без столкновения с автомобильным транспортным средством.

Правила технической эксплуатации трамвая устанавливают следующие ограничения скорости в кривых: при радиусе кривой менее 50 м скорость не должна превышать 15 км/ч, от 50 до 75 м – не более 20 км/ч, от 75 до 100 м – не более 25 км/ч, при радиусах от 100 м – не более 30 км/ч.

Ограничения скорости устанавливаются также на спусках с уклоном от 0,070 до 0,090 – 15 км/ч, от 0,050 до 0,070 – 20 км/ч, от 0,030 до 0,050 – 25 км/ч, при загрязнении пути, когда может возникнуть опасность движения трамвая юзом, – 10 км/ч [5]. Превышение скорости на спусках не допускается, так как это может привести к серьезным дорожно-транспортным происшествиям. Также на спусках с уклонами свыше 0,040 целесообразно вводить технические остановки для снижения скорости движения трамваев и проверки исправности его тормозных систем.

Специфично движение трамваев и в осенне-зимний период. Во-первых, выпадающие в этот период осадки не высыхают, а, смешиваясь с пылью и грязью, образуют на рельсах маслянистую пленку. Во-вторых, опавшие с деревьев и кустарников листья, попадая под колеса трамвая, превращаются в маслянистую кашу (в том числе в сухую погоду). При этом коэффициент сцепления колес с рельсами уменьшается в несколько раз. Свой вклад вносят и противогололедные реагенты, которыми обрабатываются проезжие части улиц. От водителя в это время требуется повышенное внимание при разгоне и торможении трамвая. В частности, разгон следует производить с меньшими ускорениями с подачей песка на рельсы. Для недопущения движения юзом водителю следует выбирать меньшие замедления, при запланированных

остановках заранее снижать скорость, а при нарушении сцепления колес с рельсами подавать песок на рельсы, для восстановления сцепления также можно кратковременно пользоваться магнитно-рельсовым тормозом. В случае экстренного торможения водителю следует сразу применять магнитно-рельсовый тормоз, подавать песок на рельсы. Очевидно, что при любом торможении в описанных условиях тормозной путь будет больше, чем тормозной путь трамвая, находящегося на сухих чистых рельсах.

Во время обильных осадков могут возникать ситуации, когда система водоотведения не будет справляться и вода начнет заливать трамвайные пути. На участках подтопления скорость ограничивается в 5 км/ч, а при уровне воды над головками рельсов свыше 100 мм движение трамваев на залитом участке останавливается.

Кроме того, правилами технической эксплуатации трамвая устанавливаются особые ограничения скорости при проезде некоторых специальных частей рельсового пути: при проезде стрелочных переводов в противошерстном направлении (пути перед трамваем расходятся) – 5 км/ч, при проезде стрелочных переводов в шерстном направлении (пути перед трамваем сходятся) и глухих пересечений пути – 15 км/ч [5].

В отличие от железных дорог и метрополитенов, рельсовые пути которых изолированы от дорожного движения, рельсовые пути трамвая, проложенные в городе, не исключают возможности взаимодействия рельсовых транспортных средств в кривых с автомобильными транспортными средствами. Принимая во внимание то, что по различным причинам автомобильные транспортные средства могут оказаться внутри предусмотренного габарита рельсовых транспортных средств, отдельное внимание следует уделить особенностям вписывания в кривые наиболее распространенных конструкций трамвая.

В трамваях могут применяться поворотные и неповоротные тележки, а также бестележечные конструкции ходовой части, при этом кузова трамваев могут быть цельными и сочлененными. Как известно, расстояние между осями опор кузова трамвая на тележки называется базой. Так как база всегда будет меньше длины кузова (или секции кузова в сочлененном трамвае), то с двух сторон относительно базы образуются свесы кузова. В эксплуатации с точки зрения динамики длина свесов кузова существенно влияет на характер его колебаний и распределение масс при движении, а с точки зрения безопасности движения – на предельные габариты при вписывании трамвая в кривые.

Поворотные тележки трамваев имеют возможность вращения относительно кузова трамвая в горизонтальной плоскости вокруг пятниковой опоры на угол до 15° , при этом ось пятниковой опоры выступает центром поворота. Неповоротные тележки сочлененных трамваев не имеют возможности вращения относительно кузова (или имеют возможность поворота не более чем на $1,5-2,0^\circ$, что обусловлено упругостью системы подвешивания), поэтому вписывание таких трамваев в кривые осуществляется благодаря складыванию секций кузова вокруг вертикальной оси сцепного устройства, расположенного в узлах сочленения.

В трамваях с крайними поворотными тележками при вписывании кузова в кривую его боковые точки на уровне поперечных шкворневых балок кузова (в которых установлены пятниковые опоры), центральные боковые точки кузова, расположенные на уровне середины базы кузова, и крайние угловые точки кузова будут описывать различные траектории: крайние угловые точки кузова с внешней стороны кривой будут уходить наружу кривой и образовывать габаритные точки выноса кузова, крайняя боковая точка кузова центральной части кузова с внутренней стороны кривой, наоборот, будет уходить внутрь кривой и образовывать габаритные точки свеса кузова. Особый характер будет иметь и вписывание трамваев с неповоротными тележками и комбинацией (чередованием) поворотных и неповоротных тележек. Наибольшие выносы и свесы (рис. 3) имеют четырехосные несочлененные трамваи.

В табл. 3 приведены габаритные размеры свеса середины кузова четырехосного несочлененного трамвая и выноса угла кузова четырехосного несочлененного трамвая при вписывании его в кривую.

В условиях неравного взаимодействия особое внимание должно уделяться окраске рельсовых маршрутных транспортных средств. В основу научной разработки наружного цветового оформления трамваев, которые должны быть различимы на значительных расстояниях, следует положить принцип максимальной дальности видимости цветов и их сочетаний, конечно с учетом эстетического фактора. Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь содержат анализ распределения дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) с участием транспортных средств различных цветов кузова: наибольшее количество ДТП зарегистрировано с транспортными средствами синего цвета и оттенков серого, а наименьшее количество ДТП произошло

с транспортными средствами желтого, оранжевого цветов и многоцветными окрасками.

Исследованиями установлены количественные зависимости коэффициента видимости объектов от цвета фона. На этом основании определены три группы цветов:

1) цвета, обладающие самой большой дальностью видимости – красный, оранжевый, черный и белый;

2) цвета со средней дальностью видимости – желтый и зеленый;

3) цвета с низкой дальностью видимости – голубой и синий [7].

Исследования влияния цвета трамваев АКМ-60102, которые эксплуатируются в г. Минске, показали, что выбранная и применяемая много лет окраска бирюзового цвета обладает ярко выраженным маскирующим эффектом, особенно в условиях пониженной освещенности. При наружном цветовом оформлении маршрутных транспортных средств не рекомендуется пользоваться синим цветом и его оттенками вследствие его низкой дальности видимости [3]. Более того, следует помнить, что теплые цвета всегда кажутся более близкими, а холодные –

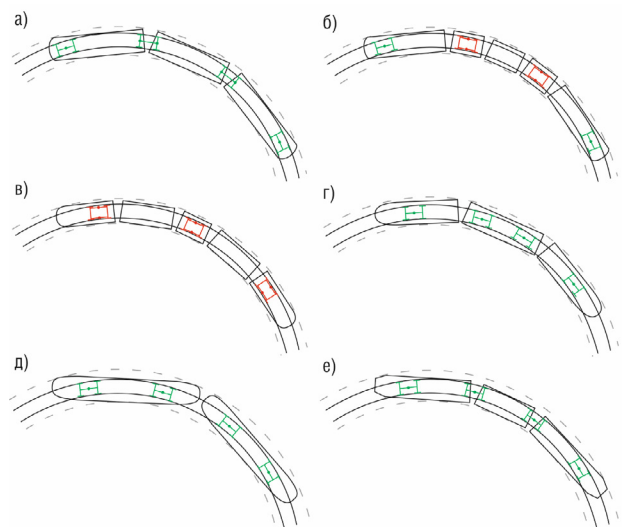


Рис. 3. Траектории, описываемые точками свеса и выноса кузовов при вписывании трамваев различной конструкции в кривые:
 а) трехсекционного трамвая со всеми поворотными тележками; б) пятисекционного трамвая с неповоротными тележками и крайними поворотными тележками, в) пятисекционного трамвая со всеми неповоротными тележками; г) трехсекционного трамвая со всеми поворотными тележками; д) несочлененного трамвая с поворотными тележками; е) трехсекционного трамвая со всеми поворотными тележками с расположением тележек под узлами сочленения

Таблица 3

Габаритные размеры свеса и выноса при вписывании в кривую четырехосного несочлененного трамвая [6]

Радиус кривой, м	Габаритный размер свеса середины вагона с внутренней стороны кривой, мм	Расстояние от оси кривой до середины боковой грани кузова вагона с внутренней стороны кривой, мм	Габаритный размер выноса угла вагона с наружной стороны кривой, мм	Расстояние от оси кривой до угла кузова вагона с внешней стороны кривой, мм
20	868	1630	923	1685
25	797	1559	790	1552
30	738	1500	745	1507
40	679	1441	645	1406
50	641	1406	597	1359
60	615	1377	573	1340
75	590	1346	541	1303
100	565	1319	502	1264
150	539	1301	471	1233
300	513	1275	436	1198

Примечание: габаритные размеры свеса и выноса приведены при расположении трамвая полностью в кривой. При других радиусах кривых размеры свеса и выноса можно определить интерполяцией.

более удаленными от наблюдателя. Из насыщенных цветов хроматического ряда наибольшей способностью приближать поверхность обладают оранжевый и желтый цвета, а наибольшей способностью удалять поверхность – синий и бирюзовый [8].

Заключение

1. Предложенная расширенная система классификации маршрутных транспортных средств с электрическим приводом позволит классифицировать и категорировать различные решения, предлагаемые производителями маршрутных транспортных средств с электрическим приводом, что облегчит работу при принятии решений как эксплуатирующих организаций, так и проектно-конструкторских бюро, поскольку обозначения схемы, дополненной номером категории, позволят легко определить область применения и возможности данного транспортного средства, необходимость в наличии зарядной инфраструктуры.

2. Наибольший интерес для городов, имеющих троллейбусное движение, представляют сейчас троллейбусы ИМС-2 и ИМС-3, которые позволяют расширить маршрутную сеть экологически чистого троллейбуса и заменить троллейбусами ряд автобусных маршрутов.

3. При проектировании контактной сети, схем организации движения следует учитывать особенности конструкции и устройства троллейбусов, контактной сети троллейбусов, что

позволит снизить потери в дорожном движении, повысить уровень его безопасности.

4. При строительстве и реконструкции трамвайных линий следует учитывать понятие визуального габарита и зонировать (отделять) пространство проезжей части. При эксплуатации трамваев следует помнить об особенностях их конструкции, видах тормозных систем и их характеристиках. Следует уделять внимание окраске кузовов маршрутных транспортных средств.

5. Выносы и свесы кузова трамвая при вписывании в кривую следует учитывать не только при проектировании рельсового пути, но и при выполнении мероприятий по организации дорожного движения, проектировании и нанесении горизонтальной дорожной разметки, а также в процессе эксплуатации трамваев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка технико-экономического обоснования мероприятий, направленных на повышение качества и эффективности работы общественного транспорта Полоцка и Новополоцка. Отчет о результатах работы по этапу 2: отчет о НИР/НИЦ ДД БНТУ. Минск, 2018. 271 с.
2. ТКП 314–2011. Техническое обслуживание и ремонт городского электрического транспорта. Нормы и правила проведения: дата введения 2011-09-01. Минск: Транстехника, 2012. IV, 48 с.

3. **Кот Е. Н., Семченков С. С., Ромейко В. Ю.** Трамвайная система г. Минска – проблемы и перспективы // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: матер. XXIV Междунар. науч.-практ. конф. Минск: БНТУ, 2018. С. 197–222.
4. **Семченков С. С.** Трамваи Минска сегодня: К 75-летию мин. трамвая. Минск: Информпресс, 2004. 87 с.
5. Правила технической эксплуатации трамвая: утв. приказом Министра жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 03.09.1996 г. № 101. Минск: Белинкоммаш, 1996. 100 с.
6. СН 3.03.02–2019. Трамвайные и троллейбусные линии: дата введения 2019-12-16. Минск: Стройтехнорм, 2020. IV, 57 с.
7. Эстетика на железнодорожном транспорте / ред. В. И. Сергеева. М.: Транспорт, 1977. 376 с.
8. **Шаронов В. В.** Наблюдение и видимость. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1943. 82 с.

REFERENCES

1. Razrabotka tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya meropriyatii, napravlennykh na povyshenie kachestva i effektivnosti raboty obshchestvennogo transporta Polotska i Novopolotska. Otchet o re-

- zul'tatakh raboty po etapu 2: otchet o NIR / NITs DD BNTU. Minsk, 2018. 271 s. (In Russ.)
2. ТКР 314–2011. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont gorodskogo jelektricheskogo transporta. Normy i pravila provedeniya: data vvedeniya 2011-09-01. Minsk: Transtehnika, 2012. IV, 48 s. (In Russ.)
3. **Kot E. N., Semchenkov S. S., Romeiko V. Yu.** Tramvajnaja sistema g. Minska – problemy i perspektivy. Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija i funkcionirovanija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya: materialy XXIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Minsk: BNTU, 2018:197–222. (In Russ.)
4. **Semchenkov S. S.** Tramvai Minska segodnja: K 75-letiju min. tramvaja. Minsk: Informpress, 2004. 87 s. (In Russ.)
5. Pravila tehniceskoy jekspluatacii tramvaja: utv. prikazom Ministra zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva Respubliki Belarus' 03.09.1996 g. № 101. Minsk: Belinkommash, 1996. 100 s. (In Russ.)
6. SN 3.03.02–2019. Tramvajnye i trollejbusnye linii: data vvedeniya 2019-12-16. Minsk: Strojtehnorm, 2020. IV, 57 s. (In Russ.)
7. Jestetika na zheleznodorozhnom transporte / redaktor V. I. Sergeeva. Moskva: Transport, 1977. 376 s. (In Russ.)
8. **Sharonov V. V.** Nabljudenie i vidimost'. Moskva: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1943. 82 s. (In Russ.)

УДК 656.072(470.23-25)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-78-85

Михаил Юрьевич Калмыков

соискатель ученой степени кандидата технических наук

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Санкт-Петербург, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНУТРИГОРОДСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы обоснования целесообразности внутригородского железнодорожного сообщения на примере Санкт-Петербурга, создания базового алгоритма ввода в эксплуатацию данного проекта, для чего был проведен анализ действующих методик, применяемых для ввода новых видов транспорта; приведены основные преимущества и недостатки железнодорожного сообщения, базовый алгоритм ввода внутригородского железнодорожного сообщения, рассмотрена возможность реализации проекта в Санкт-Петербурге. Ввод в эксплуатацию внутригородской железнодорожной сети позволяет пересмотреть вопрос о развитии транспортной сети агломерации, способствует развитию внеуличного вида транспорта, который способен составить конкуренцию метрополитену, перераспределить пассажиропотоки, следующие из Ленинградской области и пригородов Санкт-Петербурга, улучшить экологическую ситуацию в регионе путем сокращения заторов на въезде в город за счет пересадки на внутригородское железнодорожное сообщение, что также сократит время в пути всех участников движения.

Ключевые слова: транспорт, транспортная система, город, агломерация, внеуличный транспорт, внутригородское железнодорожное сообщение, инфраструктура, метрополитен.

Mikhail Yu. Kalmykov

Candidate of the Scientific Degree of PhD in Engineering Sciences

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

St. Petersburg, Russia

JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF INTRA-CITY RAILWAY COMMUNICATION ON THE EXAMPLE OF THE ST. PETERSBURG AGGLOMERATION

Annotation. This article discusses the following issues: justification of the feasibility of intra-city railway communication on the example of St. Petersburg, creation of a basic algorithm for commissioning this project for this purpose, the analysis of existing methods used for the introduction of new types of transport was carried out, the main advantages and disadvantages of railway communication are given, the basic algorithm for the introduction of intra-city railway communication is given, the possibility of implementing the project in St. Petersburg is considered. The commissioning of the intra-city railway network allows: to reconsider the issue of the development of the transport network of the agglomeration, promotes the development of an off-street mode of transport that can compete with the metro, redistribute passenger flows coming from the Leningrad region and the suburbs of St. Petersburg, improve the environmental situation in the region by reducing congestion at the entrance to the city by transferring to the intra-city railway communication, which will also reduce the travel time of all traffic participants.

Keywords: transport, transport system, city, agglomeration, out-of-town transport, intra-city railway communication, infrastructure, metro.

Введение

Рост уровня урбанизации требует постоянного решения транспортных проблем, связанных с маятниковой миграцией населения, что особенно заметно в моноцентрических городах. Для предотвращения транспортных коллапсов и снижения нагрузки на уличную дорожную сеть необходимо, чтобы транспортная система

развивалась параллельно застройке, а в некоторых случаях опережала ее.

Каждый город по-своему решает транспортные проблемы, связанные с высоким уровнем автомобилизации. Один из способов – повышение роли общественного транспорта, для чего создаются выделенные полосы, а в некоторых случаях развивается внеуличный транспорт. К внеуличному транспорту относятся метропо-

литен, железнодорожное сообщение и т. д. Метрополитен на настоящий момент – самый эффективный внеуличный вид транспорта, но его строительство требует больших финансовых инвестиций и не каждый город может его себе позволить. Железнодорожное сообщение может осуществлять те же функции, что и метрополитен, а его строительство обходится значительно дешевле. На совещании с президентом РФ вице-премьер Марат Хуснуллин заявил, что в городах-миллионниках нецелесообразно строить метрополитен из-за его дороговизны и надо большую ставку делать на железную дорогу [1].

В настоящее время каркас транспортной системы в агломерациях составляют внеуличные виды транспорта, в других населенных пунктах железнодорожный транспорт пригородного или дальнего следования – одна из точек тяготения транспортной сети. Эффективность показал за-

пуск МЦК: оно охватывает районы, где отсутствуют станции метрополитена. Такие возможности имеются в других городах.

Вопросом создания внутригородского железнодорожного сообщения занимаются различные организации, департаменты и комитеты, ведутся разработки для Ростова-на-Дону [2], Санкт-Петербурга [3, 4], Москвы [5] и других городов [6].

Санкт-Петербургская агломерация включает не только Санкт-Петербург, но и интенсивно растущие сопредельные территории Ленинградской области, что вызывает увеличение объема поездок в пригородном направлении. Если посмотреть на карту развитости железнодорожной инфраструктуры основных пригородных сообщений с нанесением численности населенных пунктов, имеющих большее тяготение к «ядру» Санкт-Петербургской агломерации (рис. 1), видно, что население, тяготеющее

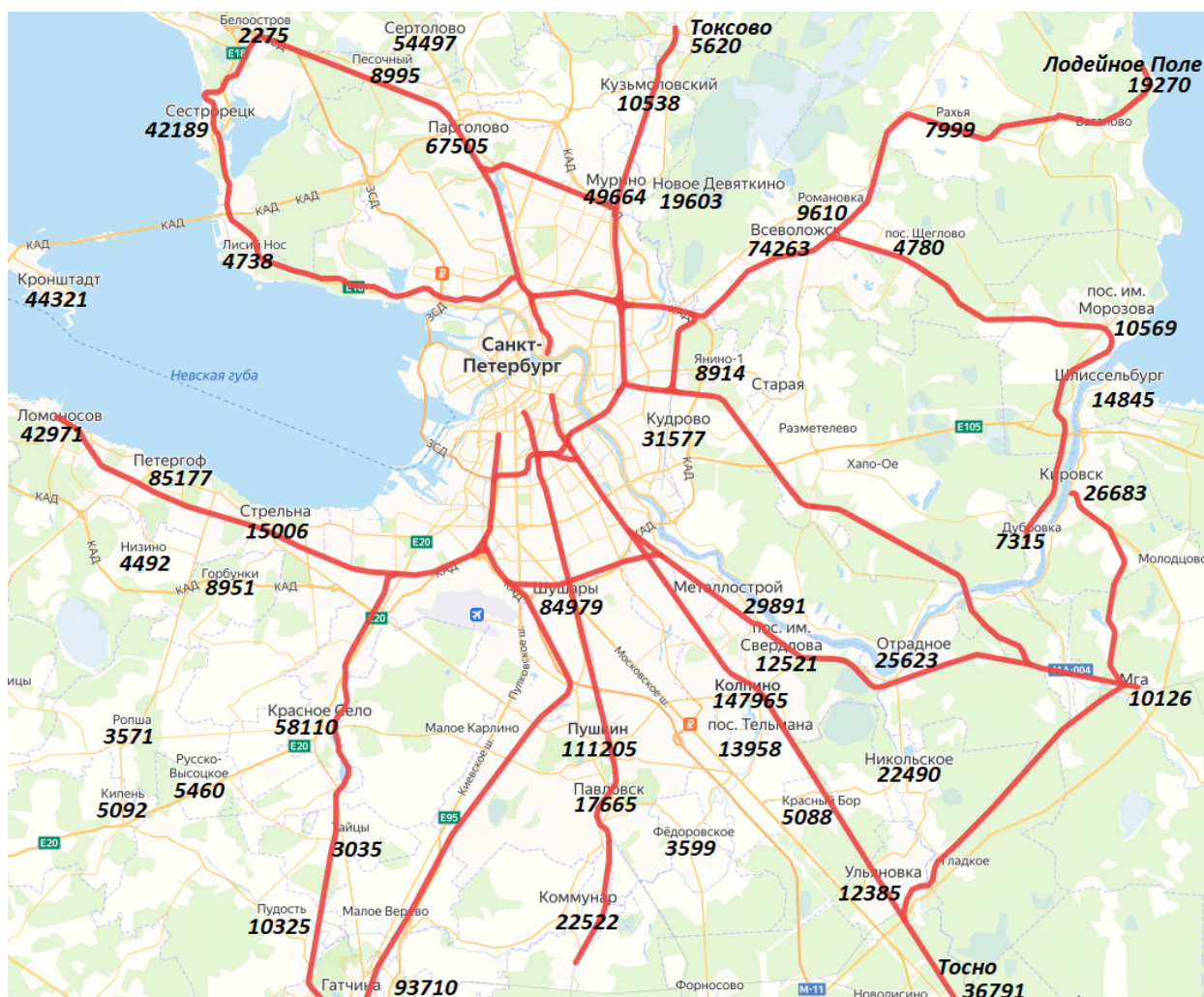


Рис. 1. Численность постоянного населения вдоль железнодорожных путей по состоянию на 1 января 2019 г.

к городу и пользующееся железнодорожным сообщением, составляет более 500 тыс. чел. В то же время в сопредельных с Санкт-Петербургом районах Ленинградской области продолжается интенсивная застройка жилищным фондом и уже сейчас население там составляет 46% от общей численности области. Так как застройка идет в двух субъектах РФ, составляющих одну агломерацию, то возникает несоответствие развития территории и транспортной инфраструктуры, возрастает нагрузка на уличную дорожную сеть (далее УДС).

Следовательно, дальнейшее развитие Санкт-Петербургской агломерации требует кардинальных решений по развитию системы городского общественного транспорта с увеличением его привлекательности у населения.

Один из способов решения указанной задачи – развитие внеуличного транспорта (метрополитен и железнодорожный транспорт), в том числе создание внутригородского железнодорожного сообщения. Последнее особенно актуально по причине фиксированного расписания, а выделенные пути позволяют обеспечивать без-

Целевые показатели реализации транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 г.

Наименование целевого показателя	Значение целевого показателя		
	2011 г.	2015 г.	2025 г.
Доля населения, пользующаяся услугами городского пассажирского транспорта, %	70	72	75
Среднее время поездок с трудовыми целями, мин	56	48	40
Повышение эксплуатационной скорости наземного пассажирского маршрутного транспорта, %	100	110	115
в том числе трамвая, %	100	125	130
Плотность маршрутной сети метрополитена:			
общая площадь, км / кв. км	0,078	0,081	0,133
площадь сплошной застройки, км / кв. км	0,173	0,179	0,295
Суммарная вместимость:			
наземного городского пассажирского транспорта, тыс. мест	528	610	850
вагонов метрополитена, тыс. мест	365,1	377,5	480
Максимальный интервал наземного городского пассажирского транспорта, мин	25	15	10
Пешеходная доступность до остановочных пунктов в зоне плотной застройки, м	500	400	300
Протяженность УДС, в том числе магистралей скоростного и непрерывного движения, км	3140,9	3297,0	3454,0
Плотность УДС в Санкт-Петербурге, км / кв. км	3,8	4,2	5,1
Доля протяженности УДС в удовлетворительном состоянии, %	44	65	85
Повышение средней скорости сообщения на автомобильном транспорте, %	100	110	115
Смертность в результате ДТП, чел. на 100 тыс. жителей	8,7	6,0	4,0
Количество регистрируемых ДТП, случаи на 10 тыс. транспортных средств	43,9	30	26
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта, тыс. т	573,8	516,4	430,4
Снижение интенсивности шумовой нагрузки в зоне городских автомагистралей, %	0	15	25
Объем отправления пассажиров в пригородном сообщении в границах Санкт-Петербурга, %	52,15	113,2	114,7

опасность и высокую скорость движения, тем самым сокращая время в пути.

Провозная способность, измеряемая в тысячах пассажиров, провозимых в час в одном направлении, для разных видов транспорта составляет:

- метрополитен – 40–50;
- трамвай – 12–15;
- различные виды автобусов – 9–10;
- троллейбус – 8–9.

Решение транспортных проблем агломерации, рост уровня транспортного обслуживания весьма затруднительны без целенаправленного государственного регулирования. С учетом нормативно-правовой базы регионального уровня определяется стратегия развития транспортной системы города. В Постановлении Правительства Санкт-Петербурга от 13.07.2011 г. № 945 «О транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 года» (далее – Стратегия) определены основные целевые количественные параметры развития транспортной системы города [7].

Стратегия ложится в основу разработки документов регионального уровня, в том числе комплексной транспортной схемы Санкт-Петербурга, которая в свою очередь потребует внесения изменений в генеральный план города. Ее суть – определение обоснованного по объемам и приоритетам финансирования мероприятий, направленных на развитие транспортной системы Санкт-Петербурга.

В поисках решения проблемы недостатка бюджетных средств на развитие транспортной сети были заключены проекты по государственному частному партнерству и контракты с федеральными компаниями, например ОАО «РЖД» при содействии Правительства Ленинградской области была разработана Концепция по развитию железнодорожной инфраструктуры Санкт-Петербурга до 2030 г.

Планирование и реализация проекта внутригородского железнодорожного сообщения возможны лишь при согласованных действиях исполнительной власти (администраций Санкт-Петербурга и Ленинградской области) и ключевых организаций (ОАО «РЖД», ГУП «Петербургский метрополитен», ОАО «СЗППК», ГУП «Горэлектротранс», автобусных перевозчиков). Это позволит скоординировать использование железнодорожной инфраструктуры, подвижного состава, взаимодействие с другими видами транспорта. Данная структура обеспечивает интересы пассажира по развитию качественного рынка пассажирских перевозок, обеспечению транспортной доступности населения как по стоимости, так и по другим критериям (скорость, надежность, регулярность, безопасность, сервис).

Обоснование включения внутригородского железнодорожного сообщения в транспортную систему города

Любое обоснование сводится к оценке преимуществ и недостатков, по результатам которой принимается решение. Положительные стороны от внедрения железнодорожного сообщения в транспортную систему города:

- 1) высокая скорость движения за счет выделенного пространства, где отсутствуют дорожные заторы, светофоры и другие ограничивающие факторы;
- 2) точность расписания, что позволяет планировать время поездки;
- 3) минимальное отрицательное влияние на окружающую среду;
- 4) большая, по сравнению с автомобилем, безопасность;
- 5) большое количество пассажиров, перевозимых за один раз;
- 6) плавное перераспределение пассажиропотока по станциям метрополитена;
- 7) организация беспересадочных сообщений в зоне «город – пригород», обеспечивающая разгрузку привокзальных площадей и маршрутов городского транспорта;
- 8) минимальная потребность в территориях, необходимых для размещения путевой инфраструктуры;
- 9) меньшие эксплуатационные расходы и меньшая себестоимость перевозки пассажиров;
- 10) более высокая надежность и регулярность сообщения благодаря малой зависимости рельсового транспорта от погодных условий [8].

Недостатки внедрения железнодорожного сообщения в транспортную систему города:

- 1) необходимость выделения земельного участка для строительства путей, остановочных пунктов и т. д.;
- 2) заторы на переездах при пересечении с уличной дорожной сетью;
- 3) высокие капиталовложения и долгая окупаемость проекта;
- 4) недостаточный опыт специалистов в практических и теоретических аспектах.

Алгоритм ввода внутригородского железнодорожного сообщения

В рамках развития внутригородского железнодорожного сообщения необходимо провести ряд работ.

1. Анализ:

- перспектив развития города (генеральный план);

- транспортных потоков, в том числе грузовых на всех видах транспорта, оценка конкуренции другими видами транспорта;

- существующей железнодорожной инфраструктуры, перспектив ее развития, модернизации или строительства новой;

- загруженности имеющейся железнодорожной инфраструктуры (графики движения);

- возможности интеграции в интермодальный способ перевозки (например, электропоезд-автотранспорт);

- имеющегося подвижного состава.

2. Разработка:

- маршрутов следования внутригородского железнодорожного сообщения;

- тарифной политики для данного вида перевозок;

- нормативно-правовой базы, регулирующей данный вид деятельности; внесение поправок в имеющуюся, обеспечение единообразия, которое создаст условия для взаимодействия различных видов транспорта;

- графика движения внутригородского железнодорожного сообщения с учетом движения имеющихся сообщений (грузового, пригородного, дальнего);

- графика оборота составов, обеспечивающих сообщение;

- предложения по модернизации имеющейся инфраструктуры.

3. Реализация:

- включение оплаты проезда в единую платежную систему города (например, «Подорожник» в Санкт-Петербурге);

- оборудование комфортных пересадочных узлов для всех групп населения;

- создание условий для развития сопутствующего бизнеса;

- обновление или закупка нового подвижного состава;

- создание информационно-аналитической системы управления общественным транспортом;

- постоянный мониторинг функционирования общественного транспорта с целью повышения качества оказываемых услуг перевозки;

- создание единой системы диспетчерского управления общественного транспорта, обеспечивающей увязку всех видов транспорта и реагирования в случае нештатного события.

Развитие внутригородского железнодорожного сообщения в Санкт-Петербурге

Особое значение при создании проекта внутригородского железнодорожного сообщения

имеет существующая инфраструктура железнодорожного транспорта. В Санкт-Петербурге в настоящее время, несмотря на разветвленность, инфраструктура требует детальных изменений и реконструкций отдельных участков пути. К ограничивающим факторам относятся однопутные участки дорог, участки без электрификации, пересечение с УДС, один железнодорожный мост, соединяющий две половины города. Решение ряда задач позволит осуществить проекты, включенные в Генеральную схему развития железнодорожного узла Санкт-Петербурга и области.

Разветвленная сеть после модернизации делает железнодорожный транспорт привлекательным полноценным участником транспортной системы города. Однако данное суждение будет верным при курсировании подвижного состава с малым интервалом. Строительство зонных станций на границе «ядра» позволит более гибко регулировать график движения и минимизировать порожний пробег подвижного состава, так как маятниковая миграция осуществляется в большем объеме в часы пик, и движение в пригородном направлении способно справиться с полученной нагрузкой.

Прогнозируемые пассажиропотоки, которые необходимы для расчета размеров движения внутригородских электропоездов, могут быть получены путем исследования пассажиров на остановочных комплексах городского пассажирского транспорта в районах тяготения к железнодорожному полотну. Однако уже сейчас, используя геоинформационную систему «Интеллект», можно посмотреть зоны пешеходного тяготения вдоль железнодорожных путей. Так была составлена карта тяготения пешеходов к действующим и планируемым к 2025 г. железнодорожным станциям (рис. 2), а также было установлено число жителей, проживающих в этой области [4].

Таким образом, число населения, которое воспользуется внеуличным транспортом, при предложенной схеме увеличится на 40%. Всего в зоне 15-минутной пешеходной доступности (скорость движения пешехода задавалась равной 4,5 км/ч) от станций в Санкт-Петербурге сейчас проживает примерно 1,4 млн чел. Но с учетом постоянного ввода новых зданий это значение будет расти. Если принять во внимание все планируемые районы жилой застройки, то в зоне 15-минутной пешеходной доступности окажется около 1,9 млн чел.

Создание удобной транспортной системы для пассажиров подразумевает консолидированное развитие железнодорожной сети и метрополи-

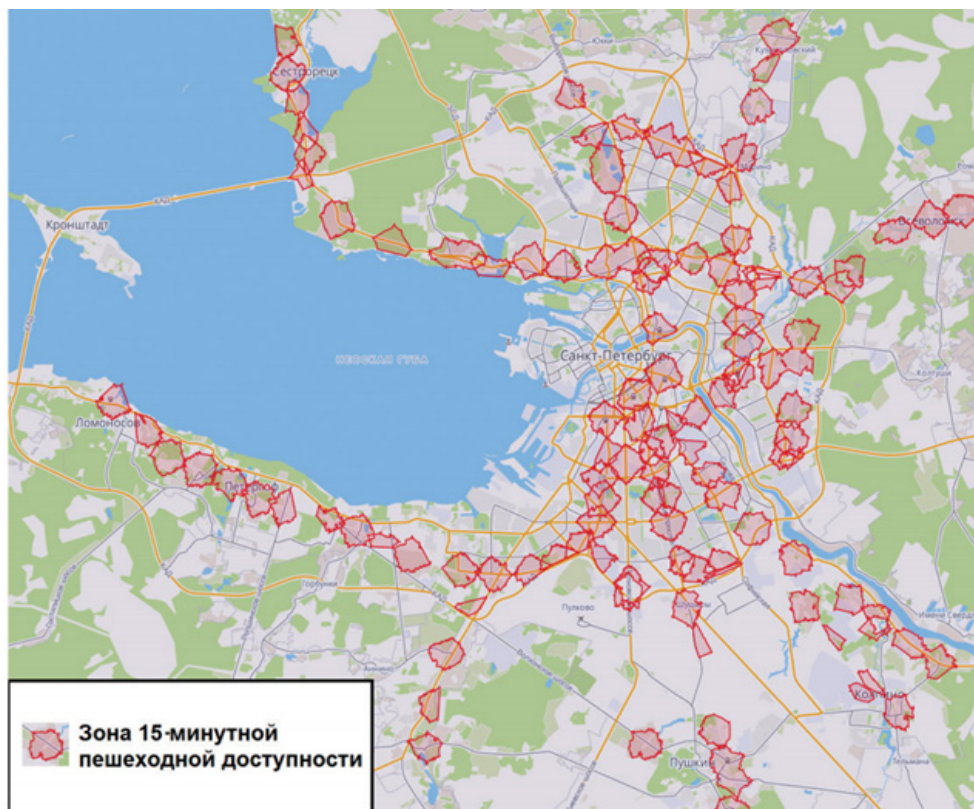


Рис. 2. Схема пешеходной зоны тяготения к железнодорожным станциям [4]

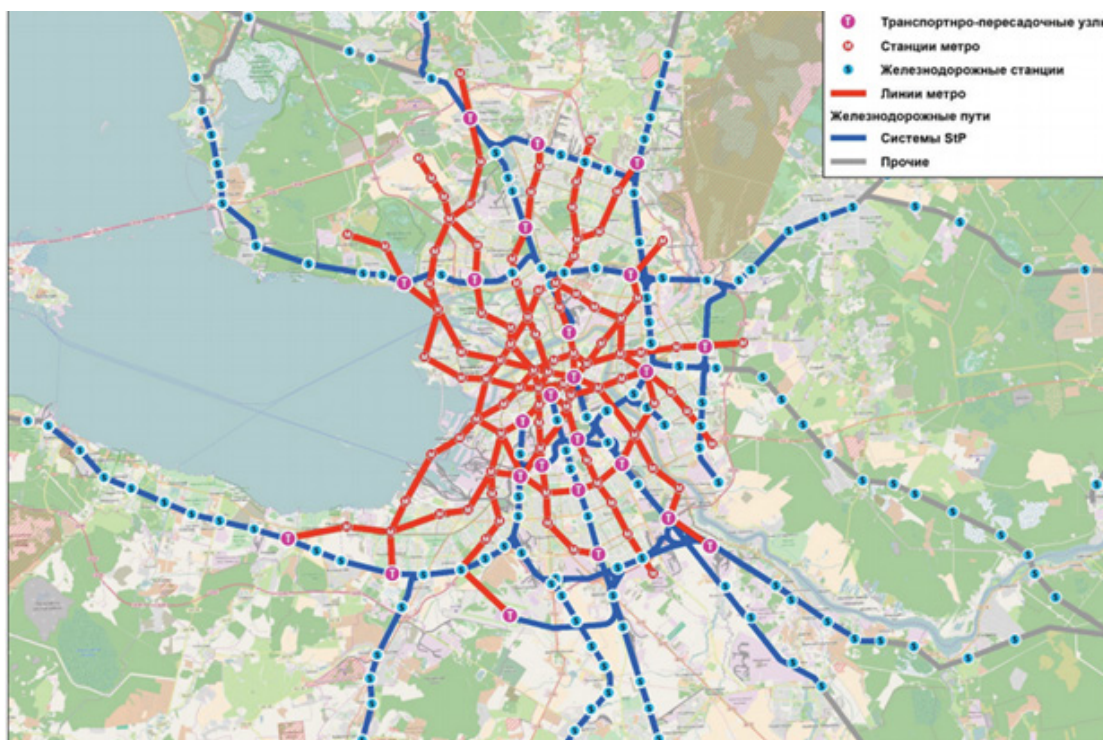


Рис. 3. Перспективная схема развития внеуличного пассажирского транспорта Санкт-Петербургской агломерации [4]

тена. Один из возможных вариантов развития пригородно-городской железнодорожной сети в сочетании с перспективной сетью метро представлен на рис. 3.

Общая протяженность сети городских железных дорог составляет 340 км, при этом задействовано 128 станций, из них 24 имеют пересадку на метрополитен. Плотность сети в ядре агломерации – одна железнодорожная станция на 4,6 кв. км селитебной территории. Связанность с метрополитеном – 19%, что превосходит средние значения для рассмотренных агломераций. Однако, если учитывать сеть метрополитена, планируемую к 2025 г., этот показатель будет 12% [4].

При развитии сети внутригородского железнодорожного транспорта улучшится его привлекательность, данный вид сообщения позволит разгрузить станции метрополитена и охватить районы, где станции метро не планируются к запуску в ближайшем десятилетии, обладая широтной связью, позволит привлечь жителей ближайших пригородов и жилых массивов вдоль этих линий. Формирование таких связей будет способствовать децентрализации города, что позволит ослабить центростремительный характер корреспонденций.

Вывод

Организация системы внутригородского железнодорожного сообщения имеет значимый социальный эффект: повышение транспортной подвижности для всех групп населения, формирование благоприятной среды вокруг новых точек притяжения бизнеса, увеличение доли отказов от использования личного автотранспорта. Самое главное – децентрализация города, что в свою очередь даст возможность развития пригородов и окраин, разгрузит улично-дорожную сеть и приведет к сокращению выбросов вредных веществ. Развитие данной системы сообщения позволяет улучшить доступность многих уже строящихся и планируемых на ближайшую перспективу районов жилой застройки, создать задел для планирования с дальнейшим развитием новых районов, как это уже произошло в ряде крупных агломераций мира.

Исходя из обоснований и алгоритма ввода внутригородского пассажирского железнодорожного сообщения, ясно, что специфических ограничений не существует и таким образом могут быть удовлетворены транспортные, социальные и экологические потребности жителей Санкт-Петербургской агломерации. Однако для обеспечения востребованности данного вида

транспорта у населения необходимо создать движение электропоездов с минимальным интервалом. Перевозки в Санкт-Петербурге окупаемы, и их усиление новыми маршрутами, уменьшение интервалов движения станут наиболее выгодным направлением развития транспортной сети.

Представленный проект требует больших капиталовложений, привлечения не только регионального, но и федерального бюджета. Результатом будут повышение качества жизни населения и увеличение привлекательности города для туристического потока и инвестиций, рост валового регионального продукта.

Появление нового вида транспорта потребует адаптации других видов к современным условиям функционирования и взаимодействия транспорта, потребуются разные механизмы реализации векторов развития городской пассажирской системы, в том числе уличного и внеуличного транспорта в целом. Одним из главных факторов оценки эффективности функционирования городской транспортной системы выступает скорость движения транспортных средств, которая может быть увеличена за счет развития маршрутных схем внеуличного транспорта – железнодорожных электропоездов в системе городского пассажирского транспорта.

Развитие внутригородского железнодорожного сообщения позволяет сократить время в пути, создать альтернативную метрополитену сеть линий, уходящих в города-спутники, что сократит нагрузку на уличную дорожную сеть и благоприятно отобразится на экологической обстановке агломерации в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хуснуллин назвал нецелесообразным строительство метро в крупных городах // РБК: деловое информ. пространство. URL: <https://www.rbc.ru/society/19/05/2021/60a51e3e9a794744ae7331cf> (дата обращения: 01.06.21).
2. Мамаев Т. Э., Ковалева Н. А. Железнодорожный транспорт в мегаполисе как фактор роста и устойчивости социально-экономического развития // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_200_kovaleova_2.pdf_7ec5e37f1d.pdf (дата обращения: 01.06.21).
3. Журавлева Н. А., Сакович И. Л. Интеграция железнодорожных перевозок в транспортные системы городских агломераций // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 6 (79). С. 26–29.

4. **Атаев П. Г.** Перспективы развития системы внеуличного скоростного пассажирского транспорта в Санкт-Петербургской агломерации // *Транспорт Российской Федерации*. 2017. № 1 (68). С. 33–38.
 5. **Власов Д. Н., Бахирев И. А.** Московское центральное кольцо как катализатор изменения мобильности жителей // *ACADEMIA. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО*. 2018. № 1. С. 53–58.
 6. **Шабарова Э. В.** Железная дорога в городе. М.: Транспорт, 1986. 223 с.
 7. О Транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 года: Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 13 июля 2011 г. № 945. URL: <https://base.garant.ru/35344779/> (дата обращения: 01.06.21).
 8. **Глухов А. К., Пивоваров А. Д.** Проблемные вопросы развития городского пассажирского транспорта // *ВЕСТНИК УНИВЕРСИТЕТА*. 2013. № 11. С. 20–27.
-
- REFERENCES**
1. Husnullin nazval necelesoobraznym stroitel'stvo metro v krupnyh gorodah. RBK: delovoe informacionnoe prostranstvo. Available at: <https://www.rbc.ru/society/19/05/2021/60a51e3e9a794744ae7331cf> (accessed: 01.06.21). (In Russ.)
 2. **Mamaev T. E., Kovaleva N. A.** Zheleznodorozhnyj transport v megapolise kak faktor rosta i ustojchivosti social'no-jekonomicheskogo razvitija. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2015;(4). Available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_200_kovaleova_2.pdf_7ec5e37f1d.pdf (accessed: 01.06.21). (In Russ.)
 3. **Zhuravleva N. A., Sakovich I. L.** Integracija zheleznodorozhnyh perevozok v transportnye sistemy gorodskih aglomeracij. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2018;(6(79)):26–29. (In Russ.)
 4. **Атаев П. Г.** Perspektivy razvitija sistemy vneulichnogo skorostnogo passazhirskogo transporta v Sankt-Peterburgskoj aglomeracii. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2017;(1(68)):33–38. (In Russ.)
 5. **Vlasov D. N., Bakhirev I. A.** Moskovskoe central'noe kol'co kak katalizator izmenenija mobil'nosti zhitelej. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2018;(1):53–58. (In Russ.)
 6. **Shabarova E. V.** Zheleznaja doroga v gorode. Moskva: Transport, 1986. 223 s. (In Russ.)
 7. O Transportnoj strategii Sankt-Peterburga do 2025 goda: Postanovlenie Pravitel'stva Sankt-Peterburga ot 13 ijulja 2011 goda № 945. Available at: <https://base.garant.ru/35344779/> (accessed: 01.06.21). (In Russ.)
 8. **Glukhov A. K., Pivovarov A. D.** Problemnye voprosy razvitija gorodskogo passazhirskogo transporta. *Vestnik universiteta*. 2013;(11):20–27. (In Russ.)

УДК 338.47:656.072

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-86-92

Нэля Васильевна Булычева*

старший научный сотрудник

Леонид Андреевич Лосин*

кандидат технических наук

*Институт проблем региональной экономики РАН

Санкт-Петербург, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА УСЛОВНОЙ СЕТИ

Аннотация. Описываются расчет матриц корреспонденций и формирование пассажиропотоков на условной сети. Такой подход расширяет перечень решаемых с помощью моделирования задач, позволяет говорить о решении задачи синтеза сети общественного транспорта и предлагает рабочие гипотезы о развитии структуры системы пассажирского транспорта, в рамках которой могут формироваться варианты геометрии его сети.

Ключевые слова: транспортное моделирование, транспортная сеть, матрица корреспонденций.

Nelya V. Bulycheva*

Senior Researcher

Leonid A. Losin*

PhD in Engineering Sciences

*Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences

St. Petersburg, Russia

MODELING OF THE MUNICIPAL TRANSPORT SYSTEM ON THE BASIS OF PASSENGER FLOWS FORMED ON A CONDITIONAL NETWORK

Abstract. The calculation of the matrix of correspondences and the formation of passenger flows on a conditional network are described. This approach expands the range of tasks solved by modeling, allows one to solve the problem of synthesis of a municipal transport network, and provides working hypotheses for the development of the structure of a municipal passenger transport, in the framework of which different variants of geometry of the passenger transport network can be formed.

Keywords: transport modeling, transport network, matrix of correspondences.

В основе построения уличной сетки города лежит в лучшем случае интуиция, чаще традиция, а не расчет. Теоретическим основам этого расчета и посвящена настоящая работа. Ее задача – дать метод рационального построения принципиальной сетки магистралей города в любой сколь угодно сложной ситуации его элементов.

Шелейховский Г. В. Композиция городского плана как проблема транспорта. Рукопись

В транспортно-градостроительном планировании на основании анализа существующего положения и прогноза пространственного развития города вырабатывается рабочая гипотеза о развитии структуры системы пассажирского транспорта, в рамках которой формируются варианты геометрии его сети. Тем самым выде-

ляются два уровня: досетевой для выбора варианта стратегии развития транспортной системы и сетевой для выбора варианта развития геометрии сети при реализации выбранной стратегии [1].

И для досетевого, и для сетевого подходов необходимо знать спрос на перевозки. Сведения о

нем можно получить посредством социологического обследования или моделирования на основе городских систем расселения и рабочих мест. Один из способов – перепись населения, в рамках которой указывается район места работы респондентов. В этом плане уникальным опытом получения необходимой информации стали результаты сплошного обследования населения городов о ежедневных передвижениях, проведенного в рамках Всесоюзной переписи населения 1970 г.

Н. Е. Чистякова, участвовавшая в указанной переписи, в дипломной работе «Организация и проведение переписи населения 1970 года (на примере Ждановского района Ленинграда)» (защищена в 1971 г. на кафедре учета и статистики экономического факультета Ленинградского государственного университета) привела результаты обработки ответов населения Ждановского района на вопросы формы 4. В частности, были определены корреспонденции (миграции) в Ждановский район и из него. В итоге отмечается достаточно высокий уровень соответствия между расчетными значениями межрайонных корреспонденций и данными переписи [2]. Если оперировать терминологией, используемой в транспортном моделировании, то были получены одна строка и один столбец матрицы межрайонных корреспонденций.

Матрица межрайонных передвижений представляет спрос населения на транспортное обслуживание между парами расчетных транспортных районов. Далее строится потокораспределение в сети, реализующее эту матрицу в сетевом варианте.

Начало расчетам матриц межрайонных передвижений в аналитическом виде положил Г. В. Шелейховский еще в 1934 г. Исследователь разработал табличное представление плотности распределения населения к местам приложения труда в зависимости от времени доступности [3] и на его базе обосновал способ построения матрицы корреспонденций с учетом максимальной дальности передвижения 6 км [4]. В его работах не было ни сетевых расчетов матриц корреспонденций, ни тем более расчетов сетевых пассажиропотоков.

Расчетов не было и в работе А. Г. Дынкина [5], который пришел в Ленинградский университет к математикам, прочитав работу Г. В. Шелейховского. Программист и математик И. В. Романовский предложил эту работу Э. Г. Мовчану как вычислителю. Исследователи в качестве вероятностей (априорных предпочтений) использовали откорректированную таблицу Г. В. Шелейховского, при расчете матрицы корреспон-

денций проводилась балансировка по общему числу отправок и прибытий в каждом районе. В их алгоритме для всех итераций требуется выполнение равенства тех же соотношений, которые являются необходимыми и достаточными условиями того, что допустимое решение будет оптимальным для задачи на максимизацию «взвешенной» энтропии. Именно это требование привело И. В. Романовского к пониманию применения энтропийного функционала для постановки задачи получения матрицы корреспонденций в виде максимизации взвешенной энтропии [6–7]. Его аспирант Л. М. Брэгман не только доказал сходимость этой задачи, но и нашел способ решения при общих ограничениях. Было продемонстрировано, что если алгоритм Г. В. Шелейховского сходится, то именно к оптимальному решению этой задачи [8].

В середине 1960-х гг. к указанным результатам независимо друг от друга пришли ученые трех школ. Ряд публикаций на данную тему имеется в зарубежных источниках, но там упоминаются только две школы. В частности, представлены история и развитие в XX в. гравитационной модели для оценки объемов взаимных корреспонденций между каждой парой районов [9], сравниваются два различных подхода [10, 11]. Л. М. Брэгман упоминается в связи с доказательством сходимости энтропийного метода, однако авторы упустили, что одновременно этот подход был предложен ленинградскими математиками на основании исследований Г. В. Шелейховского, а Л. М. Брэгман доказывал сходимость его метода.

В работе Б. Г. Питтеля и В. П. Федорова по математическому моделированию пассажиропотоков в городской транспортной сети явно формируется матрица затрат времени [12]. Во многих теоретических и прикладных работах пассажиропотоки моделировались с учетом транспортной сети, существующей или прогнозной [1, 13, 14]. Но было понимание, что прогнозы естественнее делать на *досетевых* моделях. Н. С. Пальчиков и В. П. Федоров [1] в Ленинграде, А. И. Стрельников [15] в Москве в конце 1970-х гг. разработали варианты досетевых моделей для определения потенциальной транспортной потребности по «воздушным» линиям. Полученные в результате построения векторные диаграммы для всех узлов сетки в комплексе показывают *основные направления трассировки магистралей* и интенсивность потока в каждом узле [15].

Основной проблемой в задаче получения матрицы корреспонденций в виде максимизации взвешенной энтропии оказывается определение затрат времени на межрайонные передвиже-

ния. При сетевом методе расчета матриц корреспонденций расчет производится с учетом скоростных параметров сети, в досетевых моделях определяющим фактором становится взаимное расположение населения и мест приложения труда (или объектов обслуживания на территории города).

В работе В. П. Федорова и Л. А. Лосина [16] *досетевая* матрица времен формируется на основании протяженности корреспонденций как расстояния между фокусами с использованием геометрии их расположения (если необходимо, можно при определении расстояний учитывать наличие преград). На основе обобщенных параметров функционирования транспортной системы находится функция, с помощью которой осуществляется переход от расстояний между фокусами к затратам времени на совершение корреспонденций между ними.

На примере Санкт-Петербурга выявлены закономерности влияния конфигурации и параметров сети городского общественного транспорта на показатели дальности и времени передвижения и построен ряд аппроксимирующих функций [16–18]. При этом сравнение расчетных пассажиропотоков на транспортной сети, построенных на основе сетевого и досетевого способов расчета матриц, может демонстрировать степень удовлетворения спроса на транспортные услуги.

Расстояния между фокусами в крупных городах могут быть достаточно большими. В системе транспортных районов Санкт-Петербурга (246) среднее расстояние между их условными центрами составляет 29,3 км. Для более точных досетевых расчетов В. П. Федоров начинает расчет матрицы корреспонденций и пассажиропотоков на условной сети. Территория транспортных районов покрывается регулярной прямоугольной сеткой с достаточно мелким шагом. Каждый ее узел связан дугами с восемью соседними узлами параллельно сторонам и диагоналям ячеек сетки [19].

Моделирование затрат времени на межрайонные передвижения на условной сети не отличается от моделирования на существующей сети общественного транспорта с той разницей, что начальная скорость на дугах условной сети одинаковая. На первом шаге каждый из участников передвижений, стартуя из своего транспортного района отправления, попадает в ближайший к фокусу узел сетки и двигается кратчайшим по затратам времени путем по элементарным дугам сетки в узел, ближайший к своему фокусу прибытия, где покидает сетку. Дальнейшие шаги, реализованные на базе программно-информаци-

онного комплекса Citraf, не отличаются от обычного расчета пассажиропотоков, производимого на графе транспортной сети, при котором организуется итерационный процесс, построенный на пересчете скорости на дуге в зависимости от величины пассажиропотока. Дуги исходной сетки со сложившимися в ходе итерационного процесса пассажиропотоками и с соответствующей скоростью играют роль своеобразной основы, на которой происходит стихийная «кристаллизация скелета» транспортной сети.

Предложенный метод моделирования позволяет прогнозировать ситуацию наиболее полного раскрытия потенциала территории, предлагая идеализированную структуру транспортного предложения.

Входными параметрами задачи можно считать:

- параметр γ , соответствующий средним затратам времени на передвижения (двойственная переменная ограничению на среднее по городу время, а при одинаковой скорости на дугах – на среднее расстояние передвижений населения);
- начальную скорость передвижения, на основе которой рассчитывается матрица затрат времени, тем самым производится выбор мест прибытия;
- минимальную и максимальную скорости передвижения;
- систему транспортного районирования;
- количественные показатели по размещению населения и мест приложения труда (в описываемом эксперименте рассмотрена сложившаяся к настоящему моменту система размещения населения и мест приложения труда);
- утренний коэффициент заполнения рабочих мест;
- регулярную сетку, покрывающую территорию рассмотрения.

При решении задачи возникают вопросы по информационному алгоритмическому обеспечению, а именно:

- определение размера сетки;
- задание начальной скорости, одинаковой в начале для всех дуг;
- выбор алгоритма пересчета скорости в зависимости от сложившихся пассажиропотоков;
- установление минимальной и максимальной скорости на дугах при пересчете;
- определение возможности на основании дифференциации дуг по величине пассажиропотоков сформировать транспортную сеть города с разными видами транспорта.

В продолжение исследований В. П. Федорова в настоящей статье использовался такой же

вариант задания условной сети и структуры информационного обеспечения. Представлены варианты ответов на перечисленные вопросы. Цель работы состоит в отладке процедуры построения сети общественного транспорта на основе формируемых пассажиропотоков и сложившихся скоростных параметров на дугах условной сети.

Размер сетки зависит от размеров города, цели исследования, алгоритма пересчета скорости и заданных в нем ограничений. При очень маленьком шаге для склеивания потоков нужно больше времени, большой шаг требуется, скорее, не для городов, а для регионов.

Задание *начальной скорости* определяет выбор населением мест обслуживания при построении матрицы корреспонденций, как и задание ограничения на среднее время доступности в целом по городу.

Если в аналогичных сетевых расчетах на каждой дуге задавалась своя начальная скорость в соответствии со скоростными характеристиками проходящих по ней видов транспорта, то в расчете на условной сети для всех дуг задается одинаковая начальная скорость. На первой итерации построения пассажиропотоков времена на дугах определяются, исходя из начальной скорости передвижения, без учета ограничений на провозную способность. На последующих итерациях на дугах со значениями пассажиропотоков больше установленного ограничения задается увеличение скорости в зависимости потока, а на дугах с меньшими значениями потоков скорости, соответственно, уменьшаются. Функция, с помощью которой осуществляется изменение скорости, выбирается на основе обобщенных параметров функционирования транспортной системы города (максимальная скорость для общественного транспорта, максимальный поток на дугах, виды транспорта, предполагаемые в городе и т. д.) и является монотонной функцией потенциального спроса на использование скоростных характеристик сети.

В реализованной процедуре процесс изменения скорости продолжается до минимально возможной средней скорости для транспорта или достижения ограничения на среднее по городу время транспортного обслуживания. Естественно, на каждой следующей итерации для некоторой части участников более выгодно изменить свои текущие траектории, чтобы воспользоваться участками сетки, на которых произошло увеличение скорости, что делает их более привлекательными. В результате решения такой задачи формирования пассажиропотоков выделя-

ются дуги с большими или меньшими скоростями в зависимости от складывающихся потоков.

Имеются варианты расчета пассажиропотоков на условной сети для г. Екатеринбурга с заданием различных начальных скоростей для уточнения ряда показателей проектных сетей [20]. По их результатам получена зависимость длины скоростной сети и среднего времени передвижения, показывающая цену минуты среднего времени, выраженную в километрах сети, что может быть пересчитано в экономические показатели. То есть с помощью таких расчетов можно оценить соотношение между уровнем развития общественного транспорта и затратами городского бюджета на обеспечение мобильности населения. Но вопрос, как выбирать начальную скорость, остался открытым.

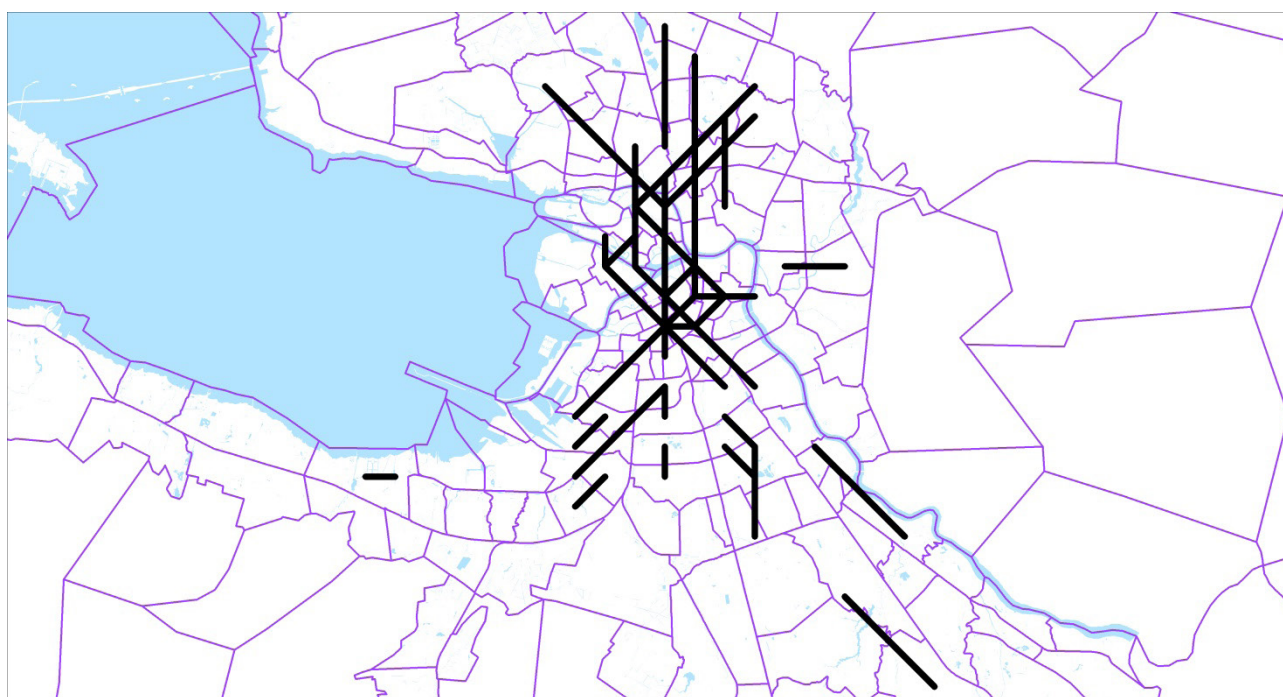
Решить проблему задания начальной скорости помогли работы Г. В. Шелейховского, где изучалось расселение на основании выведенных им аналитических формул для плотности расселения в зависимости от времени с учетом максимальной дальности передвижения. На основании этих формул ученый строил кривые расселения в зависимости от расстояний между корреспондентами отдельно для каждой скорости. На наш взгляд, в качестве начальной можно взять *средневзвешенную скорость в зависимости от планируемого количества работы каждого вида транспорта*.

Для эксперимента были проведены расчеты для транспортной сети Санкт-Петербурга на условной сети (см. рисунок). В первом расчете были получены среднее время и средняя дальность в целом по городу, величины пассажирской работы по видам транспорта. Во втором в качестве начальной была взята средняя скорость по видам транспорта, взвешенная по долям пассажирской работы, полученным в первом расчете: $(39,8 \cdot 35 + 16,1 \cdot 42 + 4,7 \cdot 16 + 39,4 \cdot 18) / 100 = 28,5$ км/ч. В результате во втором расчете средняя дальность мало отличается от сетевого расчета.

Приступающему к составлению схемы городского транспорта Г. В. Шелейховский первым делом предлагает определить «наложенные на план города потоки движения как между крупными площадками трудового тяготения и отдельными микрорайонами города, так и потоки культурно-бытового движения внутри селитбы между отдельными ее микрорайонами» [4]. Именно потоки на плане города позволяют видеть предлагаемая модель. С помощью описанного метода можно проводить серии экспериментальных расчетов для уточнения ряда показателей проектных сетей, связанных с эконо-

Сравнение результатов расчета пассажиропотоков на транспортной и условной сетях Санкт-Петербурга

Параметр	Транспортная сеть				Условная сеть (шаг 1,5 км)
Гамма	-0,055				-0,051
Начальная скорость	по видам транспорта				28 км/ч
Среднее время	58,06 мин				54,86 мин
Средняя дальность	12,20 км				12,5 км
Средняя скорость сообщения	18,83 км/ч				25,96 км/ч
Результаты расчетов (пассажирокилометры)	Пассажирская работа, тыс. чел.-км	Вид транспорта	Длина, км	Доля работы, %	8360 тыс. чел.-км – пассажирская работа
	2996,4	метро	119,2	39,8	
	1208,1	железные дороги	573,7	16,1	
	355,8	трамвай	210,1	4,7	
	2961,3	остальные	1500	39,4	
		Итого 7521,6			
Результаты расчетов (входной поток в час пик, чел.)	вход в метро 263640, средняя дальность 11,4 км вход в железнодорожный транспорт 69794, средняя дальность 17,3 км вход в трамвай 71602, средняя дальность 5,0 км				выбранных для метро дуг – 174 км



Дуги скоростного транспорта, выбранные после расчета на условной сети

микой, жилищной сферой, социальными условиями. Задание в качестве начальной скорости параметра, зависящего от планируемых показателей пассажирской работы по видам транспорта, можно считать отображением планирования уровня развития транспортной системы.

Предлагаемый в статье метод моделирования системы городского общественного транспорта может стать основой для формирования каркаса скоростной транспортной сети городов и агломераций, а также системы крупных транспортных узлов. Он согласуется с основными положениями трудов В. Р. Вучика [21], выделяющего четыре уровня транспортного планирования, первый из которых – самый высокий уровень интеграции процессов планирования и управления – подразумевает координацию транспортной системы и города, его функций, таких как экономика, жилищная сфера, социальные условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мягков В. Н., Пальчиков Н. С., Федоров В. П. Математическое обеспечение градостроительного проектирования / под ред. Б. Л. Овсиевича. Л.: Наука, 1989. 145 с.
2. Булычева Н. В., Лосин Л. А., Чистякова Н. Е. Исследование транспортных передвижений на основе данных переписи населения (на примере переписи 1970 года в Ленинграде) // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: матер. XXVI Междунар. (двадцать девятой Екатеринбургской) науч.-практ. конф., 19–20 июня 2020. Екатеринбург, 2020. С. 95–100.
3. Шелейховский Г. В. Планировка, транспорт и расселение: стеклогр. копия. Харьков, 1934.
4. Шелейховский Г. В. Композиция городского плана как проблема транспорта. М.: ГИПРОГОР, 1946. 129 с.
5. Дынкин А. Г., Мовчан Э. П. Методология расчета перспективных пассажиропотоков // Применение математических методов и ЭВМ в градостроительстве. Киев: Будівельник, 1966. С. 74–92.
6. Брэгман Л. М., Романовский И. В. Разверстка и оптимизация в задачах распределения // Исследование операций и статистическое моделирование. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. Вып. 3. С. 137–162.
7. Канторович Л. В., Романовский И. В. Генерирование столбцов в симплекс-методе // Экономика и математические методы. 1985. № 1 (21). С. 128–138.
8. Брэгман Л. М. Доказательство сходимости метода Г. В. Шелейховского для задачи с транспортными ограничениями // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1967. Т. 7, № 1. С. 147–156.
9. Erlander S., Stewart N. F. The gravity model in transportation analysis: theory and extensions. Topics in transportation. Utrecht: VSP, 1990. 226 p.
10. Wilson A. G. Entropy maximizing models in the theory of trip distribution // Journal of Transport Economics and Policy. 1969. № 3 (2). P. 108–126.
11. Tomlin J. Traffic distribution and entropy // Nature. 1968. № 220. P. 974–976.
12. Питтель Б. Г., Федоров В. П. Математическая модель прогноза пассажиропотоков в городской транспортной сети // Экономика и математические методы. 1969. Вып. 5. С. 744–757.
13. Математические методы в управлении городскими транспортными системами. Л.: Наука, 1979. 152 с.
14. Экономико-математические исследования: математические модели и информационные технологии / Рос. Акад. наук., С.-Петерб. эконом.-мат. ин-т; редкол.: Л. А. Руховец (отв. ред.) и др. СПб.: Нестор-История, 2015. Вып. 9. 84 с.
15. Стрельников А. И. Программа определения потенциальной транспортной потребности по воздушным линиям расстояния: (ЭВМ «Минск-22»). М.: Стройиздат, 1977. 105 с. (Автоматизация проектирования городских транспортных систем. Вып. 4.)
16. Федоров В. П., Лосин Л. А. Методы математического моделирования для проектирования городской транспортной системы на досетевом уровне // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 2. С. 42–45.
17. Федоров В. П., Лосин Л. А., Булычева Н. В. Разработка методов математического моделирования для формирования вариантов развития транспортной системы крупного города на досетевом уровне // Математика, экономика, менеджмент: 100 лет со дня рождения Л. В. Канторовича: матер. Междунар. конф., СПб., 7–9 февр. 2012. СПб.: ТАИС, 2012. С. 70–71.
18. Лосин Л. А., Федоров В. П. Построение модели распределения пассажирской работы по видам транспорта и синтеза сети ГОТ на основе досетевой матрицы межрайонных корреспонденций // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния. Екатеринбург, 2014. С. 68–74.
19. Федоров В. П. Формирование вариантов развития городских транспортных сетей: разработка метода // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 3–4 (40–41). С. 17–21.
20. Булычева Н. В., Ваксман С. А., Истомина Л. Ю., Лосин Л. А. Опыт разработки досетевых моделей для построения сетей общественного транспорта (на примере Екатеринбурга) // Социально-эконо-

мические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: матер. XXVII Междунар. (юбилейной тридцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф., 19–20 июня 2021. Екатеринбург, 2021. Т. 1. С. 180–189.

21. Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина под науч. ред. М. Блинкина. М.: Территория будущего, 2011. 574 с.

REFERENCES

1. Myagkov V. N., Pal'chikov N. S., Fedorov V. P. Matematicheskoe obespechenie gradostroitel'nogo proektirovaniya / pod redakciej B. L. Ovsievicha. Leningrad: Nauka, 1989. 145 s. (In Russ.)
2. Bulycheva N. V., Losin L. A., Chistyakova N. E. Issledovanie transportnyh peredvizhenij na osnove dannyh perepisi naselenija (na primere perepisi 1970 goda v Leningrade). Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija i funkcionirovaniya transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya: materialy XXVI Mezhdunarodnoj (dvadcat' devjatoj Ekaterinburgskoj) nauchno-prakticheskoj konferencii, 19–20 ijunja 2020. Ekaterinburg, 2020:95–100. (In Russ.)
3. Sheleikhovskii G. V. Planirovka, transport i rasselenie: steklograficheskaja kopija. Har'kov, 1934. (In Russ.)
4. Sheleikhovskii G. V. Kompozicija gorodskogo plana kak problema transporta. Moskva: GIPROGOR, 1946. 129 s. (In Russ.)
5. Dynkin A. G., Movchan E. P. Metodologija rascheta perspektivnyh passazhiropotokov. Primenenie matematicheskikh metodov i JeVM v gradostroitel'stve. Kiev: Budivel'nik, 1966:74–92. (In Russ.)
6. Bregman L. M., Romanovskii I. V. Razverstka i optimizacija v zadachah raspredelenija. Issledovanie operacij i statisticheskoe modelirovanie. Leningrad: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, 1975;(3):137–162. (In Russ.)
7. Kantorovich L. V., Romanovskii I. V. Generirovanie stolbcov v simpleks-metode. Jekonomika i matematicheskie metody. 1985;(1(21)):128–138. (In Russ.)
8. Bregman L. M. Dokazatel'stvo shodimosti metoda G. V. Shelejovskogo dlja zadachi s transportnymi ogranichenijami. Zhurnal vychislitel'noj matematiki i matematicheskoi fiziki. 1967;(7(1)):147–156. (In Russ.)
9. Erlander S., Stewart N. F. The gravity model in transportation analysis: theory and extensions. Topics in transportation. Utrecht: VSP, 1990. 226 p.
10. Wilson A. G. Entropy maximizing models in the theory of trip distribution. Journal of Transport Economics and Policy. 1969;(3(2)):108–126.
11. Tomlin J. Traffic distribution and entropy. Nature. 1968;(220):974–976.
12. Pittel' B. G., Fedorov V. P. Matematicheskaja model' prognoza passazhiropotokov v gorodskoj transportnoj seti. Jekonomika i matematicheskie metody. 1969;(5):744–757. (In Russ.)
13. Matematicheskie metody v upravlenii gorodskimi transportnymi sistemami. Leningrad: Nauka, 1979. 152 s. (In Russ.)
14. Jekonomiko-matematicheskie issledovanija: matematicheskie modeli i informacionnye tehnologii / Rossijskaja Akademija nauk; Sankt-Peterburgskij jekonomiko-matematicheskij institut; redkollegija: L. A. Ruhovec (otvetstvennyj redaktor.) i drugie. Sankt-Peterburg: Nestor-Istorija, 2015;(9):84. (In Russ.)
15. Strel'nikov A. I. Programma opredelenija potencial'noj transportnoj potrebnosti po vozdušnym linijam rasstojanija: (JeVM «Minsk-22»). Moskva: Strojizdat, 1977. 105 s. (Avtomatizacija proektirovaniya gorodskih transportnyh sistem. Vypusk 4.) (In Russ.)
16. Fedorov V. P., Losin L. A. Metody matematicheskogo modelirovaniya dlja proektirovaniya gorodskoj transportnoj sistemy na dosetevom urovne // Transport Rossijskoj Federacii. 2012;(2):42–45. (In Russ.)
17. Fedorov V. P., Losin L. A., Bulycheva N. V. Razrabotka metodov matematicheskogo modelirovaniya dlja formirovaniya variantov razvitija transportnoj sistemy krupnogo goroda na dosetevom urovne. Matematika, jekonomika, menedzhment: 100 let so dnja rozhdenija L. V. Kantorovicha: materialy Mezhdunarodnoj konferencii, Sankt-Peterburg, 7–9 fevralja 2012. Sankt-Peterburg: TAIS, 2012:70–71. (In Russ.)
18. Losin L. A., Fedorov V. P. Postroenie modeli raspredelenija passazhirskoj raboty po vidam transporta i sinteza seti GOT na osnove dosetevoj matricy mezhrajonnyh korrespondencij. Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya. Ekaterinburg, 2014:68–74. (In Russ.)
19. Fedorov V. P. Formirovanie variantov razvitija gorodskih transportnyh setej: razrabotka metoda. Transport Rossijskoj Federacii. 2012;(3–4(40–41)):17–21. (In Russ.)
20. Bulycheva N. V., Vaksman S. A., Istomina L. Ju., Losin L. A. Opyt razrabotki dosetevyh modelej dlja postroenija setej obshhestvennogo transporta (na primere Ekaterinburga). Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija i funkcionirovaniya transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya: materialy XXVII Mezhdunarodnoj (jubilejnoj tridcatoj Ekaterinburgskoj) nauchno-prakticheskoj konferencii, 19–20 ijunja 2021. Ekaterinburg, 2021;(1):180–189. (In Russ.)
21. Vuchik V. R. Transport v gorodah, udobnyh dlja zhizni / perevod s anglijskogo A. Kalinina pod nauchnoj redakciej M. Blinkina. Moskva: Territorija budushhego, 2011. 574 s. (In Russ.)

УДК 332.145:338.012

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-93-100

Марина Владимировна Свириденко

кандидат экономических наук, доцент

Институт проблем региональной экономики РАН

Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики

Санкт-Петербург, Россия

ПОЛИЦЕНТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАК АКТУАЛЬНЫЙ ТРЕНД РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ

Аннотация. Рассмотрена модель развития современных мегаполисов и обоснована необходимость формирования полицентричной структуры пространственного развития агломераций. Проанализированы актуальные тренды размещения образовательной, научно-исследовательской, инновационной, деловой и торгово-развлекательной функций для развития территории агломерации, предложена структура рисков реализации полицентричной модели развития Санкт-Петербургской агломерации и направления их нивелирования и преодоления. В качестве важнейшего драйвера для полицентричного развития Санкт-Петербургской агломерации выделяется создание мест приложения труда, как в производственной, так и в постиндустриальной сферах – сервисной экономике, экономике знания, IT-секторе.

Ключевые слова: полицентризм, пространственное развитие; стратегическое планирование, Санкт-Петербургская агломерация; мегаполис, международный опыт, риски.

Marina V. Sviridenko

PhD in Economic Sciences, Associate Professor

Institute for Regional Economy Studies Russian Academy of Sciences

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics

St. Petersburg, Russia

POLYCENTRIC MODEL OF SPATIAL DEVELOPMENT OF AGGLOMERATION AS AN ACTUAL TREND IN THE DEVELOPMENT OF MODERN MEGAPOLISES

Abstract. The article considers the model of development of modern megacities and substantiates the need for the formation of a polycentric structure of the spatial development of agglomerations. The current trends in the placement of educational, research, innovation, business and shopping and entertainment functions for the development of the agglomeration territory are analyzed, the structure of the risks of implementing a polycentric model of the development of the St. Petersburg agglomeration and the directions of their leveling and overcoming are proposed. As the most important driver for the polycentric development of the St. Petersburg agglomeration, the author highlights the creation of places of employment, both in the production and post-industrial spheres – the service economy and the knowledge economy, the IT sector.

Keywords: polycentrism, spatial development; strategic planning, St. Petersburg agglomeration; megapolis, international experience, risks.

В последние годы различные модели организации экономического пространства глобальной экономики ставят новые задачи и актуализируют направления фундаментальных и прикладных научных исследований, предметом которых становятся инструменты пространственного развития и социально-экономические механизмы функционирования мегаполисов и образующихся на их основе городских агломераций, а также изучение их влияния на муниципаль-

ную, региональную, общенациональную и глобальную экономики.

Территория Ленинградской области и Санкт-Петербурга совместно образуют Санкт-Петербургскую агломерацию – вторую по величине в стране. Однако существующая в настоящее время моноцентричная модель развития агломерации с концентрацией рабочих мест в ядре мегаполиса имеет ряд объективных недостатков. К наиболее очевидным из них отно-

сятся перегруженность транспортной системы (в первую очередь улично-дорожной сети) однонаправленными центр-периферийными потоками, а также снижение инвестиционной привлекательности мегаполиса вследствие высокой стоимости недвижимости в условиях ограниченного предложения свободных площадок в границах ядра агломерации. Отечественный и мировой опыт имеет немало примеров размещения в периферийных точках роста агломераций ряда центральных функций, включая образовательную, научно-исследовательскую и инновационную, административную, деловую, торгово-развлекательную. Это не только создавало условия для развития на периферии агломерации привлекательных сбалансированных многофункциональных районов, но и способствовало ускорению экономического роста и повышению конкурентоспособности агломерации в целом.

Формирование и развитие агломерации – одна из актуальных повесток, стоящих перед федеральными органами управления, дополнительным подтверждением чему служит принятие Стратегии пространственного развития, направленной на формирование «пространственного каркаса» территории страны с целью развития перспективных центров экономического роста с увеличением их количества и максимальным рассредоточением по территории Российской Федерации, ускорением темпов экономического роста и технологического развития агломераций [1].

Целесообразно более подробно рассмотреть тренды размещения двух типологий наиболее актуальных для развития территорий Ленинградской области, прилегающих к границам Санкт-Петербурга [2]:

- образовательной, научно-исследовательской и инновационной функций;
- деловой и торгово-развлекательной функций.

Развитие девелоперских проектов в сфере жилищного строительства в агломерационной зоне, ее активное освоение ими, позволяет говорить не о развитии жилой функции в целом, а о повышении качества объектов и их наполнении, в том числе об увеличении сегментов классов и типологий недвижимости.

Размещение образовательной, научно-исследовательской и инновационной функций как драйвер развития пригородных территорий мегаполисов активно используется в развитии полицентричной модели агломераций уже много лет. Отсутствие застройки позволяет обеспечить комплексный подход к развитию территории и

реализовать смелые проекты, благоприятные природные условия пригородной зоны создают предпосылки для формирования комфортной среды, привлекательной для ученых, исследователей и высококвалифицированных кадров. Еще в 1899 г. на северо-восточной окраине Санкт-Петербурга начинает развиваться комплекс Политехнического института. В 1950-е гг. на Воробьевых горах, в то время юго-западная окраина Москвы, выстраивается комплекс Московского государственного университета. В то же время в крупных региональных центрах (Новосибирск, Иркутск, Красноярск и др.) на окраине размещаются крупные комплексы научно-исследовательских институтов, вокруг них складываются академгородки. Вокруг Москвы формируется кольцо наукоградов и центров высокотехнологичных производств (Жуковский, Зеленоград, Дубна, Троицк, Фрязино, Черноголовка, Протвино и пр.). Классическими примерами развития научно-образовательной функции на территории Ленинградской агломерации в 1950–1970-е гг. стали учебно-научный комплекс ЛГУ в Петродворце и институт ядерной физики в Гатчине.

Тренд к размещению крупных научно-образовательных и инновационных объектов в периферийных узлах агломерации сохранился и в постсоветский период, что можно проследить на примерах развития инновационного центра Сколково под Москвой, города-спутника Иннополис под Казанью; проекта размещения кампуса Высшей школы менеджмента в Петродворце, планов по переезду части кампуса Университета ИТМО в город-спутник Южный и развитию нанопарка в Гатчине – на территории Санкт-Петербургской агломерации.

Передовой зарубежный опыт демонстрирует многочисленные примеры мощных инновационных, технико-внедренческих и деловых кластеров в высокотехнологичных секторах экономики в периферийных районах агломераций. Наиболее известны:

- Кремниевая долина в Калифорнии (США), получившая развитие вокруг Стэнфордского университета в городе Пало-Альто на периферии агломерации Сан-Хосе;

- наукоград Цукуба (Япония), сформировавшийся вокруг ряда университетов и научных комплексов в одноименном городе на периферии агломерации Токио;

- деловой район One North вокруг одноименной станции метро на юго-западной окраине Сингапура, где разместились национальный университет, политехнический университет и несколько высокотехнологичных кластеров (biopolis, fusionopolis, mediapolis и др.);

– многофункциональный район Лаошань на восточной окраине Циндао (Китай) с крупными научно-образовательными, исследовательскими центрами, выставочными комплексами, промышленной зоной по освоению высоких технологий;

– многофункциональный район Адлерсхоф на юго-восточной окраине Берлина (Германия), где вокруг станции S-Bahn развивается кампус университета Гумбольдта, связанные с ним научные учреждения, деловой район, медиакластер, современный жилой район, производственная зона высокотехнологичных компаний.

Отечественный опыт комплексного развития научно-исследовательских функций в структуре агломерации (например, Новосибирский Академгородок) относился к прорывным решениям пространственного развития и послужил прототипом для аналогичных решений во многих странах мира. В нашей стране научные центры развивались по принципу замкнутой экосистемы, в то время как зарубежные аналоги, будучи рассчитаны на трудовой потенциал всего мегаполиса, активно встраивались в структуру транспортных связей агломерации. Именно фактор превосходной транспортной доступности в сочетании с государственными инвестициями в развитие научных центров позволил сформировать развитые многофункциональные кластеры.

Отечественный опыт комплексного развития многофункциональных общественно-деловых районов на периферии агломерации активно представлен крупными торгово-развлекательными комплексами вблизи кольцевых автодорог крупнейших городов (например, комплексы «МЕГА Парнас» и «МЕГА Дыбенко» на территории Ленинградской области, прилегающей к границам Санкт-Петербурга). В периферийной зоне в границах Санкт-Петербурга реализуются крупные многофункциональные проекты (деловые районы «Лахта Центр», «Аэрополис „Пулково“», «Экспофорум») с размещением офисов, конгрессно-выставочных центров. В настоящее время развитие данных проектов сдерживается недостаточным уровнем обеспеченности транспортной инфраструктурой (отсутствие доступа на скоростном пассажирском транспорте). Московский опыт комплексного развития общественно-деловых районов позволяет выделить следующие примеры:

– многофункциональный общественно-деловой район вокруг станции метро Мякинино (город Красногорск, Московская область) расположен у съезда с МКАД. Здесь расположены крупнейшие торгово-развлекательные комплексы

(«Вегас», «Крокус Сити Молл» и др.), выставочный комплекс «Крокус Экспо», концертный зал «Крокус Сити Холл», комплекс зданий Правительства Московской области. Общая площадь объектов коммерческой недвижимости составляет более 1658 тыс. кв. м;

– деловой район рядом со станцией метро Румянцево вблизи развязки МКАД и Киевского шоссе. Здесь построены бизнес-парк «Румянцево» общей площадью 486,5 тыс. кв. м и офисный парк Comcity общей площадью 430 тыс. кв. м;

– многофункциональный общественно-деловой район Путилково вблизи развязки МКАД и Новокуркинского шоссе. Здесь построен комплекс торгово-развлекательных центров («Вейпарк», «О'кей» и пр.) общей площадью порядка 70 тыс. кв. м, развивается крупный деловой район Гринвуд общей площадью более 160 тыс. кв. м. Транспортная доступность затруднена отсутствием метро.

Зарубежный опыт пространственного развития городских агломераций демонстрирует многочисленные примеры комплексного развития крупных общественно-деловых подцентров на периферии мегаполиса, имеющих превосходную транспортную доступность со стороны центрального делового района. К примерам развитых общественно-деловых районов, расположенных в периферийной зоне агломераций и ориентированных на автомобильную транспортную доступность, можно отнести:

– деловой район Уэстчейз на западной окраине Хьюстона (США), где разместились многочисленные бизнес-центры;

– торговый город Монтигала на северо-восточной окраине Барселоны (Испания) на въезде в город со стороны транспортной магистрали В20;

– многофункциональный район Хааберсти на западной окраине Таллинна (Эстония), где находятся крупнейшие торговые центры, ряд спортивных комплексов, бизнес-центры, гостиницы.

К примерам развитых общественно-деловых районов, расположенных в периферийной зоне агломераций и ориентированных на доступность при помощи скоростного рельсового транспорта, могут быть отнесены:

– Зличин-Стодулки на западной окраине Праги (Чехия), где на базе двух станций метро развивается крупнейший общественно-деловой район с многочисленными торговыми центрами, офисными парками;

– Итакескус на восточной окраине Хельсинки (Финляндия) вокруг одноименной станции метро, где расположились многочисленные торговые комплексы;

– Дорнах на восточной окраине Мюнхена (Германия), где вблизи остановки S-Bahn Мюнхен-Рим разместились офисы многочисленных высокотехнологичных компаний;

– Матам, сформировавшийся в южной части агломерации Хайфы (Израиль) вблизи транспортно-пересадочного узла Хоф-Акармель, где открылись офисы и производственные площадки высокотехнологичных компаний, крупные торгово-развлекательные центры, спортивный комплекс.

Развитие деловой и торгово-развлекательной функций в периферийных районах городских агломераций распространено не только в США и Западной Европе, но и в странах Восточной Европы, этот опыт внедряется на территории Московской агломерации. В отличие от размещения крупных государственных научных центров, данный тип развития территории ориентируется прежде всего на привлечение частных инвесторов и является следствием перераспределения потоков в структуре мегаполиса.

В условиях активного развития жилищного строительства в периферийных районах агломерации на фоне все более затрудненной транспортной доступности ее ядра создаются предпосылки для развития новых общественно-деловых подцентров на окраине мегаполиса. Базовыми факторами инвестиционной привлекательности являются:

– хорошая транспортная доступность благодаря выходу на скоростную автомагистраль (как правило, кольцевая автодорога), наличию транспортно-пересадочного узла (как правило, на базе станции метро, железнодорожного транспорта либо аэропорта);

– растущий спрос на услуги со стороны постоянно увеличивающегося населения пригородной зоны;

– наличие резервов относительно недорогой (по сравнению с центром города) земли для развития.

Передовой отечественный и международный опыт развития мегаполисов свидетельствует о целесообразности применения полицентричного подхода к пространственному развитию Санкт-Петербургской агломерации, что предполагает укрепление существующих и формирование новых подцентров на окраинах самого мегаполиса и на территории Ленинградской области, прилегающей к границам Санкт-Петербурга. Тезис об актуальности тренда полицентричного развития мегаполисов находит подтверждение в работах известных ученых [3, 4].

Вместе с тем для объективности рассмотрения применения полицентричной модели разви-

тия агломераций и выявления потенциальных рисков реализации рассматриваемой модели обратимся к опыту такого крупного мегаполиса, как Москва. В рамках развития Московской агломерации сформулированы основные риски применения полицентричной модели развития агломераций, нашедшие отражение в разработанной государственной программе Москвы «Градостроительная политика», по своему содержанию способной получить условное название «Курс на полицентризм». Структура рисков применения полицентрического подхода для Санкт-Петербургской агломерации, по нашему мнению, может быть аналогична рискам, определенным для Московской агломерации [5]:

- финансово-экономические;
- социальные;
- информационные (см. рисунок).

В целях формирования и реализации полицентричного подхода к пространственному развитию Санкт-Петербургской агломерации необходимы укрепление существующих и формирование новых подцентров на территории Ленинградской области, прилегающей к границам Санкт-Петербурга [6].

Основные направления преодоления и нивелирования сформулированных рисков развития Санкт-Петербургской агломерации состоят в следующем:

– формирование эффективного механизма государственной поддержки мероприятий градостроительной политики;

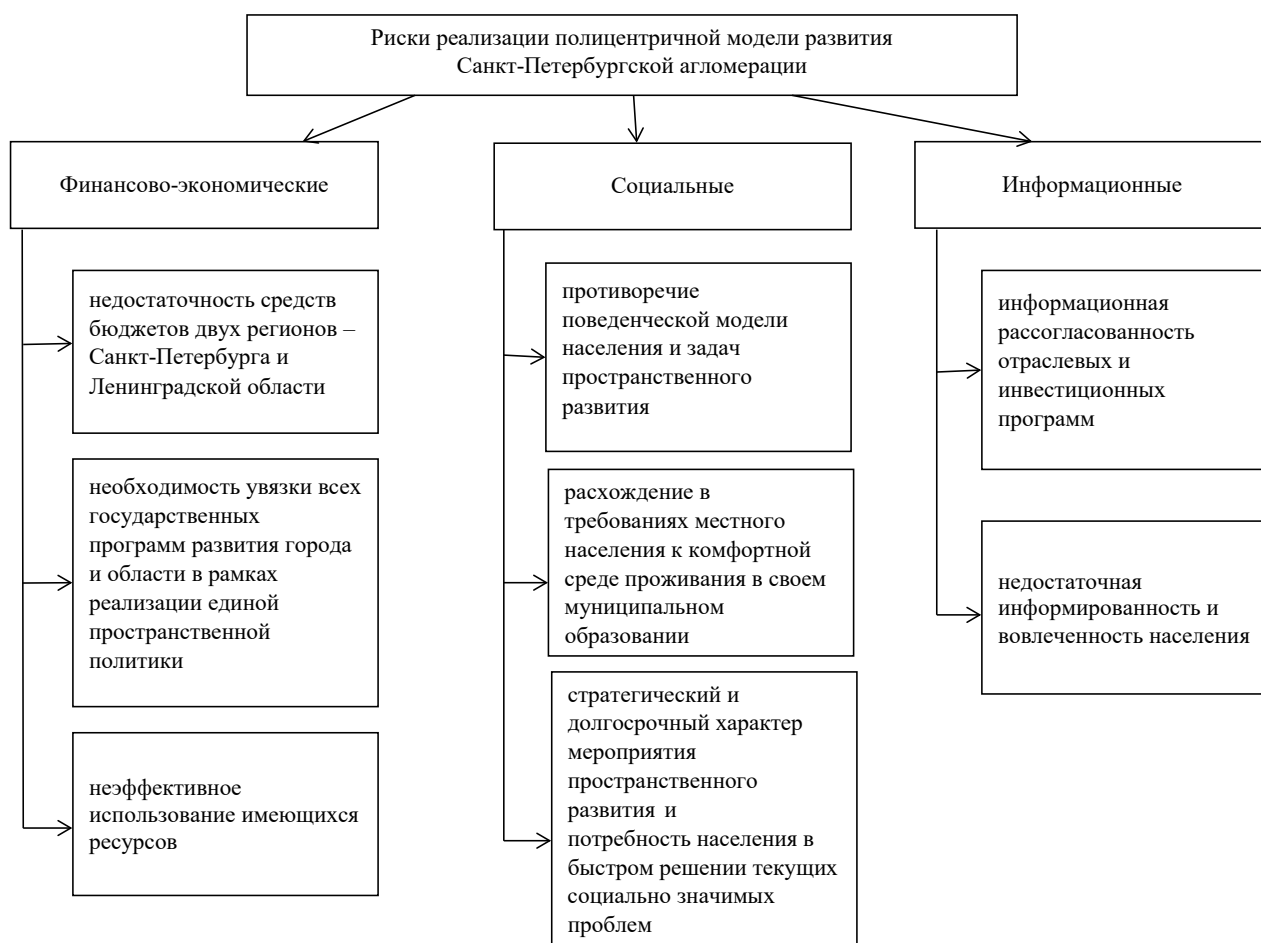
– взаимосвязанное и согласованное законодательное регулирование развития двух субъектов РФ – Санкт-Петербурга и Ленинградской области;

– корректировка документов территориального планирования обоих субъектов РФ с отражением модели полицентричного развития Санкт-Петербургской агломерации с созданием на территории Ленинградской области подцентров развития;

– информационная прозрачность и система вовлечения заинтересованных сторон и ответственности в процессы реализации документов территориального развития регионов;

– формирование единой системы (геоинформационной сети) и координация работ по совместному определению, проектированию и строительству необходимой инфраструктуры – объектов жилищного, социально-культурного, коммунального, рекреационного и инженерно-транспортного назначения.

Можно предположить, что базовыми источниками будущего пространственного и социально-экономического развития территории Санкт-



Структура рисков реализации полицентричной модели развития Санкт-Петербургской агломерации

Петербуржской агломерации должны стать прежде всего места приложения труда на территории агломерационной зоны Ленинградской области (занятость как в производственной сфере, так и в постиндустриальном секторе). Важно помнить о необходимости развития транспортной инфраструктуры территории и формирования комфортной жилой среды.

Развитие занятости в промышленности как основа доходов бюджетов регионов имеет ограниченные возможности на агломерационных территориях, что связано в первую очередь с тем, что основные налогоплательщики располагаются на территориях, отдаленных от агломерации, и появление на них новых подобных предприятий относительно маловероятно. Ограниченные возможности на агломерационных территориях региона во вторую очередь можно связывать с трендом снижения численности занятых в секторе промышленного производства, при этом развитие промышленной функции на территориях – важная часть региональной по-

литики. В условиях конкуренции за инвесторов не только между регионами, но и внутри агломерационных территорий Ленинградской области наличие площадок для размещения новых производств оказывается одним из конкурентных преимуществ.

В настоящее время сектор промышленного производства претерпевает важные и фундаментальные изменения, которые в дальнейшем будут только усиливаться по мере развития науки и технологий. Автоматизация процессов и новые технологии производства обладают всеми возможностями для изменения принципов организации промышленности не только в организационном и экономическом аспекте, но и в территориальном. Благодаря автоматизации и робототехнике количество работников предприятий будет сокращаться. По оценкам экспертов, в мировом масштабе количество рабочих мест в промышленности будет ежегодно убывать на 3,6% [7]. В России автоматизация пока несет не столь ощутимые изменения на текущем этапе разви-

тия и в традиционном секторе промышленного производства – порядка 0,36% в год. Однако благодаря развитию робототехники численность занятых в отдельных отраслях промышленного производства будет сокращаться.

Доминирование постиндустриальной экономики над индустриальной – одна из стадий в теории структурно-экономических переходов. Очередность смены секторов – лидеров экономики в мировой практике неодинакова. По мнению экспертов, европейский путь прохождения структурно-экономических переходов предполагал последовательное прохождение следующих стадий: преобладание аграрного сектора – главенство вторичного сектора – переход к постиндустриальной экономике с доминированием третичного сектора. Американско-азиатский путь состоял в переходе от доминирования аграрного сектора к стремительному росту сервисно-информационной экономики [8, 9].

Развитие занятости в постиндустриальной сфере в основном предполагает развитие двух ключевых направлений:

– экономики сферы услуг (или сервисной экономики);

– экономики знания (в том числе формирование современных научно-исследовательских центров и технико-внедренческих зон, технопарков).

В ежегодно рассчитываемом рейтинге развития 30 ведущих городов мира Cities of Opportunity отмечаются тенденции в структуре занятости и прогнозируются изменения в области занятости, производительности и структуры населения в период до 2025 г. [10]. В таблице представлена структура занятости в Токио,

Лондоне, Париже, Нью-Йорке и Москве. Можно отметить повсеместное доминирование третичного сектора экономики (сфера услуг).

Как показали результаты исследования, основными сферами экономической деятельности значительного числа мегаполисов являются финансовые, банковские и бизнес-услуги, промышленно-производственный сектор, оптовая и розничная торговля. Шанхай лидирует по количеству занятых в промышленно-производственной сфере – каждый третий работник. Вместе с тем прогнозируется, что экономика данного города уже к 2025–2030 гг. станет более ориентированной на сервисную модель. В Милане, Париже, Лондоне, Пекине, Сан-Франциско и Стокгольме более 35% трудящихся приходится на финансовые и бизнес-услуги. В Гонконге, Мехико, Стамбуле, Куала-Лумпуре, Москве и Мумбаи в сфере оптовой и розничной торговли трудится более 20% от численности всего работающего населения. Нью-Йорк находится на первых местах по количеству занятых в системе здравоохранения – 16%. В Абу-Даби более четверти работающего населения зафиксировано в гостиничном и туристическом бизнесе.

Крупнейшие городские мировые агломерации осуществляют логичный и постепенный переход от доминирования вторичного сектора экономики к сфере услуг, инновационно-образовательной и ИТ-сферам.

Формируя пространственную структуру агломерации и реализуя ее полицентричную модель с подцентрами развития, значительное внимание, наряду с созданием мест приложения труда в производственной и постиндустриальной сфере для населения, целесообразно уде-

Структура занятости в ряде ведущих мировых агломераций [10], %

Отрасль	Москва	Лондон	Париж	Нью-Йорк	Токио
Промышленность	21,6	13,0	16,5	10,7	16,8
Жилищное и промышленное строительство	10,6	4,0	7,6	2,7	6,9
Торговля	10,3	13,5	27,8	11,2	30,8
Страховые и финансовые услуги, банковская деятельность	3,6	21,0	6,1	13,3	6,3
Недвижимость	0,1	2,0	2,1	3,3	2,7
Транспорт и связь	10,2	9,0	4,2	7,2	6,7
Энергетика, тепло- и водоснабжение	5,0	0,9	4,5	2,3	0,4
Потребительский рынок и сфера бытового обслуживания	21,0	25,0	29,0	42,5	26,6
Государственное управление и бизнес-менеджмент	4,1	8,0	–	2,8	2,7
Прочие виды экономической деятельности	13,5	3,6	–	3,0	0,1

лять транспортно-коммуникационному «скрепляющему каркасу», связывающему центр агломерации с ее подцентрами, с одновременным созданием необходимых условий для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности и доступности объектов социальной инфраструктуры высокого качества, тем самым создавая реально «поляризованное пространство».

Согласно данным ООН, население, проживающее в городах в мире в 2008 г., достигло значения в 3 300 млн чел., что составляет половину всего населения земли [11]. Большинство экспертов считают, что данная тенденция неизбежно будет усиливаться. Можно предположить, что дальнейшее развитие Санкт-Петербургской агломерации сохранит моноцентричный характер (в случае отсутствия перспективных подцентров), при котором проблемы периферийных территорий агломерации по-прежнему будут решаться не в первоочередном порядке.

Современные мегаполисы целесообразно формировать и развивать путем создания полицентричной структуры – в соответствии с лучшим опытом крупных городов индустриально развитых стран. Полицентричный характер развития Санкт-Петербургской агломерации предусматривает выработку единой политики ее пространственного развития, что потребует в стратегической перспективе как значительных усилий органов региональной и муниципальной власти двух субъектов Российской Федерации при поддержке федеральных структур, так и методологического и методического обеспечения данного процесса со стороны научного сообщества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2025 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 23.12.2020).
2. Окрепилов В. В., Кузнецов С. В., Межевич Н. М., Свириденко М. В. Процессы урбанизации в контексте закономерностей пространственного развития муниципальных образований, находящихся в зоне влияния крупных мегаполисов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12, № 4. С. 42–52.
3. Рубл А. В. Мировой опыт в эпоху городских агломераций: уроки для управления Москвой // Логос. 2013. № 4. С. 267–287.

4. Артоболевский С. С. Крупнейшие агломерации и региональная политика: от ограничения роста к стимулированию развития (европейский опыт) // Крупные города и вызовы глобализации / под ред. В. А. Колосова и Д. Эккерта. Смоленск: Прометей, 2013. С. 261–271.
5. Об утверждении государственной программы города Москвы «Градостроительная политика»: Постановление Правительства Москвы от 03.10.2011 г. № 460-ПП (в ред. постановлений Правительства Москвы от 26.03.2019 г. № 250-ПП). URL: <https://www.mos.ru/invest/documents/normativnye-dokumenty/view/7371220/> (дата обращения: 23.12.2020).
6. Свириденко М. В. Пространственное развитие муниципальных образований Ленинградской области, находящихся в зоне интенсивной урбанизации Санкт-Петербургской агломерации: основные тенденции и вызовы // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. № 1 (60). С. 69–76.
7. The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum. October 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> (дата обращения: 23.12.2020).
8. Fisher A. G. B. International Problems of Economic Change // *International Affairs*. 1938. Vol. 17, Iss. 2. P. 147–167. <https://doi.org/10.2307/2602245>.
9. Moores K., Yuen S. Management accounting systems and organizational configuration: a life cycle perspective // *Accounting, Organizations and Society*. 2001. Vol. 25 (4–5). P. 351–389.
10. Cities of Opportunity (PriceWaterhouseCoopers). URL: <http://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/economics.html> (дата обращения: 23.12.2020).
11. State of World Population 2007 / United Nations Population Fund. N. Y., 2007. 108 p.

REFERENCES

1. Strategija prostranstvennogo razvitija Rossijskoj Federacii do 2025 goda. Available at: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (accessed: 23.12.2020). (In Russ.)
2. Okrepilov V. V., Kuznecov S. V., Mezhevich N. M., Sviridenko M. V. Processy urbanizacii v kontekste zakonornostej prostranstvennogo razvitija municipal'nyh obrazovanij, nahodjashhihsja v zone vlijanija krupnyh megapolisov. *Jekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz*. 2019;(12(4):42–52. (In Russ.)
3. Rubl A. V. Mirovoj opyt v jepohu gorodskih aglomeracij: uroki dlja upravlenija Moskvvoj. *Logos*. 2013;(4):267–287. (In Russ.)

4. **Artobolevskii S. S.** Krupnejšie aglomeracii i regional'naja politika: ot ogranichenija rosta k stimulirovaniju razvitija (evropejskij opyt). Krupnye goroda i vyzovy globalizacii / pod redakciej V. A. Kolosova i D. Jekkerta. Smolensk: Prometej, 2013:261–271. (In Russ.)
5. Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy goroda Moskvy «Gradostroitel'naja politika»: Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 03.10.2011 goda № 460-PP (v redakcii postanovlenij Pravitel'stva Moskvy ot 26.03.2019 goda № 250-PP). Available at: <https://www.mos.ru/invest/documents/normativnye-dokumenty/view/7371220/> (accessed: 23.12.2020). (In Russ.)
6. **Sviridenko M. V.** Prostranstvennoe razvitie municipal'nyh obrazovanij Leningradskoj oblasti, nahodjashhijhsja v zone intensivnoj urbanizacii Sankt-Peterburgskoj aglomeracii: osnovnye tendencii i vyzovy. Jekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitija. 2020;(1(60)):69–76. (In Russ.)
7. The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum. October 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> (accessed: 23.12.2020).
8. **Fisher A. G. B.** International Problems of Economic Change. International Affairs. 1938;(17(2)):147–167.
9. **Moores K., Yuen S.** Management accounting systems and organizational configuration: a life cycle perspective. Accounting, Organizations and Society. 2001;(25(4–5)):351–389.
10. Cities of Opportunity (PriceWaterhouseCoopers). Available at: <http://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/economics.html> (accessed: 23.12.2020).
11. State of World Population 2007 / United Nations Population Fund. New York, 2007. 108 p.

УДК 332.1(470.23-25)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-101-112

Виктор Владимирович Солодилов

старший научный сотрудник

Институт проблем региональной экономики РАН

Санкт-Петербург, Россия

СЕКТОРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СПЕТЕРБУРГСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация. Представлено описание структуры Санкт-Петербургской городской агломерации на современном этапе ее развития: ядро агломерации, зона спутников, планировочные секторы. Описываются проблематика и тенденции, секторальные особенности развития агломерации. Приводятся параметры территориального развития Санкт-Петербургской городской агломерации, основные характеристики ее структурных единиц: численность населения, его плотность, доля городского и сельского населения.

Ключевые слова: агломерация, населенный пункт, фактический городской населенный пункт, численность населения, субурбанизация, территориальное развитие, зона спутников, планировочный сектор.

Victor V. Solodilov

Senior Researcher

Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences

St. Petersburg, Russia

SECTORAL SPECIAL FEATURES OF TERRITORIAL DEVELOPMENT OF PETERSBURG CITY AGGLOMERATION

Abstract. The article presents the structure of the St. Petersburg city agglomeration at the present stage of its development: agglomeration core, zone of satellites, planning sectors. The problems and trends, sectoral special features of agglomeration development are described. The author describes the parameters of territorial development of the St. Petersburg city agglomeration, the main characteristics of its structural units: the population size, its density, the proportion of urban and rural population.

Keywords: agglomeration, settlement, actual urban settlement, population size, suburbanization, territorial development, zone of satellites, planning sector.

По нашим представлениям, в настоящее время Санкт-Петербургская городская агломерация – сложностроенное, континуальное, целостное территориальное образование, территориальная система, основой развития которой является эволюционная трансформация соответствующей Петербургской локальной системы расселения. Петербургская агломерация (далее по тексту Агломерация) формируется и развивается на территории как Петербурга, так и Ленинградской области, но ее центр – ядро 1-го порядка (Ядро) при этом полностью располагается в пределах города федерального значения Санкт-Петербург [1–3].

Современная Петербургская агломерация, по нашим расчетам и модельным представлениям, в приведении к существующему административно-территориальному устройству, включает территории следующих административно-

территориальных единиц и муниципальных образований:

– город федерального значения Санкт-Петербург, в том числе населенные пункты – спутники Ядра Агломерации: города и поселки городского типа Курортного, Кронштадтского, Петродворцового, Пушкинского, Колпинского районов, Красное Село, МО Горелово, Белоостров, Песочный, Левашово, Парголово, Лисий Нос, МО Лахта-Ольгино;

– Всеволожский район Ленинградской области (территория Ржевского испытательного полигона МО РФ включена условно);

– Сосновское СП Приозерского района Ленинградской области;

– Рощинское ГП, Полянское и Первомайское СП Выборгского района Ленинградской области;

– Сосновоборский городской округ (ГО) Ленинградской области;

– Ломоносовский район Ленинградской области, за исключением Копорского и Лопухинского СП;

– Гатчинский район Ленинградской области (территория южной части Вырицкого ГП включена условно с учетом перспектив ее развития);

– Тосненский район Ленинградской области (территории южных частей Любанского ГП, Лисинского и Трубникоборского СП включены условно с учетом перспектив их развития);

– Кировский район Ленинградской области, за исключением Шумского и Суховского СП.

Площадь территории Агломерации, если не привязываться жестко к границам соответствующего административно-территориального деления (АТД), согласно нашим модельным представлениям и расчетам, составляет примерно 12 тыс. кв. км, а в приведении к существующему АТД – около 16 тыс. кв. км [4].

В 2002 г. общая численность постоянного населения Агломерации, уменьшившись за предыдущие десять лет на 0,5 млн чел., составляла почти 5,4 млн чел., из них городского населения насчитывалось 5,1 млн чел., численность временного населения (в максимальный летний период) – около 0,4 млн чел. Помимо Петербурга, в пределах границ Агломерации располагалось более 60 городских населенных пунктов (включая населенные пункты, имеющие статус муниципальных образований Петербурга) и более 680 сельских населенных пунктов (СНП), из которых примерно 90 относились к категориям больших и крупных СНП [5].

К 2020 г., по нашим уточненным расчетам, численность постоянного населения всей Агломерации уже превысила 6,5 млн чел., временного стала 1,0 млн чел., численность постоянного населения Ядра Агломерации превысила 4,5 млн чел. Таким образом, доля численности населения Петербургской агломерации в общей численности населения России на текущий период составляет 4,45 %, что в целом согласуется с расчетами других исследователей [6]. Помимо Петербурга, в пределах границ Агломерации уже располагается не менее 70 городских населенных пунктов (включая населенные пункты, имеющие статус муниципальных образований Петербурга). Городских населенных пунктов (ГНП) фактически насчитывается еще больше, если учитывать и достаточно урбанизированные СНП, не имеющие статуса ГНП.

Простой анализ картосхемы (рис. 1) позволяет сделать вывод, что прирост численности постоянного населения в зоне населенных пунктов – спутников Ядра Петербургской агломерации приходится главным образом на те, что

расположены на расстоянии от 14–16 до 30–32 км от центра Санкт-Петербурга, в поясе ближних пригородов Агломерации. В связи с массовым жилищным строительством в некоторых населенных пунктах (НП) указанного территориального интервала численность населения увеличилась в последние годы в разы. В МО Парголово (Выборгский район Петербурга) она выросла почти в пять раз – с 16 до 76 тыс. чел. (2012–2020 гг.), в МО Шушары в 4 раза (Пушкинский район Петербурга) – с 23 до 92 тыс. чел. Примерно таким же было увеличение количества жителей в Муринском и Заневском ГП (Всеволожский район Ленинградской области). Рост численности населения происходит и в других опорных центрах расселения на территории Агломерации, но главным образом в центрах указанного территориального интервала (Сертолово, Всеволожск, Пушкин и др.).

В поясе ближних пригородов Петербурга активно идет и первичное градообразование 1-го и 2-го уровней: сравнительно недавно были образованы города Кудрово и Мурино, городские поселки Янино-1, Виллози и Новоселье. В ближайшей перспективе ряд СНП также может получить статус ГНП (Бугры, Новое Девяткино и др.). Но такая субурбанизация во многом проблематична и даже хаотична, требует более выверенного градостроительного регулирования и оптимизации региональной политики по разным направлениям [7].

В расположенных дальше 30–32 км от центра Петербурга ГНП, например в Зеленогорске (50 км), Кронштадте (52 км), Ломоносове (40 км) и др., численность населения в последнем десятилетии практически не менялась. Первичного и вторичного градообразования на территории подпояса срединных пригородов и пояса дальних пригородов Петербургской агломерации не наблюдалось. В этом тоже состоит проблема [7].

К 2025 г., по нашим прогнозам, численность постоянного и временного населения Агломерации возрастет до 6,8 и 1,1 млн чел. соответственно [3], увеличится и количество ГНП с соответствующим правовым статусом и без такового, т. е. количество фактических ГНП (ФГНП).

Характерная территориально-структурная особенность Петербургской агломерации – существенное преобладание ее Ядра над другими, даже не малыми городскими центрами (по численности жителей в 30–50 раз), отсутствие других сравнимых с Ядром по численности населения городов в ее составе. *Индекс централизации Ядра Агломерации* (отношение численности населения Ядра к численности населения следующего за ним по численности населения горо-

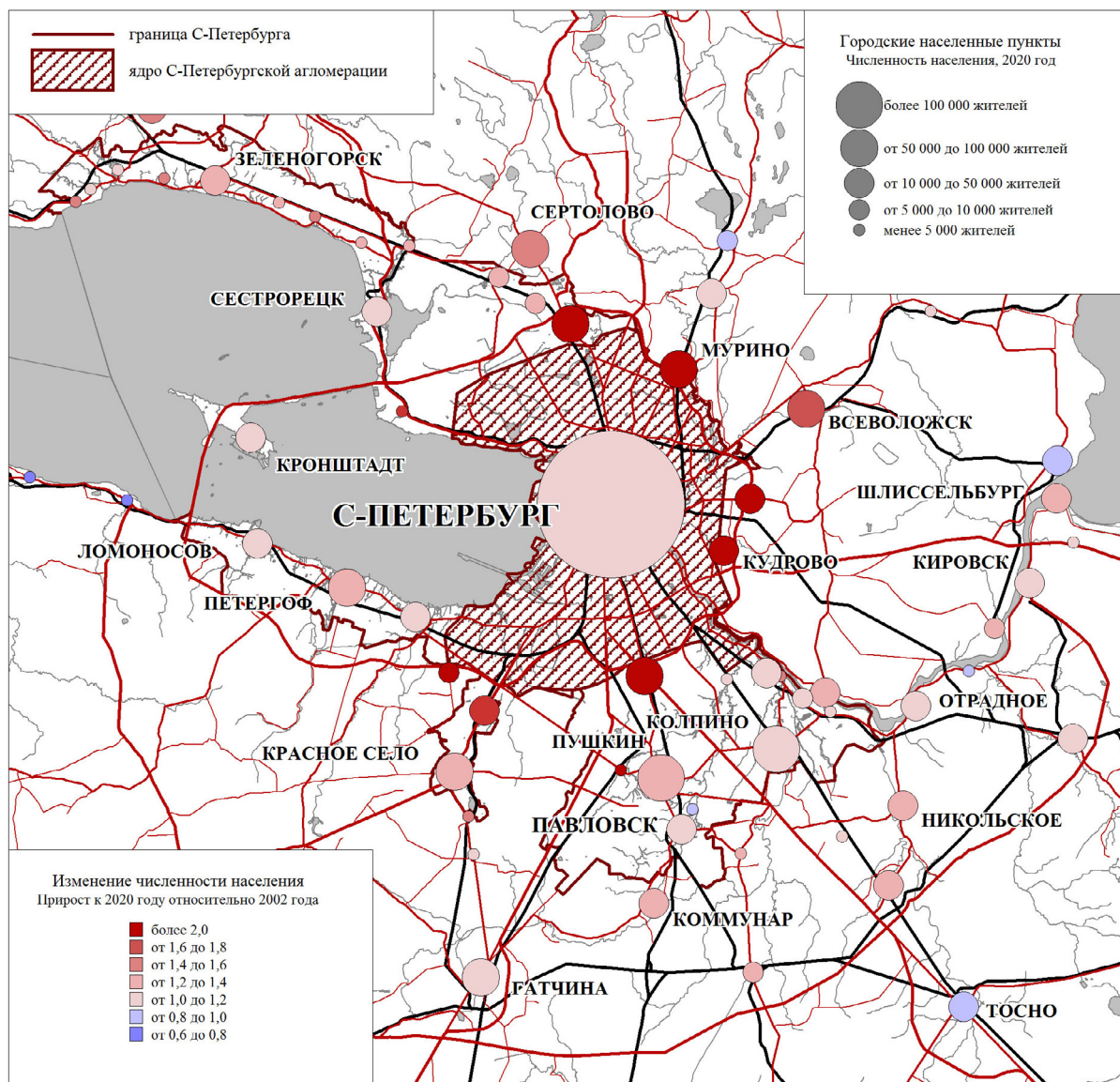


Рис. 1. Изменение численности постоянного населения городских населенных пунктов в ареале формирования Петербургской городской агломерации к 2020 г. относительно 2002 г.

да в составе Агломерации за пределами Ядра – города Колпино) пока еще по своему значению крайне высок: $I_{\text{цн}} = 4\,528 / 149 = 30,4$ [7].

Индекс агломеративности, рассчитанный для Петербургской агломерации по формуле

$$I_a = P_s / P_a,$$

где P_s – численность городского населения зоны населенных пунктов – спутников Ядра, P_a – совокупная численность городского населения всей Агломерации [8], имеет следующие значения: для 2002 г. 0,26; для 2020-го 0,28; для 2025 г. (прогнозное значение) 0,30 (табл. 1, 2). Значения индекса агломеративности свидетельствуют о быстро нарастающей урбанизации

всей зоны спутников Ядра Агломерации, усложнении ее структуры, возрастании степени полицентричности на этой территории, устойчивой и необратимой тенденции развития Агломерации по типовой, прогнозируемой траектории.

В отечественной науке общепризнано, что один из важных показателей, характеризующих развитие городских агломераций, – коэффициент развитости городской агломерации [6, 8]. В табл. 2 представлено распределение постоянного населения по двум типам ФГНП зоны спутников Ядра Петербургской агломерации.

Составленный нами перечень ФГНП учитывает не только наделенные соответствующим статусом ГНП, но и СНП, муниципальные образования, поселения, которые, с точки зрения

Таблица 1

Укрупненная территориальная структура Санкт-Петербургской городской агломерации (СПб ГА)

Крупные структурные части СПб ГА	Численность постоянного населения, тыс. чел. (2020 г.)	Площадь территории, кв. км
Ядро СПб ГА	4528,1	529,0
Зона населенных пунктов – спутников Ядра СПб ГА на территории СПб	870,0	910,0
Зона населенных пунктов – спутников Ядра СПб ГА на территории Ленинградской области	1102,4	14517,2
Итого	6500,5	15956,2

Таблица 2

Фактические городские населенные пункты зоны населенных пунктов – спутников Ядра Петербургской агломерации

Вид населенного пункта	Количество ФГНП, ед.	Численность постоянного населения, тыс. чел., 2020 г.	Доля ФГНП в численности постоянного населения, %
Города	28	1397,3	78
Городские поселки	50	391,1	22
Итого	78	1788,4	100

нашей экспертной оценки, фактически являются ГНП. Данный перечень относит к ФГНП и конкретные достаточно урбанизированные сельские поселения. При этом указана численность постоянного населения таких ФГНП на начало 2020 г. [9].

Таким образом, численность фактического городского постоянного населения Петербургской агломерации равна 6316,5 тыс. чел. (4528,1 (Ядро) + 1788,4 (зона спутников Ядра)), или 6,32 млн чел. Численность постоянного населения городов в составе Агломерации 5925,4 тыс. чел. (4528,1 + 1397,3). Численность постоянного населения городских поселков в составе Агломерации 391,1 тыс. чел.

Коэффициент развитости городской агломерации

$$K_{\text{разв.}} = P(M \cdot m + N \cdot n),$$

где P – численность фактического городского постоянного населения агломерации, млн чел.; M и N – количество фактических городов и городских поселков соответственно; m и n – их доли в численности городского постоянного населения агломерации соответственно.

Для Петербургской агломерации $M = 29$, $m = 0,94$ (5925,4 / 6316,5), $N = 50$, $n = 0,06$ (391,1 / 6316,5). Тогда $K_{\text{разв.}} = 6,32 \cdot (29 \cdot 0,94 + 50 \cdot 0,06) = 6,32 (27,26 + 3,00) = 6,32 \cdot 30,26 = 191,24$. Таким образом, Петербургская городская агломерация относится к категории «наиболее развитых городских агломераций» (табл. 3) [7].

Помимо концентрического кольцевого, зонально-поясного развития для городских агломераций обычно выделяются планировочные направления их развития, которые предопределяются особенностями природно-ландшафтной среды, экономико-географического положения ареала формирования агломерации и другими факторами.

Оси планировочных направлений развития моноцентрической агломерации определяют характер планировочного секторного деления ареала формирования агломерации. На определенном этапе развития агломерации в местах пересечения кольцевых или полукольцевых транспортных магистралей с радиальными или хордовыми транспортными магистралями возникают относительно крупные городские центры – ядра 2-го порядка, ускоренный рост и развитие которых – один из важных признаков нарастания субурбанизации и снижения уровня моноцентричности агломерации. Таким образом, наложение особенностей концентрической зонально-поясной и секторной неравномерности развития структур агломерации в пространстве задают характер ее «центрического» развития.

Планировочные направления развития Петербургской агломерации, секторное деление – ее структурная особенность. Каждое из планировочных направлений развития, каждый из

Таблица 3

Градации городских агломераций по развитости

Градации агломераций	Коэффициент развитости агломерации
Перспективные	1
Развивающиеся	1–3
Слаборазвитые	3–7
Развитые	7–14
Сильно развитые	14–50
Наиболее развитые	Более 50

секторов Агломерации обладают собственной специализацией, но наблюдаются некоторые закономерные пространственные ритмы. Южные и юго-восточные направления имеют основательные предпосылки и перспективы развития, связанные, в частности, с усилением взаимодействия двух крупнейших и самых развитых городских агломераций РФ. Характерны, например, далеко выдвинутые «лучи развития» Агломерации по направлениям на Любань – Бабино и Сиверский – Дивенский с импульсами развития, идущими соответственно от городов Тосно и Гатчина. Есть предпосылки усиления значимости «лучей развития» Агломерации по направлениям на Малуксу, Лисино-Корпус, Вырицу – Слудицы [2].

Далее представлены основные положения гипотезы по поводу секторальных особенностей территориально-структурного развития Петербургской агломерации, проверке и уточнению которой посвящена данная работа.

1. В зоне населенных пунктов – спутников Ядра Агломерации происходит закономерный процесс дифференциации территории этой зоны на 4–6 планировочных секторов, формирование которых определяется развитием ряда планировочных направлений и базируется на развитии транспортных магистралей радиальной по отношению к центру Агломерации направленности, на развитии магистральных видов транспорта.

2. Формирующиеся планировочные секторы (ПС) имеют как общие, так и частные, выделяющие их особенности развития, в том числе в аспекте развития населенных пунктов и структур расселения.

3. Упомянутые особенности развития ПС можно успешно идентифицировать, систематизировать и обобщить, используя уже существующие, а также усовершенствованные теоретико-методологические представления и методический инструментарий.

4. Полученное систематизированное и обобщенное знание об особенностях развития ПС может служить основой для конструктивных, успешных действий по прогнозированию и планированию территориального и социально-экономического развития Петербургской агломерации.

Кольцевые и полукольцевые, радиальные и хордовые транспортные магистрали, транспортные коридоры составляют транспортно-коммуникационный каркас территории, планирование развития которого, по нашим представлениям, должно составлять содержательно-смысловую основу разработки документов территориального и стратегического транспортного

планирования. Так же, как и действия по территориальному и стратегическому транспортному планированию развития Петербургской агломерации должны быть направлены на решение проблем развития Петербургской территориальной единой транспортной системы, Петербургского территориального транспортного узла [3].

Транспортно-коммуникационный каркас (ТКК) территории, в нашем понимании [10], есть относительно устойчивая во времени и пространстве структурная основа планировочной организации этой территории, организации ее расселения, непосредственно направленная в своем развитии на оптимальное обеспечение транспортных перевозок, передвижений и взаимодействий людей. ТКК территории составляют системообразующие транспортно-коммуникационные линии, транспортные коридоры и транспортные узлы этой территории, которые существенно усиливают такие ее качества, как целостность и устойчивость в структурном и функциональном отношении. ТКК фиксирует устойчивую геометрию развития территории и предопределяет тенденции ее развития, в том числе городского расселения, находясь в то же время в существенной зависимости от вмещающего его пространства.

ТКК территории есть структура, формируемая: магистральной УДС ГНП; автодорогами общего пользования федерального, регионального или межмуниципального значения; сетями магистральных водных и железнодорожных путей сообщения; сетями внеуличного транспорта; соответствующими узловыми и терминальными объектами транспорта (порты, причалы, вокзалы, пассажирские и грузовые станции, аэропорты, аэродромы и пр.) независимо от их статуса [10].

Исходя из существующей и перспективной ситуации, в том числе в аспекте особенностей развития ТКК территории Петербургской агломерации, мы на первом этапе исследований предложили укрупненно делить зону населенных пунктов – спутников Ядра Агломерации на четыре планировочных сектора: Юго-Западный, Юго-Восточный, Северо-Восточный и Северо-Западный, каждый из которых заметно отличается по особенностям развития расселения, территориальному и социально-экономическому развитию (табл. 4).

При определении границ городской агломерации, идентификации ее территориально-структурных частей важно понимать, что добиться полной однозначности и определенности в решении таких задач принципиально невоз-

Таблица 4

**Планировочные секторы зоны населенных пунктов – спутников Ядра
Петербургской агломерации**

Планировочные секторы	Численность населения, тыс. чел., 2020 г.	Доля от всей численности населения зоны, %	Средняя плотность населения, чел./кв. км	Численность фактического городского населения, тыс. чел., 2020 г.	Доля фактического городского населения от всей численности населения сектора, %
Юго-Западный	883,4	45	186,3	790,3	89,5
Юго-Восточный	422,5	21	77,0	413,3	97,8
Северо-Восточный	356,1	18	139,4	304,8	85,6
Северо-Западный	310,4	16	117,6	280,0	90,2
Итого	1972,4	100	127,9	1788,4	90,7

можно из-за крайней сложности и пространственной масштабности самого объекта исследования, который является так называемой «большой» (по терминологии теории систем) природно-социотехнической системой. Мы во многом согласны с географом А. А. Ткаченко в том, что «центр расселения – значительно более очевидное, устойчивое и объективное образование, нежели система расселения» [11].

В настоящее время в контексте исследования особенностей развития выделенных нами ПС наиболее проработана тема особенностей развития Юго-Западного планировочного сектора. В частности, он существенно отличается от других наивысшей численностью и плотностью постоянного населения (см. табл. 4).

Состав территории Юго-Западного сектора представлен в табл. 5 с численностью постоянного населения и площадью территорий составляющих его административно-территориальных единиц Санкт-Петербурга (СПб) и муниципальных образований Ленинградской области (ЛО) [7].

По величине людности населенных пунктов – спутников центров – ядер 1-го порядка городских агломераций (по величиноселенности) их можно разделить:

- на разновеличиноселенные,
- крайне разновеличиноселенные,
- одинакововеличиноселенные с разбивкой на крупноселенные, среднеселенные, мелкоселенные.

Таблица 5

Состав территории Юго-Западного планировочного сектора

Районы административные (СПб), районы муниципальные (ЛО), городской округ (ЛО)	Численность постоянного населения, тыс. чел., 2020 г.	Площадь территории, кв. км
Кронштадтский АР	44,5	19,4
Петродворцовый АР	143,8	108,7
Красносельский АР (Горелово, Красное Село)	91,5	52,3
Пушкинский АР	226,3	240,0
Сосновоборский ГО	67,7	88,4
Ломоносовский МР, за исключением Копорского СП и Лопухинского СП	71,6	1341,6
Гатчинский МР	238,0	2891,8
Итого	883,4	4742,2

Свойство величиноселенности можно характеризовать таким показателем, как численность постоянного населения населенных пунктов соответствующей группы, рассчитывая для совокупности значений (выборки) этого показателя дисперсию, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, коэффициент осцилляции. Величиноселенность можно описать и таким показателем, как индекс централизации соответствующего ядра агломерации, или использовать для этих целей расчеты по правилу «ранг – размер» или «ранг – величина» по отношению к ГНП (по правилу Ципфа). Следует использовать, где возможно, и такие показатели, как индекс агломеративности агломерации, части агломерации (расширительное понимание индекса агломеративности агломерации) и коэффициент урбанистической развитости агломерации, части агломерации (расширительное понимание коэффициента развитости агломерации).

В табл. 6 представлен перечень фактических городских населенных пунктов на территории Юго-Западного планировочного сектора, который учитывает не только наделенные соответствующим статусом ГНП, но и, наравне с ними, муниципальные образования, поселения, которые, с точки зрения нашей экспертной оценки, фактически являются ГНП. Данный перечень относит к ФГНП четыре достаточно урбанизированных сельских поселения с их населенными пунктами. Указана численность постоянного населения таких ФГНП на начало 2020 г.

ФГНП в случае городских и сельских поселений – это, по существу, достаточно урбанизированные, тесно взаимосвязанные группы населенных пунктов, которые вместе с окружающими их межселенными территориями образуют развивающиеся, перспективные для дальнейшего развития ассоциации населенных пунктов: сельские ассоциации (САС), сельско-городские ассоциации (СГАС), полугородские ассоциации (ПГАС), городские ассоциации (ГАС) населенных пунктов.

Обращает на себя внимание в перечне ФГНП (см. табл. 6) крупнейший по величине, численности постоянного населения город Пушкин, который, с нашей точки зрения, похоже, еще и образует с г. Павловском и п. Тярлево целостную, компактную группу населенных пунктов, являющуюся центром-ядром для формирующейся Пушкинской городской ассоциации. Мы считаем, что данная Пушкинская ГАС имеет совершенно реальные перспективы для трансформации во вполне полноценную, пусть и «агломерированную», малую Пушкинскую городскую агломерацию. Численность постоянного насе-

ления Пушкинского административного района быстро возрастает, например за последние десять лет она увеличилась почти в 1,7 раза – с 136 до 226 тыс. чел. Определенные перспективы для трансформации во вполне полноценную, пусть и «агломерированную», малую Гатчинскую городскую агломерацию имеет и Гатчинская ГАС.

Таким образом, численность постоянного населения той части Юго-Западного ПС, кото-

Таблица 6

Фактические городские населенные пункты (ФГНП) на территории Юго-Западного планировочного сектора

Городские населенные пункты, городские поселения, урбанизированные сельские поселения, выступающие в качестве ФГНП	Численность постоянного населения ФГНП, тыс. чел., 2020 г.
Кронштадт	44,5
Ломоносов	42,2
Петергоф	85,7
МО Горелово	32,4
Красное Село	59,1
Шушары	92,1
Пушкин	112,7
Павловск	17,4
Сосновоборский ГО	67,7
Гатчинское ГП	91,7
Коммунарское ГП	22,2
Стрельна	14,9
Александровская	2,8
Тярлево	1,3
Аннинское ГП (в том числе гп. Новоселье)	11,8
Большейжорское ГП	2,7
Виллозское ГП	9,3
Лебяженское ГП	5,2
Горбунковское СП	9,1
пгт Вырица (Вырицкое ГП)	11,9
пгт Дружная Горка (Дружногорское ГП)	3,5
Сиверское ГП	18,8
Таицкое ГП	6,6
Большеколпанское СП	9,6
Веревское СП	7,0
Новосветское СП	8,1
Итого	790,3
Средняя людность ФГНП	30,4

рая располагается на территории Петербурга, составляла на начало 2020 г. 505,1 тыс. чел., численность городского постоянного населения Гатчинского муниципального района – 144,2 тыс. чел., Ломоносовского – 16,9 тыс. чел., Сосновоборского городского округа – 67,7 тыс. чел. Следовательно, общая численность городского постоянного населения Юго-Западного ПС составляла 733,9 тыс. чел., а доля городского населения от всей численности постоянного населения Юго-Западного ПС была равна 83,1%, доля фактического городского населения от всей численности постоянного населения Юго-Западного ПС – 89,5%.

Средняя численность постоянного населения (средняя людность) фактического городского населенного пункта Юго-Западного ПС составляет 30,4 тыс. чел. Такой показатель довольно высок для ГНП зон населенных пунктов – спутников центров – ядер городских агломераций Северо-Западного федерального округа (СЗФО) и превосходит среднюю людность ФГНП других трех планировочных секторов зоны спутников Петербургской агломерации. Такая людность характерна для типичного полусреднего города, которые играют значительную роль в развитии расселения и экономики СЗФО [12].

В табл. 7 представлено разбиение группы ФГНП Юго-Западного ПС на два типа: 1) города; 2) городские поселки. Города отнесены к четырем размерным классам: большие (более 100 тыс. жителей), средние (50–100 тыс.), полусредние (20–50 тыс.) и малые (менее 20 тыс. жителей).

Данные табл. 7 позволяют сделать вывод о высокой значимости в городском расселении Юго-Западного ПС полусредних городов, а также о еще большей значимости средних городов, которые концентрируют более половины город-

ского населения сектора. Сравнительно велико на территории Юго-Западного ПС количество фактических городских поселков, часть из которых уже являются или скоро станут малыми городами.

Можно диагностировать существенную, но не экстремальную разновеличинность группы ФГНП Юго-Западного ПС. Высокая значимость в городском расселении Юго-Западного сектора средних и полусредних городов в свою очередь свидетельствует о высокой значимости для территории сектора проблематики, связанной с развитием ее ТКК, решаемой концептуально применением методического инструментария стратегического транспортного планирования [3, 10].

Для Юго-Западного планировочного сектора $M = 11$, $m = 0,84$ (667,7 / 790,3), $N = 15$, $n = 0,16$ (122,6 / 790,3). Отсюда коэффициент развитости агломерации или, в нашем случае, коэффициент урбанистической развитости части территории агломерации, коэффициент урбанистической развитости территории планировочного сектора $K_{разв.} = 0,79$ ($11 \cdot 0,84 + 15 \cdot 0,16$) = $0,79$ ($9,24 + 2,40$) = $9,2$ (развитая агломерация, территория развитой урбанизации в пределах агломерации, территория планировочного сектора с развитой урбанизацией, см. табл. 4) [7].

Таким образом, для территории Юго-Западного ПС диагностируется в настоящее время состояние «развитой урбанизации», даже без учета влияния на эту территорию огромного высокоурбанизированного Ядра Петербургской агломерации, что свидетельствует о большой значимости и относительно высоком уровне развития на территории этого сектора ТКК.

Индекс агломеративности также служит важным показателем при характеристике развития городских агломераций и их территории-

Таблица 7

Типы и классы фактических городских населенных пунктов на территории Юго-Западного планировочного сектора

Типы и классы фактических городских населенных пунктов (ФГНП)	Количество фактических городских населенных пунктов (ФГНП)	Численность постоянного населения ФГНП, тыс. чел., 2020 г.	Доля типа или класса ФГНП в общей численности постоянного населения ФГНП, %
Большие города	1	112,7	14,3
Средние города	5	396,3	50,1
Полусредние города	4	141,3	17,9
Малые города	1	17,4	2,2
Города	11	667,7	84,5
Городские поселки	15	122,6	15,5
Итого	26	790,3	100

ально-структурных частей [8]. Для территории Юго-Западного ПС он вычисляется по формуле $I_{аЮЗПС} = P_{сЮЗПС} / P_{аЮЗПС}$, где $P_{сЮЗПС}$ – численность фактического городского населения Юго-Западного ПС, $P_{аЮЗПС}$ – совокупная численность фактического городского населения Юго-Западного ПС и прилегающей к нему части территории Ядра Петербургской агломерации. Доля численности населения прилегающей части территории Ядра принимается при этом равной доле численности фактического городского населения Юго-Западного ПС в общей численности фактического городского населения зоны спутников Ядра. Таким образом, $P_{аЮЗПС} = 4500 \cdot 0,45 + 790 = 2025 + 790 = 2815$, $I_{аЮЗПС} = 790 / 2815 = 0,28$. Расчет показывает, что значение индекса агломеративности для Юго-Западного ПС точно такое же, как и для всей Петербургской агломерации. Можно прогнозировать, что оно будет постепенно возрастать.

Индекс централизации части территории ядра агломерации по отношению к прилегающей к нему территории зоны спутников вычисляется как отношение части численности населения ядра агломерации (в нашем случае 45%) к численности населения крупнейшего на прилегающей к нему территории по численности населения городского населенного пункта (в нашем случае целостной, компактной совокупности группы городских населенных пунктов Пушкин + Павловск + Тярлево). Для Юго-Западного ПС индекс централизации части территории Ядра Петербургской агломерации $I_{цЯЮЗПС} = 2025 / 131 = 15,5$.

Представленный расчет индекса централизации видится более адекватным и конструктивно содержательным, чем расчет индекса централизации для всей Петербургской агломерации, так как крупнейший город в зоне спутников Ядра интенсивно взаимодействует далеко не со всем Ядром, а только с его, пусть и значительной, частью. Тем не менее выполненный расчет показывает пока экстремально большое значение индекса централизации. Поэтому Пушкинская и Гатчинская городские ассоциации должны и далее развиваться, в том числе как крупнейшие, сложнейшие и важнейшие транспортные узлы на территории Юго-Западного ПС, усиливая его полицентричность.

Расчеты по правилу «ранг – размер» или «ранг – величина» для людности ФГНП Юго-Западного ПС (правило Ципфа) в самом простом варианте выглядят следующим образом [13, с. 178–180]: $U(i) = U_0 / i = U(1) = 131 / 1 = 131$, $U(2) = 131 / 2 = 65,5$ (Гатчинское ГП и Шушары имеют по 92 тыс. жителей), $U(3) = 131 / 3 = 43,7$ и т. д.

При этом людность самого крупного ФГНП – ФГНП 1-го ранга «Пушкин + Павловск + Тярлево» – принимается $U(1) = 131$ тыс. человек, а i – ранги всех остальных ФГНП.

Считаем более адекватными и содержательно интересными расчеты по правилу «ранг – размер» или «ранг – величина» для людности ФГНП Юго-Западного ПС в следующем варианте:

1) $U(1) = 131$ тыс. чел. (Пушкин + Павловск + Тярлево),

2) $U(2) = U(1) \ln U(1) / (2 + \ln U(1)) = 131 \cdot 4,9 / 2 + 4,9 = 641,9 / 6,9 = 93$ тыс. чел. (Гатчинское ГП и Шушары имеют по 92 тыс. жителей),

3) $U(3) = 131 \cdot 4,9 / 3 + 4,9 = 641,9 / 7,9 = 81$ тыс. чел. (Петергоф имеет 85 тыс. жителей),

4) $U(4) = 641,9 / 8,9 = 72$ тыс. чел. (Сосновый Бор имеет 68 тыс. жителей),

5) $U(5) = 641,9 / 9,9 = 65$ тыс. чел. (Красное Село имеет 59 тыс. жителей),

6) $U(6) = 641,9 / 10,9 = 59$ тыс. чел. (Ломоносов и Пениковское СП имеют 45 тыс. жителей (42 + 3)),

7) $U(7) = 641,9 / 11,9 = 54$ тыс. чел. (Кронштадт имеет 45 тыс. жителей),

8) $U(8) = 641,9 / 12,9 = 50$ тыс. чел. (Горелово и Аннинское ГП имеют 44 тыс. жителей (32 + 12)),

9) $U(9) = 641,9 / 13,9 = 46$ тыс. чел. (Коммунарское ГП, Пудомягское СП и северная часть Сусанинского СП имеют 31 тыс. жителей (22 + 6 + 3)),

10) $U(10) = 641,9 / 14,9 = 43$ тыс. чел. (Сиверское ГП, Дружногорское ГП и Рождественское СП имеют 31 тыс. жителей (19 + 6 + 6)),

11) $U(11) = 641,9 / 15,9 = 40$ тыс. чел. (Стрельна, Горбунковское СП и Низинское СП имеют 29 тыс. жителей (15 + 9 + 5)),

12) $U(12) = 641,9 / 16,9 = 38$ тыс. чел. (Вырицкое ГП и южная часть Сусанинского СП имеют 20 тыс. жителей (15 + 5)).

На двух совмещенных графиках (рис. 2) представлены теоретические, рассчитанные по правилу «ранг – величина» и существующие величины людности ФГНП Юго-Западного планировочного сектора.

Закономерное распределение по величине людности ФГНП Юго-Западного ПС проявляется довольно отчетливо, но только с той особенностью, что эти ФГНП имеют в верхней части графика небольшой «избыток» численности населения. Но так происходит до четвертого шага расчетов, на котором этого «избытка» уже нет и начинает понятным образом фиксироваться даже некоторый «дефицит» людности.

Это можно интерпретировать следующим образом. По каким-то причинам несколько по-

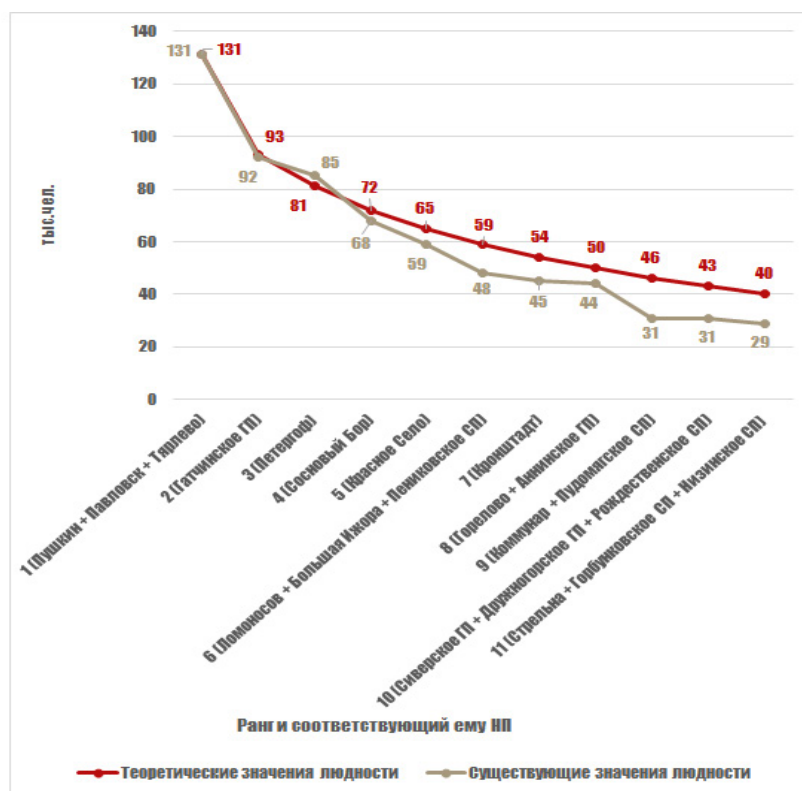


Рис. 2. Теоретические, рассчитанные по правилу «ранг – величина» и существующие величины численности населения ФГНП Юго-Западного планировочного сектора

лусредних городов Юго-Западного сектора не смогли трансформироваться, развиваться до состояния средних городов, но процесс идет именно в этом направлении. Претендентами на получение в перспективе статуса фактического среднего города могут выступать Ломоносов, Кронштадт и Горелово с прилегающими к ним территориями и населенными пунктами. То есть именно эти фактические ГНП должны и, скорее всего, будут развиваться опережающими темпами. Подгруппу фактических полусредних городов образуют также устойчиво развивающиеся Коммунар, Сиверский, Стрельна с прилегающими к ним территориями и населенными пунктами.

Итак, даже не до конца проведенные, остановленные после выполнения 12-го шага расчеты по правилу «ранг – величина» для численности населения ФГНП Юго-Западного ПС позволяют сделать весьма интересные выводы. В городском расселении Юго-Западного планировочного сектора ФГНП высоких рангов, в данном случае средние города, представлены вполне полноценно, хотя почти все они (Гатчина, Сосновый Бор, Красное Село, а также с учетом перспектив Ломоносов, Кронштадт, Горелово) должны разрастаться. Опережающими темпами должна раз-

виваться группа ФГНП, относящихся к классу фактических полусредних городов (Коммунар, Сиверский, Стрельна, Вырица и др.). При этом они могут представлять собой и сублокальные системы расселения, полугородские ассоциации, вовлекая в процесс соседние менее крупные городские и сельские населенные пункты. МО Шушары в этом вполне понятном, интерпретируемом иерархически выстроенном перечне ФГНП, на первый взгляд, «дублирует» Гатчинское ГП, представляется «лишним». Но Шушары из городского населенного пункта – спутника Ядра Агломерации постепенно становятся и даже станут частью этого Ядра. При такой интерпретации закономерное выстраивание иерархического перечня ФГНП вполне понятно. Все это в свою очередь свидетельствует о высокой значимости для территории Юго-Западного сектора проблематики, связанной с развитием ТКК этой территории.

По характеру распределения по территории населенных пунктов – спутников центров систем расселения, ядер агломераций – по территориальной селеннораспределенности – в аспекте равномерности эти группы спутников, сами системы расселения, агломерации можно подразделять:

1) на равномерно территориально селеннораспределенные,

2) неравномерно территориально селеннораспределенные,

3) крайне неравномерно территориально селеннораспределенные.

Равномерность распределения населенных пунктов (НП) по территории можно оценивать по совокупности значений такого показателя, как кратчайшее расстояние между НП соответствующей группы. Распределение ГНП по территории зоны спутников ядра моноцентрической городской агломерации – территориальную распределенность этих ГНП – можно характеризовать коэффициентом смещения ГНП (адаптированная формула О. К. Кудрявцева для узлов опорного каркаса расселения), анализируя по возможности динамику изменения значений этого коэффициента [13, с. 125].

Были получены сведения о кратчайших расстояниях по воздушным линиям между планировочными центрами всех (кроме п. Тярлево) фактических ГНП Юго-Западного ПС. Исходя из этих сведений, были произведены и расчеты сумм кратчайших расстояний между ФГНП. Таким образом,

$SL_{кр} = 10139$ км – сумма кратчайших расстояний между ФГНП территории Юго-Западного ПС;

$L_{скр} = SL_{кр} / R = 10139 / 300 = 33,8$ км – среднее кратчайшее расстояние между ФГНП территории Юго-Западного ПС.

При этом

$T = 4742,2$ кв. км – площадь территории Юго-Западного ПС;

$N = 25$ – количество ФГНП на территории Юго-Западного ПС;

$R = (N \times N - N) / 2 = 300$ – количество кратчайших расстояний между всеми ФГНП (25) территории Юго-Западного ПС;

$SL_T = \sqrt{T R} = \sqrt{4742,2 \cdot 300} = 20659$ км – сумма теоретических расстояний между ФГНП при их равномерном распределении по территории Юго-Западного ПС;

$K_{см} = SL_{кр} / SL_T = 10139 \text{ км} / 20659 \text{ км} = 0,49$ – коэффициент смещения фактических городских населенных пунктов (адаптированная для данных целей формула О. К. Кудрявцева для узлов ОКР) на исследуемой территории – на территории Юго-Западного планировочного сектора, в зоне населенных пунктов-спутников Ядра моноцентрической Петербургской городской агломерации.

Таким образом, фактические кратчайшие расстояния между городскими населенными пунктами при исторически сложившемся, ре-

ально существующем расселении примерно в два раза короче, чем расстояния при теоретической антитезе равномерного их распределения, и такую ситуацию следует признать вполне нормальной [13, с. 125]. То есть ФГНП Юго-Западного сектора можно считать группой неравномерно территориально распределенных ФГНП (градация 2 в оценке равномерности территориального распределения населенных пунктов-спутников).

Можно прогнозировать, что смещение городского расселения Юго-Западного сектора в сторону Ядра Петербургской агломерации, неравномерность распределения ФГНП по территории сектора в целом в среднесрочной, а тем более в долгосрочной перспективе будут уменьшаться. А это свидетельствует о высокой значимости для территории Юго-Западного сектора проблематики, связанной с развитием ТКК этой территории.

Кроме того, для городского расселения Юго-Западного ПС можно рассчитать и значения еще двух параметров, отражающих особенности развития этого расселения: средняя плотность распределения ФГНП на исследуемой территории и коэффициент агломеративности исследуемой территории. Эти значения могут быть использованы при сравнительном анализе характера и уровня развития расселения, урбанизации других территорий, например других планировочных секторов зоны населенных пунктов-спутников Ядра Петербургской агломерации.

$\Pi = N / T = 25 / 4742,2 = 0,0053$ на 1 кв. км или 5,3 ФГНП на 1 тыс. кв. км – средняя плотность распределения ФГНП на территории Юго-Западного планировочного сектора.

$K_a = N / T L_{скр} \cdot 1000 = \Pi / L_{скр} \cdot 1000 = 0,0053 / 33,8 \cdot 1000 = 0,16$ – коэффициент агломеративности территории Юго-Западного планировочного сектора [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Резников И. Л. Выявление границ Санкт-Петербургской городской агломерации // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2017. Т. 62. Вып. 1. С. 89–103.
2. Лосин Л. А., Солодилов В. В. Территориальная структура Санкт-Петербургской городской агломерации // Региональная экономика и развитие территорий: сб. науч. ст. / под ред. Л. П. Совершовой. СПб., 2019. Т. 1 (13). С. 180–186.
3. Лосин Л. А., Солодилов В. В. Стратегическое транспортное планирование развития Санкт-Петербургской городской агломерации // Эконо-

мика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. №1 (60). С. 84–93.

4. Административно-территориальное деление Ленинградской области 2017 г. URL: http://msu.lenobl.ru/content/docs/188/2_-_soderzhanie.pdf (дата обращения: 03.06.2021).
5. Материалы по обоснованию проекта Генерального плана Санкт-Петербурга / ЗАО «Петербургский НИПИГрад». СПб., 2004. 304 с.
6. Антонов Е. В., Махрова А. Г. Крупнейшие городские агломерации и формы расселения на агломерационного уровня в России // Известия РАН. Сер. географическая. 2019. № 4. С. 31–45.
7. Лосин Л. А., Солодилов В. В., Ляпунова Г. П. Административно-территориальные преобразования и формирование локальных центров расселения на территории Санкт-Петербургской городской агломерации // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. № 2–3 (61–62). С. 33–46.
8. Шмидт А. В., Антонюк В. С., Франчини А. Городские агломерации в региональном развитии // Экономика региона. 2016. Т. 12, вып. 3. С. 776–789.
9. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2020 г. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/CcG8qBhP/mun_obr2020.rar (дата обращения: 03.06.2021).
10. Лосин Л. А., Солодилов В. В. Транспортно-коммуникационный каркас региона // Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем: сб. науч. тр. / под науч. ред. С. В. Кузнецова; ИППЭ РАН. СПб.: ГУАП, 2020. Вып. 47. С. 63–69.
11. Ткаченко А. А. Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысления // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2018. № 2. С. 10–15.
12. Белова А. В. Полусредние города СЗФО как двигатели регионального развития // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2018. № 4. С. 65–74.
13. Лаппо Г. М. География городов. М.: ВЛАДОС, 1997. 480 с.

REFERENCES

1. Reznikov I. L. Vyjavlenie granic Sankt-Peterburgskoj gorodskoj aglomeracii. Vestnik Sankt-Peter-

burgskogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2017;(62(1)):89–103. (In Russ.)

2. Losin L. A., Solodilov V. V. Territorial'naja struktura Sankt-Peterburgskoj gorodskoj aglomeracii. Regional'naja jekonomika i razvitie territorij: sbornik nauchnyh statej / pod redakciej L. P. Sovershaevoj. SPb., 2019;(1(13)):180–186. (In Russ.)
3. Losin L. A., Solodilov V. V. Strategicheskoe transportnoe planirovanie razvitija Sankt-Peterburgskoj gorodskoj aglomeracii. Jekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitija. 2020;(1(60)):84–93. (In Russ.)
4. Administrativno-territorial'noe delenie Leningradskoj oblasti 2017 goda. Available at: http://msu.lenobl.ru/content/docs/188/2_-_soderzhanie.pdf (accessed: 03.06.2021). (In Russ.)
5. Materialy po obosnovaniju proekta General'nogo plana Sankt-Peterburga / ЗАО «Peterburgskij NIPIGrad». SPb., 2004. 304 s. (In Russ.)
6. Antonov E. V., Makhrova A. G. Krupnejšie gorodskie aglomeracii i formy rasselenija nadaglomeracionnogo urovnja v Rossii. Izvestija RAN. Serija geograficheskaja. 2019;(4):31–45. (In Russ.)
7. Losin L. A., Solodilov V. V., Lyapunova G. P. Administrativno-territorial'nye preobrazovanija i formirovanie lokal'nyh centrov rasselenija na territorii Sankt-Peterburgskoj gorodskoj aglomeracii. Jekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitija. 2020;(2–3((61–62))):33–46. (In Russ.)
8. Shmidt A. V., Antonyuk V. S., Franchini A. Gorodskie aglomeracii v regional'nom razvitii. Jekonomika regiona. 2016;(2(3)):776–789. (In Russ.)
9. Chislennost' naselenija Rossijskoj Federacii po municipal'nym obrazovanijam na 1 janvarja 2020 goda. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/CcG8qBhP/mun_obr2020.rar (accessed: 03.06.2021). (In Russ.)
10. Losin L. A., Solodilov V. V. Transportno-kommunikacionnyj karkas regiona. Problemy preobrazovanija i regulirovanija regional'nyh social'no-jekonomicheskijh sistem: sbornik nauchnyh trudov/pod nauchnoj redakciej S. V. Kuznecova; IPRJe RAN. SPb.: GUAP, 2020;(47):63–69. (In Russ.)
11. Tkachenko A. A. Kljuchevyje ponjatija teorii rasselenija: popytka pereosmyslenija. Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija. 2018;(2):10–15. (In Russ.)
12. Belova A. V. Polusrednie goroda SZFO kak dvigateli regional'nogo razvitija. Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Serija Estestvennye i medicinskie nauki. 2018;(4):65–74. (In Russ.)
13. Lappo G. M. Geografija gorodov. M.: VLADOS, 1997. 480 s. (In Russ.)

УДК 656.1(470.23-25)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-113-122

Владислав Николаевич Мягков

кандидат физико-математических наук

Санкт-Петербургский научно-методический совет по оценке

Санкт-Петербург, Россия

ПЕТЕРБУРГСКАЯ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ) ШКОЛА АНАЛИЗА ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация. Дается краткий анализ истории и перспектив развития математических моделей прогноза пассажирских потоков в региональной транспортной сети. Анализируются причины принципиально разной практики использования этих моделей в градостроительном проектировании в нашей стране и за рубежом. Излагаются современные тенденции использования моделей прогноза пассажирских потоков в решении многофакторных задач развития региональной транспортной системы в условиях рыночной экономики при изменении локальных систем расселения и размещения рабочих мест.

Ключевые слова: городская агломерация, транспортная сеть, система расселения, пассажирский транспорт, прогноз пассажирских потоков, математическая модель, программный комплекс, градостроительное проектирование, многофакторный анализ.

Vladislav N. Myagkov

PhD in Physico-mathematical Sciences

St. Petersburg Scientific and Methodological Council for Assessment

St. Petersburg, Russia

PETERSBURG (LENINGRAD) SCHOOL OF PASSENGER TRANSPORT FLOW ANALYSIS AND PROBLEMS OF ITS MODERN DEVELOPMENT

Abstract. A brief analysis of the history and development prospects of mathematical models for forecasting passenger flows in the regional transport network is given. The reasons for the fundamentally different practice of using these models in urban planning in our country and abroad are analyzed. The current trends in the use of models for forecasting passenger flows in solving multifactorial problems of the development of the regional transport system in a market economy when changing local systems of settlement and job placement are presented.

Keywords: urban agglomeration, transport network, settlement system, passenger transport, forecast of passenger flows, mathematical model, software package, urban planning, multifactorial analysis.

Введение

В 2019 г. группа американских инженеров, программистов и японских архитекторов-градостроителей опубликовала серию статей [1], обобщающую их опыт использования моделей прогноза транспортных потоков в градостроительном проектировании. В качестве настоятельной рекомендации они советуют разрабатывать и применять такие модели только в совместных работах математиков, инженеров-транспортников и архитекторов-градостроителей и остро критикуют их применение частными застройщиками в собственных целях.

Петербургская (ленинградская) школа прогноза транспортных потоков с начала своего за-

рождения в 1970-х гг. как раз исходила из принципа совместной с архитекторами-градостроителями разработки и применения расчетных моделей и продолжает так же работать до настоящего времени. Разработчики зарубежных моделей были ориентированы прежде всего на подготовку коммерческих программных пакетов прогноза потоков, считая, что создают рабочие инструменты для проектировщиков и застройщиков, а как те будут ими пользоваться – их дело. Такой подход оказался неоправданным.

Рассмотрим, почему модели прогноза транспортных потоков, в особенности пассажирских, должны разрабатываться и использоваться в тесном взаимодействии с архитекторами-градостроителями.

Творческое взаимодействие математиков и градостроителей

До 1990-х гг., когда государству принадлежали все предприятия, здания, транспорт и земля, все перечисленное входило в единую систему градостроительного планирования, которая включала размещение нового жилья, рабочих мест, рекреации, улично-дорожную сеть и общественный транспорт.

До конца 1940-х гг. градостроительное планирование в СССР исходило из простого принципа, официально сформулированного наркомом Л. Кагановичем, «*настоячиво проводить политику расселения применительно к тому, чтобы место жилья было бы вблизи от места работы*» [2, с. 39]. Этот подход явно виден до сих пор в планировке крупных российских городов, где группы жилых кварталов создавались вблизи крупных предприятий (Волгоград, Екатеринбург, Челябинск и пр.). Однако еще в работах Г. В. Шелейховского 1940-х гг. отмечалось, что рост интенсивности передвижений в городах связан с двумя процессами: повышением разнообразия рабочих мест и все большим вовлечением женщин в трудовую деятельность. В результате у нескольких членов семьи места работы/учебы будут разными, соответственно, простая схема «жилье возле работы» не может быть реализуема в принципе. Если к рабочему времени добавить как минимум восемь часов на сон и несколько часов на бытовые нужды, то становится понятным ограниченный бюджет времени на ежедневные перемещения самостоятельного населения. Отсюда наблюдаемый «гравитационный» характер распределения массовых городских поездок часа пик по времени (дальности) от места жилья, который впервые описал и исследовал Г. В. Шелейховский еще в 1930-х гг. С ростом разнообразия рабочих мест и квалификации работников среднее время поездок «дом – работа» растет, и график их распределения по дальности становится все менее крутым. Однако в суточном цикле жизнедеятельности человека только 24 ч, и тратить на ежедневные перемещения больше 2,5–3,0 ч большинство людей физически не в состоянии. В условиях отсутствия рынка жилья смена места жительства представляла большую проблему, а личный автотранспорт был редок, соответственно, роль общественного транспорта постоянно возрастала.

По указанным причинам в состав Генеральных планов крупных городов с 1969 г. была включена обязательная разработка Комплексной транспортной схемы – КТС [3, 4], которую город (содержательно) и Госплан (ресурсно) со-

гласовывали, но утверждали два центральных министерства: коммунального хозяйства (Минкомхоз) и автомобильного транспорта (Минавтотранс), поскольку они отвечали за материальную часть – транспортное обслуживание территорий и соответствующие обоснования капиталовложений. Разработка КТС до компьютерной эпохи была сложным делом, требовавшим от проектировщиков-транспортников большого опыта и хорошего знания структуры конкретного города. Было необходимо разработать упрощенное представление городского пространства, а именно, представить транспортные потребности города как задачу перевозки масс пассажиров, прежде всего в утренний «час пик», когда пассажирский транспортный поток формируют поездки на работу/учебу, а его объем и интенсивность достигают суточного максимума [5].

Работа над КТС требовала достаточно сложных и объемных вычислений. Некоторые эмпирические приемы прогноза потоков пассажиров и транспорта уже были наработаны в градостроительной практике еще в 1930–1950-х гг., но не было их теоретического обоснования.

Проблема состояла в следующем. Практически всем, кто работает в городском транспорте и систематически пользуется им, очевиден регулярный характер суточных транспортных потоков на улицах, магистралях и линиях метро крупных городов – «двугорбое» распределение интенсивности потоков утреннего и вечернего «часа пик». Опытные таксисты различают также изменения суточных потоков каждого дня недели и каждого сезона года. Данные о величине транспортных потоков нетрудно было собирать и в доавтомобильную эпоху, а в наше время они накапливаются, обрабатываются и распространяются в режиме реального времени.

Однако *прогноз* потоков пассажиров и транспорта для еще не существующих градостроительных ситуаций – совсем другая задача. Создание новых жилых кварталов или значительного числа мест приложения труда требует одновременно соответствующего изменения транспортной инфраструктуры: развития улично-дорожной сети, создания парковочных мест, изменения или создания новых маршрутов/линий общественного транспорта либо как минимум изменений в регулировании дорожного движения. Некоторые эмпирические приемы прогнозных расчетов были известны проектировщикам, но за их теоретическим обоснованием ленинградские архитекторы В. Ф. Назаров, А. Г. Дынкин и Н. С. Пальчиков обратились к математикам в период 1966–

1969 гг. Подробная историческая справка формирования единого научно-практического коллектива ленинградских проектировщиков и математиков изложена в недавно вышедшем сборнике его участников [6]. Важная особенность ленинградской методики прогноза пассажирских потоков – ее «недирективный» характер, учитывающий закономерности массового поведения при свободном выборе маршрутов передвижений всеми участниками движения.

В недавней статье известных московских инженеров-транспортников [7] основной задачей градостроителей в части обеспечения транспортных потребностей названо обеспечение достаточной площади улично-дорожной сети относительно размеров города и численности населения и совсем не уделено внимания тому, откуда, куда и с какой целью перемещаются по этой сети транспорт и его пассажиры. А для петербургской школы это, напротив, стало основным исходным пунктом прогноза. В результате совместных работ ленинградских инженеров-градостроителей, математиков и программистов [6, 8, 9]) в 1970–1980 гг. был создан, испытан и реализован на практике программный расчетный комплекс классической *четырёхэтапной итеративной* процедуры прогноза пассажирских потоков в сети городского транспорта:

- 1) прогноз межрайонных¹ корреспонденций;
- 2) распределение поездок по маршрутам сети;
- 3) разделение по видам транспорта и/или путным посещениям;
- 4) расчет транспортных потоков.

После первого этапа выполняется серия итераций двух–трех–четырёх этапов расчета равновесного потока, затем по изменившимся временам поездок уточняется матрица корреспонденций, и расчет повторяется до достижения равновесия корреспонденций и потоков.

Аналогичный поход развивался параллельно в работах американских и английских математиков и инженеров и, как отмечают исследователи [10], уже в начале 1960-х гг. был ориентирован на компьютерную реализацию, поскольку даже для небольшого города выполнить расчеты вручную было невозможно.

Теоретическое обоснование эмпирического метода расчета матриц корреспонденций, выполненное ленинградским математиком Л. М. Брэгманом в 1967 г., стало классической работой, известной за рубежом как «балансировка Брегмана»

¹ Под «транспортным районом» понимается выбранная аналитиками единица членения территории города, информативно-удобная для расчетов. Это может быть группа кварталов и даже квартал.

[11]. Как показали исследования Б. Г. Питтеля и В. П. Федорова [12, 13], результаты балансировки реализуются и в естественных процессах массового поведения при распределении потребителей по ограниченным «наборам состояний» – рабочим местам и маршрутам поездок. Эти работы дали теоретическое обоснование для прогнозных расчетов транспортных потоков и объяснение их наблюдаемой текущей стабильности.

Созданный в результате описанного сотрудничества программный комплекс прогноза пассажирских и транспортных потоков в городской сети использовался при разработке КТС в составе объединенного генерального плана Ленинграда и Ленинградской области в 1986–1987 гг. и затем вплоть до нашего времени в различных задачах градостроительного планирования в разных городах СССР и современной России.

Использование прогнозной модели для расчета «платы застройщика за нагрузку»

Как известно, в условиях рыночной экономики генеральные планы городов разрабатываются как база для правового регулирования землепользования и застройки – нормативов зонирования территорий по видам их разрешенного использования. Частные застройщики реализуют проекты застройки в соответствии с действующим зонированием.

За рубежом и в крупных российских городах администрация внимательно следит за согласованием проектов застройки, так как, даже если проект не потребует изменений действующей градостроительной и планировочной документации, он в любом случае приведет к изменениям городской среды: увеличит/уменьшит плотность населения или рабочих мест, потребует корректировки транспортной схемы, увеличит нагрузку на инженерную и социальную инфраструктуру и т. д. В целях компенсации этой дополнительной нагрузки город, как правило, взимает с застройщиков так называемую плату за порождаемую проектом дополнительную инфраструктурную нагрузку – *impact fee* или *development impact fee*, под которой подразумеваются разовые или регулярные отчисления городу в качестве компенсации дополнительной нагрузки на городскую среду от реализации проекта. В Москве, Санкт-Петербурге, Ленинградской области и других регионах России уже много лет практикуется привлечение крупных застройщиков к финансированию социальной (школы, детсады, поликлиники) и инженерной (дороги, парковки, магистральные инженер-

ные сети и головные сооружения) инфраструктуры в районах реализации их проектов. Соответствующие задания официально согласуются и включаются в разрешения на основное строительство.

Модель прогноза транспортных потоков хорошо подходит для оценки требуемых планировочных и инфраструктурных изменений от реализации строительных проектов и широко используется для этих целей. Зарубежная критика отмечает высокую «коррупционность» результатов прогноза, когда заказчиком оценки влияния будущей застройки выступают сами частные инвесторы [1]. Рекомендуются, чтобы заказчиком транспортно-градостроительной аналитики в таких проектах выступала только местная или региональная администрация.

Критика

Критики «классической» четырехэтапной модели указывают на ее «родовые» недостатки [1, 10]. Прежде всего она «апостериорна», т. е. дает прогноз потоков пассажиров и транспорта только как ответ на заданные параметры: систему расселения, размещения рабочих мест, характеристики данной транспортной сети (граф сети, пропускные способности дуг или участков сети, зависимости пропускной способности от нагрузки) и агрегированные показатели подвижности населения. Во-вторых, как уже было отмечено, модель не является оптимизационной, не создана, чтобы максимизировать или минимизировать какой-то технический или экономический параметр или показатель¹. В этом ее сила (непредвзятость) и одновременно ограниченность. Хотя алгоритмы расчета позволяют выявлять «критические» дуги, на которых намечаются или формируются «перегрузки» и «заторы», а также указывать средние затраты времени (расстояния поездок) пассажиров, результаты расчетов ничего не говорят о том, что следует сделать администрации (проектировщикам-градостроителям) – ввести новые магистрали или расширить существующие, то ли как-то повлиять на систему расселения либо размещения рабочих мест.

При оценке «платы городу за инфраструктурную нагрузку» модель удачно применяется только потому, что параметры конкретного проекта застройки задаются в качестве исходных

¹ Есть примеры директивно поставленных оптимизационных задач «народно-хозяйственного планирования» транспортных работ, решения которых на деле никому не были нужны [6].

данных модели. Принятию стратегических решений о том, как регулировать систему расселения или транспортную систему города/региона, модель может помочь только косвенно, давая ответы на различные варианты изменения этих систем. Именно так была использована модель, например, при многовариантном прогнозе развития районов Ленинградской области (1987 г.) и Ереванской агломерации (1989 г.) [6].

На рис. 1, 2 представлен пример применения «классической» четырехэтапной процедуры. Выделены территориальные зоны, ранжированные по доле самодеятельного населения агломерации, для которой зона доступна не более чем за 45 мин при поездках из дома на обществен-

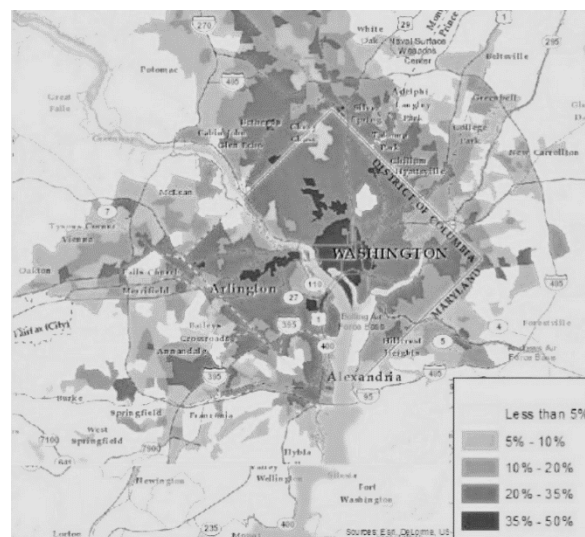


Рис. 1. Вашингтон (США), 2015 г. [14]. Показана территория 45 × 50 км

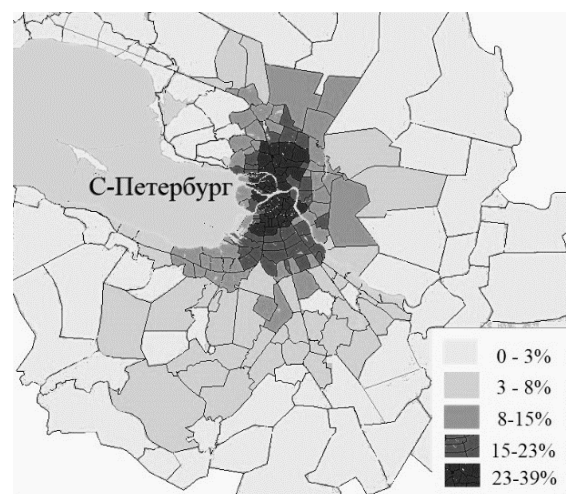


Рис. 2. Санкт-Петербург (Россия), 2017 г. [15]. Показана территория 80 × 80 км

ном транспорте (с учетом пешеходной составляющей).

Учетной (расчетной) единицей для Вашингтона является квартал, а для Санкт-Петербурга – транспортный район. Каждый учетный квартал попадает в одну из пяти градаций в зависимости от того, для какой доли населения агломерации он доступен не более чем за 45 мин на общественном транспорте. Зону, доступную для наибольшей доли населения, можно считать центральной для системы расселения данной агломерации. Транспортным центром системы размещения рабочих мест агломерации будет другая территория, которую также нетрудно построить по результатам обсуждаемой модели.

Построение подобных карт для Санкт-Петербурга было включено в наши расчетные модели уже в конце 1980-х гг. Эти карты и соответственно количественные показатели доступности территории от мест жилья, рабочих мест или от любой выбранной точки города позволяют сравнивать варианты изменения составляющих систем: расселения, размещения рабочих мест, транспортной сети и работы транспорта. Новая линия метро, новый мост или новая скоростная магистраль изменят конфигурации многих зон, увеличат зону центра, возможно, появится новая зона, доступная для более чем 50% населения. Показатели массовой доступности хорошо коррелируют с рыночной стоимостью городской земли.

Итак, для каждого варианта развития сети (постройка нового моста или тоннеля) нетрудно рассчитать соответствующие показатели и сгенерировать новую карту. Но возникает вопрос, по какому критерию сравнивать результаты, например, двух вариантов развития метро. Улучшение работы и развитие сети общественного транспорта расширяют границы «нижней» зоны доступности. Это значит, что развитие транспортной системы фактически расширяет границы агломерации, а против расширения территорий городов идет все более активная борьба¹, что активизирует исследования по проблемам уплотнительной застройки [17]. Значит ли это, что рост жилых кварталов в пригородах нежелателен и жесткое зонирование должно его ограничить? Но тогда получается, что развитие транспортной сети должно улучшать условия жизни одних групп, но не других, т. е. решение одной социальной задачи порождает новые проблемы. Социологические исследования в США и

¹ Например, несмотря на высокую степень урбанизации территория Западной Европы ежегодно теряет 1,5–2,0% сельскохозяйственных территорий [16].

Китае [18, 19] выявили устойчивую тенденцию – улучшение системы общественного транспорта способствует росту имущественного неравенства, привлекая в такие города малообеспеченные слои населения, порождая новые проблемы для городской администрации и бюджета.

Другой пример. Улучшение доступности центра города и увеличение в нем парковочных мест немедленно ведут к переполнению того и другого, пока не встанет вопрос о физическом или нормативном ограничении доступности. Следует ли улучшать транспортную доступность центра, и если да, то для кого, каких территорий, каких видов транспорта? Те же вопросы возникают по поводу целей и методов регулирования землепользования и застройки. Они уже более 30 лет активно обсуждаются теоретиками, практиками и политиками.

«Злые» нерешаемые проблемы

В 1973 г. два профессора кафедры градостроительного проектирования Калифорнийского университета Х. Риттель и М. Веббер опубликовали острую статью «Дилеммы общей теории планирования» [20], ссылки на которую растут с каждым годом. Они ввели новое понятие «злых² социальных проблем», которые характеризовали таким образом: «Поиск научных основ для решения проблем социальной политики обречен на провал, из-за характера этих проблем. Это „злые, порочные“ проблемы, тогда как наука разработана для решения „прирученных“ проблем. Проблемы политики невозможно поставить точно и определенно. Более того, в плюралистическом обществе нет ничего похожего на неоспоримое общественное благо; здесь нет объективного определения справедливости; политика, направленная на решение социальных проблем, не может быть однозначно правильной или ложной; так что нет смысла говорить об „оптимальных“ решениях социальных проблем, если сначала не сформулированы точные требования к решению. Хуже того, нет никаких „решений“ в смысле окончательных и объективных ответов» [20].

Рассматриваемая наукой типичная «прирученная» проблема:

- имеет относительно четко определенную и стабильную постановку задачи;
- имеет определенную точку останова, т. е. мы знаем, когда решение достигнуто;

² *Wicked* – зловедный, порочный, дикий, злой; в отличие от *tamed* – домашний, ручной.

- имеет решение, которое можно объективно оценить как правильное или неправильное;
- принадлежит к классу подобных задач, которые можно решить аналогичным образом;
- предполагает решения, которые можно проверить/испытать, не принять, принять, а потом от них отказаться.

«Злые» проблемы совершенно другие. Они плохо определены, неоднозначны и связаны с серьезными моральными, политическими и социальными вопросами. Хорошее решение для одних социальных групп оказывается плохим для других. Поскольку постановка проблем сильно зависит от заинтересованных сторон, часто нет единого мнения о том, в чем собственно состоит проблема, не говоря уже о том, как с ней справиться. Кроме того, злые проблемы подвижны, неустойчивы: они представляют собой совокупность сложных взаимосвязанных проблем, которые динамично развиваются в социальном контексте. Нередко новые формы злых проблем возникают как результат попыток понять и избавиться от одной из них.

Классический научный метод основан на предположении, что процесс планирования и управления может быть организован в отдельные этапы: «понять проблему», «собрать информацию», «поставить задачу», «синтезировать информацию» «творчески подойти», «выработать и уточнить решения» и т. п. Однако для злых проблем такой метод не работает. Невозможно понять проблему, не зная о ее контексте; невозможно осмысленно искать информацию, не имея концепции решения; нельзя сначала понять, а потом решить [20].

Модель прогноза транспортных потоков относится к типичным «прирученным» научно-техническим проблемам, имеющим конкретную формулировку и решение. Но она не отвечает на «злые вопросы» градостроительства: что нужно сделать, какой вариант лучше, какую систему и как развивать в первую очередь, чем пренебречь, в чьих интересах, как соизмерить финансовые затраты и социальный эффект и т. д.

Модели прогноза пассажирских потоков помогают ясно видеть, что решение одной социальной задачи – снижение времени на трудовые передвижения – ведет к другой – разрастанию городской территории и изменению системы расселения¹. Установлено, что в рыночной экономике

¹ Типичный пример: станция петербургского метро «Девяткино», обеспечившая 30-минутную доступность центра города для этой пригородной территории, стала причиной бурного жилищного строительства в ее окрестности, превратившего за четыре года поселок из 7 тыс. чел.

развитие транспортной системы способствуют не только территориальному разрастанию агломераций, но качественно меняет систему расселения, усиливая социальное расслоение [17–19, 21] (из доклада А. И. Лисененкова «Транспортные тарифы и выбор варианта следования участниками движения» на конференции «Формирование транспортных систем и социально-экономическое развитие городских агломераций» 7 июня 2021 г.). Улучшение доступности центра города и увеличение в нем парковочных мест немедленно ведут к переполнению того и другого, пока не встанет вопрос о физическом ограничении доступности центра для частных автомобилей. Однако проекты приоритетного развития общественного транспорта за счет ограничения личного немедленно встречают протесты значительной части общества [22] и т. д.

Поиск решений «злых» проблем

За почти 50 лет после публикации статьи Х. Риттеля и М. Веббера о «злых» социально-экономических проблемах ряд авторов, не возражая по существу, предложили варианты их «обуздания». В части обсуждаемых транспортно-градостроительных проблем они вкратце сводятся к следующим.

1. Если одна из взаимосвязанных и взаимозависимых систем – расселения, транспорта, рабочих мест, обслуживания – изменяется более динамично, чем остальные, ее можно «оптимизировать», применительно к медленно изменяющимся остальным [23]. Такой подход используют скандинавские проектировщики для оптимизации сети общественного транспорта региона с целью достижения «мобильного равенства» всех слоев общества, прежде всего малообеспеченных [24].

2. Более жесткий вариант: одну из систем сделать изменяющейся, «оптимизируемой» (например, транспорт), а остальные фиксировать директивно, например жестко регулировать землепользование и систему расселения [1, 25]. Или следовать за наблюдаемой мобильностью системы расселения, директивно закрепив рабочие места и производственные зоны, оптимизировать транспортную систему [25].

в 80-тысячный город Мурино. В результате за последние пять лет показатели работы городского транспорта Санкт-Петербурга улучшились, но средние затраты времени на трудовые поездки увеличились (!) (из докл. А. И. Котова «Роль транспортной системы в экономическом развитии Санкт-Петербурга», конф. «Формирование транспортных систем и социально-экономическое развитие городских агломераций», 7 июня 2021 г.).

3. Методологический способ: признать, что нерешаемость «злых проблем» происходит от того, что они лежат в «другом пространстве формулировок и возможностей» и для их адекватной формулировки нужны иные общественные структуры и институты [26].

4. Специалисты по морфологическому анализу [27] увидели в свойствах «злых» проблем формулировки, присущие плохо определенным, неструктурированным многофакторным задачам, которые тем не менее поддаются решению именно методами морфологического анализа.

Выводы

1. Дальнейшее развитие транспортно-градостроительного моделирования требует тесного взаимодействия разработчиков математических моделей и программного обеспечения с архитекторами-градостроителями и органами региональной администрации, местного самоуправления.

2. Классические четырехэтапные модели прогноза пассажирских транспортных потоков востребованы и остаются актуальным средством градостроительного планирования и проектирования. В рамках четырехэтапной схемы продолжается их углубленное развитие, например более детальный статистический анализ «спроса на передвижения» для прогноза матрицы корреспонденций.

3. В особенности востребованы и широко используются модели прогноза транспортных потоков на микроуровне (квартал, группа кварталов) для обоснования «платы городу за инфраструктурную нагрузку», взимаемую с отдельных девелоперских проектов. Развитие этого направления предполагает согласование микро- и макромоделей прогноза транспортных потоков для решения таких задач.

4. В стадии активного развития – комплексные модели равновесия систем расселения и транспорта в предположении, что все остальные системы фиксированы административным зонированием использования территорий. В принципе так можно анализировать транспортное взаимодействие любых двух территориальных систем, полагая состояние всех остальных неизменным. В рамках развития петербургской модели этот подход развивается в модели синтеза городской транспортной системы на «досетевом» уровне [28, 29].

5. Для постановки задач и формулировки решений более сложных социально-экономических и политических проблем регулирования территориально-транспортного развития пред-

лагается использовать творческие приемы и методы решения плохоформализованных сложных многокритериальных задач [22] и техники творчества [30].

ЛИТЕРАТУРА

1. Transport modeling with a purpose: how urban systems design can bridge the gaps between modeling, planning and design / R. Binder, Z. Lancaster, M. Tobey, P. Jittrapirom, Y. Yamagata // WIT Transactions on the Built Environment. 2019. Vol. 186. P. 85–96.
2. Шелейховский Г. В. Композиция городского плана как проблема транспорта. М.: ГИПРОГОР, 1946. 129 с.
3. Указания по разработке комплексных схем развития всех видов городского пассажирского транспорта для городов с населением 250 тыс. жителей и более, представляемых на согласование в Госплан СССР. М.: Госплан СССР, 1969. 27 с.
4. Петрович М. Л., Истомина Л. Ю. Комплексные транспортные схемы как обосновывающие документы генеральных планов крупных городов // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 3–4 (40–41). С. 6–10.
5. Экономика пассажирского транспорта: монография / под общ. ред. проф. В. А. Персианова. 2-е изд. М.: КНОРУС, 2017. 390 с.
6. 50 лет лаборатории математических моделей массового обслуживания ЛО ЦЭМИ – лаборатории математического моделирования функционально-пространственного развития городов СПб ЭМИ РАН / Междунар. интернет-ассоц. транспорт. систем городов и организации город. движения, Санкт-Петерб. эконом.-матем. ин-т Рос. акад. наук; гл. ред.-сост. С. А. Ваксман. СПб., 2018. 99 с. (Материалы к биобиблиографии ученых и специалистов транспортных систем городов и организации городского движения; вып. 27).
7. Блинкин М. Я., Воробьев А. Н. Городское движение и планировка городов // Городские исследования и практики. 2018. Т. 3, № 2. С. 7–26. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp3320187-26>.
8. Федоров В. П., Лосин Л. А. Методы математического моделирования для проектирования городской транспортной системы на досетевом уровне // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 2 (39). С. 42–45.
9. Федоров В. П., Бульчева Н. В., Пахомова О. М., Лосин Л. А. Модель формирования межрайонных корреспонденций в транспортных системах крупных городов // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 3–4 (17–18). С. 64–67.

10. **Boyce D., Williams H.** Forecasting Urban Travel: Past, Present and Future. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, 2016. 672 p.
11. **Брэгман Л. М.** Релаксационный метод нахождения общей точки выпуклых множеств и его применение для решения задач выпуклого программирования // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1967. Т. 7, № 3. С. 620–631.
12. **Федоров В. П.** Математическая модель формирования пассажиропотоков // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1974. № 4. С.17–26.
13. Математическая модель и алгоритм расчета пассажирских транспортных потоков на перспективу / А. Г. Дынкин, А. Н. Мальгин, Л. П. Моносова [и др.] // Модели и алгоритмы оптимального планирования: сборник / под науч. ред. канд. техн. наук О. Г. Фаянса. М.: ЦЭМИ, 1974. С. 13–28.
14. Интеллектуальное картирование местоположения. Интерактивные карты и данные для измерения эффективности местоположения и искусственной среды // United States Environmental Protection Agency (EPA). URL: <https://www.epa.gov/smartgrowth/smart-location-mapping> (дата обращения: 23.04.2021).
15. **Булычева Н. В., Лосин Л. А.** Моделирование спроса на использование различных видов пассажирского транспорта на основе данных натурного обследования пассажиропотоков (на примере Санкт-Петербурга) // Региональная экономика и развитие территорий: сб. науч. ст. / под ред. Л. П. Совершавой. СПб. 2019. Вып. 1 (13). С. 61–66.
16. Эксурбанизация // Википедия: свобод. энцикл. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эксурбанизация> (дата обращения: 23.04.2021).
17. **McConnell V., Wiley K.** Infill Development: Perspectives and Evidence from Economics and Planning. Washington, 2012. 37 p.
18. **Zhao M., Liu S., Qi W.** Exploring the differential impacts of urban transit system on the spatial distribution of local and floating population in Beijing // Journal of Geographical Sciences. 2017. Vol. 27. P. 731–751.
19. **Glaeser E., Kahn M. E., Rappaport J.** Why do the poor live in cities? The role of public transportation // Journal of Urban Economics. 2008. Vol. 63, № 1. P. 1–24.
20. **Rittel H., Webber M.** Dilemmas in a general theory of planning // Policy Sciences. 1973. Vol. 4. P. 155–169.
21. **Crane R., Guo Z.** Toward a Second Generation of Land-Use/Travel Models: Theoretical and Empirical Frontiers // The Oxford Handbook of Urban Economics and Planning. 2012. P. 522–544.
22. **Родоман Б.** Автомобильный тупик России и мира // Полит.ру: информ.-аналит. портал. URL: <https://polit.ru/article/2008/01/10/transport/> (дата обращения: 23.04.2021).
23. **Zondag B.** Joint modeling of land-use, transport and economy. TRAIL Research School. Netherlands, 2007. 241 p.
24. **Andersson M.** Urban Expansion and Public Transport: Implications for Inclusive Development. 2018. URL: https://www.ide.go.jp/library/English/Publish/Reports/Brc/pdf/23_05.pdf (дата обращения: 23.04.2021).
25. **Zondag B.** Joint modeling of land-use, transport and economy. 2013. URL: https://www.researchgate.net/publication/27343633_Joint_modeling_of_land-use_transport_and_economy (дата обращения: 23.04.2021).
26. **Pesch U., Vermaas P.** The Wickedness of Rittel and Webber's Dilemmas // Administration & Society. 2020. Vol. 52, № 6. P. 960–979.
27. **Ritchey T.** Wicked Problems: Modelling Social Messes with Morphological Analysis // Acta Morphologica Generalis. 2013. Vol. 2, № 1. P. 1–8.
28. **Лосин Л. А., Федоров В. П.** Опыт моделирования транспортных систем городов на досетевом уровне // Транспортное планирование и моделирование: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. / СПб.: ГАСУ, Ассоциация транспортных инженеров, 2016. С. 91–96.
29. **Булычева Н. В., Ваксман С. А., Истомина Л. Ю., Лосин Л. А.** Опыт разработки досетевых моделей для построения сетей общественного транспорта (на примере Екатеринбурга) // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: матер. XXVII Междунар. (юбилейной тридцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2021. Т. 1. С. 180–189.
30. Техники творчества. От А до Я // Mycoted: вики-страница с методами. URL: https://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques (дата обращения: 23.04.2021).

REFERENCES

1. Transport modeling with a purpose: how urban systems design can bridge the gaps between modeling, planning and design / R. Binder, Z. Lancaster, M. Tobey, P. Jittrapirom, Y. Yamagata // WIT Transactions on the Built Environment. 2019; (186):85–96.
2. **Sheleikhovskii G. V.** Kompozicija gorodskogo plana kak problema transporta. Moskva: GIPROGOR, 1946. 129 s. (In Russ.)
3. Ukazanija po razrabotke kompleksnyh shem razvitiya vseh vidov gorodskogo passazhirskogo transporta dlja gorodov s naseleniem 250 tys. zhitelej i bolee,

- predstavljajemyh na soglasovanie v Gosplan SSSR. Moskva: Gosplan SSSR, 1969. 27 s. (In Russ.)
4. **Petrovich M. L., Istomina L. Yu.** Kompleksnye transportnye shemy kak obosnovyvajushhie dokumenty general'nyh planov krupnyh gorodov. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2012;(3-4(40-41)):6-10. (In Russ.)
 5. *Jekonomika passazhirskogo transporta: monografiya / pod obshhej redakciej professora V. A. Persianova*. 2-e izdanie. Moskva: KNORUS, 2017. 390 s. (In Russ.)
 6. 50 let laboratorii matematicheskikh modelej massovogo obsluzhivaniya LO CJeMI – laboratorii matematicheskogo modelirovaniya funkcional'no-prostranstvennogo razvitija gorodov SPb JeMI RAN / Mezhdunarodnaja internet-associacija transportnyh sistem gorodov i organizacii gorodskogo dvizhenija, Sankt-Peterburgskij jekonomiko-matematicheskij institut Rossijskoj akademii nauk; glavnyj redaktor-sostavitel' S. A. Vaksman. Sankt-Peterburg, 2018. 99 s. (Materialy k biobibliografii uchenyh i specialistov transportnyh sistem gorodov i organizacii gorodskogo dvizhenija; vypusk 27). (In Russ.)
 7. **Blinkin M. Ya., Vorob'ev A. N.** Gorodskoe dvizhenie i planirovka gorodov // *Gorodskie issledovanija i praktiki*. 2018;(3(2)):7-26. (In Russ.)
 8. **Fedorov V. P., Losin L. A.** Metody matematicheskogo modelirovaniya dlja proektirovaniya gorodskoj transportnoj sistemy na dosetevom urovne // *Transport Rossijskoj Federacii*. 2012;(2(39)):42-45. (In Russ.)
 9. **Fedorov V. P., Bulycheva N. V., Pahomova O. M., Losin L. A.** Model' formirovaniya mezhrajonnyh korrespondencij v transportnyh sistemah krupnyh gorodov // *Transport Rossijskoj Federacii*. 2012;(3-4(17-18)):64-67.
 10. **Boyce D., Williams H.** *Forecasting Urban Travel: Past, Present and Future*. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, 2016. 672 p.
 11. **Bregman L. M.** Relaksacionnyj metod nahozhdenija obshhej tochki vypuklyh mnozhestv i ego primenenie dlja reshenija zadach vypuklogo programirovaniya // *Zhurnal vychislitel'noj matematiki i matematicheskoi fiziki*. 1967;(7(3)):620-631. (In Russ.)
 12. **Fedorov V. P.** Matematicheskaja model' formirovaniya passazhiropotokov // *Izvestija AN SSSR. Tehnicheskaja kibernetika*. 1974;(4):17-26. (In Russ.)
 13. Matematicheskaja model' i algoritm rascheta passazhirskih transportnyh potokov na perspektivu / A. G. Dynkin, A. N. Mal'gin, L. P. Monosova [i drugie] // *Modeli i algoritmy optimal'nogo planirovaniya: sbornik / pod nauchnoj redakciej kandidata teh-*
nicheskikh nauk O. G. Fajansa. Moskva: CJeMI, 1974:13-28. (In Russ.)
 14. *Intellektual'noe kartirovanie mestopolozhenija. Interaktivnye karty i dannye dlja izmerenija jeffektivnosti mestopolozhenija i iskusstvennoj sredy // United States Environmental Protection Agency (EPA)*. Available at: <https://www.epa.gov/smartgrowth/smart-location-mapping> (accessed: 23.04.2021).
 15. **Bulycheva N. V., Losin L. A.** Modelirovanie sprosa na ispol'zovanie razlichnyh vidov passazhirskogo transporta na osnove dannyh naturного obsledovanija passazhiropotokov (na primere Sankt-Peterburga) // *Regional'naja jekonomika i razvitie territorij: sbornik nauchnyh statej / pod redakciej L. P. Sovershaevoj*. Sankt-Peterburg, 2019;(1(13)):61-66. (In Russ.)
 16. *Jeksurbanizacija // Vikipedija: svobod. jencikl*. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Jeksurbanizacija> (accessed: 23.04.2021). (In Russ.)
 17. **McConnell V., Wiley K.** *Infill Development: Perspectives and Evidence from Economics and Planning*. Washington, 2012. 37 p.
 18. **Zhao M., Liu S., Qi W.** Exploring the differential impacts of urban transit system on the spatial distribution of local and floating population in Beijing // *Journal of Geographical Sciences*. 2017;(27):731-751.
 19. **Glaeser E., Kahn M. E., Rappaport J.** Why do the poor live in cities? The role of public transportation // *Journal of Urban Economics*. 2008;(63(1)):1-24.
 20. **Rittel H., Webber M.** Dilemmas in a general theory of planning // *Policy Sciences*. 1973;(4):155-169.
 21. **Crane R., Guo Z.** Toward a Second Generation of Land-Use/Travel Models: Theoretical and Empirical Frontiers // *The Oxford Handbook of Urban Economics and Planning*. 2012:522-544.
 22. **Rodoman B.** *Avtomobil'nyj tupik Rossii i mira // Polit.ru: informacionno-analiticheskij portal*. Available at: <https://polit.ru/article/2008/01/10/transport/> (accessed: 23.04.2021). (In Russ.)
 23. **Zondag B.** *Joint modeling of land-use, transport and economy*. TRAIL Research School. Netherlands, 2007. 241 p.
 24. **Andersson M.** *Urban Expansion and Public Transport: Implications for Inclusive Development*. 2018. Available at: https://www.ide.go.jp/library/English/Publish/Reports/Brc/pdf/23_05.pdf (accessed: 23.04.2021).
 25. **Zondag B.** *Joint modeling of land-use, transport and economy*. 2013. Available at: https://www.researchgate.net/publication/27343633_Joint_modeling_of_land-use_transport_and_economy (accessed: 23.04.2021).
 26. **Pesch U., Vermaas P.** The Wickedness of Rittel and Webber's Dilemmas // *Administration & Society*. 2020;(52(6)):960-979.

27. **Ritchey T.** Wicked Problems: Modelling Social Messes with Morphological Analysis // *Acta Morphologica Generalis*. 2013;(2(1)):1–8.
28. **Losin L. A., Fedorov V. P.** Опыт моделирования транспортных систем городов на досетевом уровне // *Transportnoe planirovanie i modelirovanie: sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Sankt-Peterburg : GASU, Associacija transportnyh inzhenerov*, 2016:91–96. (In Russ.)
29. **Bulycheva N. V., Vaksman S. A., Istomina L. Ju., Losin L. A.** Опыт разработки досетевых моделей для построения сетей общественного транспорта (на примере Екатеринбурга) // *Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija i funkcionirovanija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijanija: materialy XXVII Mezhdunarodnoj (jubilejnoj tridcatoj Ekaterinburgskoj) nauchno-prakticheskoy konferencii*. Ekaterinburg, 2021;(1):180–189. (In Russ.)
30. **Tehniki tvorchestva. Ot A do Ja** // *Mycoted: viki-stranica s metodami*. Available at: https://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques (accessed: 23.04.2021).

УДК 656.1(470.23-25)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-123-135

Егор Дмитриевич Старшов*

аспирант

Екатерина Владимировна Соколова*

кандидат экономических наук

*Высшая школа менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета

Санкт-Петербург, Россия

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ГОРОЖАН (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

Аннотация. Успех реформирования общественного транспорта не может быть достигнут без изучения транспортного поведения горожан. Представленные в статье результаты эмпирического анализа поведения жителей Санкт-Петербурга позволяют оценить, какие меры транспортной политики будут иметь успех по привлечению пользователей автомобиля к поездкам на общественном транспорте. Цель исследования заключалась в выявлении закономерностей транспортного поведения жителей Санкт-Петербурга: предпочтительности различных видов транспорта, факторов выбора средства передвижения, удовлетворенности общественным транспортом и мер транспортной политики, направленных на стимулирование использования общественного транспорта. Методология исследования включает опрос населения и анализ описательной статистики по полученным данным. Кроме того, для группирования факторов поездки был применен анализ главных компонент. Выводы и результаты исследования могут быть использованы при формировании мер городской транспортной политики, направленной на изменение транспортного поведения горожан. Основным выводом исследования стало заключение о большей значимости времени в пути для поездки на общественном транспорте, чем на личном автомобиле.

Ключевые слова: городской транспорт, общественный транспорт, модальный выбор, транспортное поведение, транспортная политика, реформа общественного транспорта.

Egor D. Starshov*

PhD Student

Ekaterina V. Sokolova*

PhD in Economic Sciences

*Graduate School of Management of St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russia

FACTORS FORMING CITIZENS' TRANSPORTATION BEHAVIOR: THE CASE OF ST. PETERSBURG

Abstract. Successful implementation of public transportation reform cannot be achieved without studying transportation behavior of citizens. The results of an empirical analysis of the behavior of St. Petersburg residents presented in this article make it possible to assess what transportation policies will be successful in attracting car users to travel by public transport. The aim of the study was to identify the patterns of transportation behavior in St. Petersburg: attractiveness of various transportation modes, mode choice factors as well as satisfaction with public transport and transportation policies aimed at stimulating the use of public transport. The research methodology includes survey of the population and the analysis of descriptive information from the data obtained. In addition, principal component analysis was applied for travel factors grouping. The results of this study may be used in elaboration of transportation policies aimed at changing transportation behavior of the citizens. The main finding of this study is the relative importance of trip time for public transport in contrast to private car.

Keywords: urban transportation, public transport, mode choice, transportation behavior, transportation policy, public transportation reform.

Введение

В последние десятилетия в Санкт-Петербурге наблюдается увеличение количества личных автомобилей. Уровень автомобилизации вырос с 85,5 автомобиля на тысячу жителей в 1990 г.

до 315,5 в 2019-м [1]. Использование автомобиля в условиях ограниченного городского пространства чревато рядом проблем, важное место среди которых занимают транспортные заторы. По подсчетам нидерландской навигационной компании TomTom, средний автомобилист в Санкт-

Петербурге ежедневно тратит лишние 20 мин во время утренней поездки на работу и еще 28 мин вечером [2]. В транспортном моделировании принято измерять стоимость потерянного в пути на работу времени в заработной плате за соответствующий временной промежуток [3]. Таким образом, если предположить, что каждый работающий житель Санкт-Петербурга каждый день теряет в пробках по 48 мин, то экономический ущерб от этого для населения составляет до 265,3 млрд руб. в год, что примерно 1/3 от расходов годового бюджета в 2021 г. [4]. Чрезмерное использование автомобиля чревато не только временными потерями для горожан, но и негативным влиянием на окружающую среду: шум и вредные выбросы причиняют вред здоровью автомобилистов и тех, кто не пользуется автомобилем. В отличие от потерь времени, этот вред сложно оценить количественно.

Для решения указанных проблем недостаточно полагаться на развитие автомобильной инфраструктуры и ужесточение экологических стандартов. О невозможности эффективного развития транспортной системы городов за счет расширения сети городских автомагистралей писали многие исследователи транспортных систем, в частности профессор университета Пенсильвании В. Вучик [5]. Еще в 1990 г. был сформулирован постулат о том, что увеличение площади дорожного покрытия ведет к пропорциональному увеличению количества автомобилей [6]. Одним из основных методов решения проблемы транспортных заторов в современных городах считается повышение интенсивности использования общественного транспорта при одновременном сокращении поездок на личных автомобилях.

В статье доказывается необходимость изучения транспортного поведения горожан, прежде всего факторов выбора средства передвижения для повышения качества принимаемых решений в рамках реформы общественного транспорта. Цель исследования заключалась в выявлении закономерностей транспортного поведения жителей Санкт-Петербурга: предпочтительности различных видов транспорта, факторов выбора средства передвижения, удовлетворенности качеством обслуживания в общественном транспорте и эффективности мер транспортной политики, направленных на стимулирование использования общественного транспорта.

Реформа общественного транспорта в Санкт-Петербурге

В 2018 г. правительство Санкт-Петербурга анонсировало масштабную транспортную реформу, запуск которой был запланирован на 2020 г.,

но впоследствии отложен до июля 2022 г. Главный аспект реформы – социальный, доступный и экологичный общественный транспорт. Предлагаемые нововведения включают замену коммерческих автобусных маршрутов на социальные, увеличение скорости и уменьшение интервалов движения общественного транспорта в часы пик и во внепиковое время, введение единого проездного билета на 60 мин и размещение новых остановок [7]. Предполагается, что перечисленные меры повысят привлекательность общественного транспорта для горожан. Поэтому в государственной программе «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга» доля городского населения, регулярно пользующегося общественным транспортом, выступает в качестве одного из ключевых показателей эффективности проведения реформы [8].

Санкт-Петербург представляет собой многомиллионную городскую агломерацию с разным типом застройки в районах города, населенных людьми с неодинаковым уровнем дохода, образом жизни и восприятием качества городской транспортной инфраструктуры. Можно предположить, что анонсированные в проекте транспортной реформы меры не будут восприняты всеми горожанами однозначно. Следовательно, эффективность их реализации, измеряемая в показателях пассажиропотока общественного транспорта, может оказаться не очень высокой. Тогда необходимо предусмотреть возможность применения взвешенного подхода к потребностям и предпочтениям разных групп населения. Для этого необходим анализ факторов, определяющих выбор горожанами средства передвижения.

Факторы выбора средства передвижения и меры транспортной политики

В первых исследованиях выбора средства передвижения¹ во внимание принимались только два фактора: стоимость поездки и время в пути. В дальнейшем наряду с ними стали рассматриваться и иные: уровень комфорта, безопасность, надежность², удобство использования³, время в пути до остановки общественного транспорта

¹ Выбор средства передвижения – авторский перевод англоязычного термина *mode choice*.

² Под надежностью принято понимать, что транспорт прибывает в определенное место в указанное время.

³ Удобство использования (*convenience*) включает качество инфраструктуры общественного транспорта: доступность остановок, удобство пересадок, наличие или отсутствие интегрированной билетной системы и другие показатели.

и др. [9]. Для повышения привлекательности общественного транспорта за счет улучшения параметров транспортных услуг, связанных с указанными факторами, городские власти используют различные инструменты транспортной политики. В исследованиях их принято разделять на ограничительные (*push measures*), направленные на сокращение выгод от использования личного автомобиля для перемещения по городу, и стимулирующие (*pull measures*), нацеленные на повышение привлекательности общественного транспорта [10].

С целью установления, какие факторы выбора средства передвижения в большей степени влияют на формирование транспортного поведения жителей Санкт-Петербурга, а также определения эффекта различных стимулирующих и ограничительных мер было проведено эмпирическое исследование.

Эмпирическое исследование

Формирование выборки

В 2020 г. в рамках исследования, выполненного в Высшей школе менеджмента СПбГУ, был проведен интернет-опрос жителей Санкт-Петербурга (в группах районов Петербурга и в других сообществах в социальных сетях) с целью изучения факторов формирования их транспортного поведения. Разработанная анкета состояла из вопросов, позволяющих получить информацию о социально-экономических характеристиках респондента и его транспортном поведении: частоте использования различных видов общественного транспорта и личного автомобиля, а также удовлетворенности различными характеристиками общественного транспорта. Отдельно были рассмотрены фак-

торы выбора средства передвижения в целом и по отдельности для общественного транспорта и личного автомобиля. Кроме того, респондентам, не пользующимся общественным транспортом, было предложено выбрать стимулирующие и ограничительные меры, которые бы способствовали их отказу от поездок на автомобиле в пользу общественного транспорта.

В опросе приняли участие 580 чел. из Санкт-Петербурга. 306 участников опроса (53%) – женщины и 274 (47%) – мужчины. Выборка по гендерному составу в целом соответствует гендерной структуре населения Санкт-Петербурга, где 55 % составляют женщины и 45% – мужчины [11]. Распределение респондентов по полу и возрасту представлено на рис. 1.

Около 44% опрошенных имеют личный автомобиль.

Согласованность анкеты подтверждается достаточно высоким показателем альфы Кронбаха: 0,76 для вопросов с пятибалльной шкалой Лайкерта и 0,78 – для вопросов с трехбалльной шкалой.

Выбор средства передвижения

Важнейший элемент транспортного поведения – определение степени использования различных видов транспорта в поездках по городу. Респондентам было предложено ответить на два вопроса: о совмещении использования личного автомобиля с различными видами общественного транспорта и о предпочитаемых видах транспорта.

На рис. 2 представлено распределение респондентов по типу передвижения по городу. Почти половина из них (46%) пользуются исключительно общественным транспортом, чуть менее одной четверти (23%) – только автомоби-

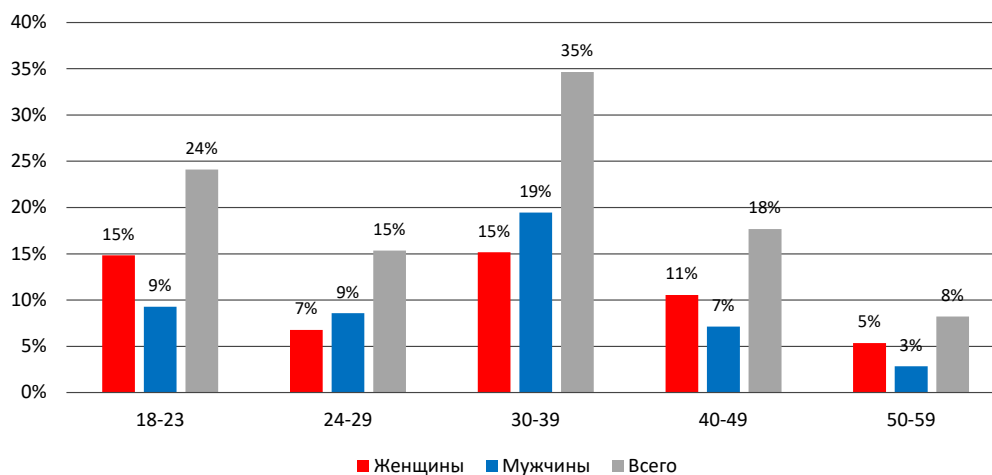


Рис. 1. Возрастно-половое распределение респондентов

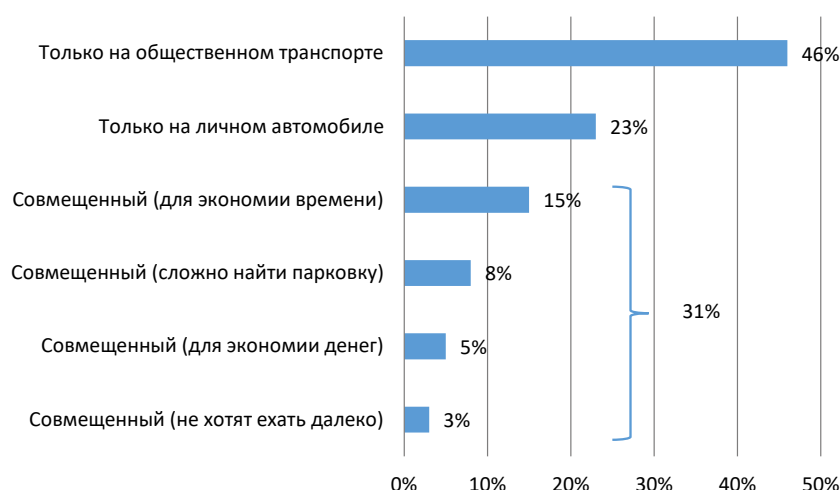


Рис. 2. Типы передвижения по Санкт-Петербургу и их популярность

лем и 31% совмещают эти способы. Главными причинами совмещенных поездок были названы экономия времени (15%) и трудности с поиском парковки (8%). Преобладание числа автовладельцев, совмещающих использование автомобиля с поездками на общественном транспорте, может говорить о готовности значительной их части в определенных условиях пересесть на общественный транспорт.

Была получена информация о предпочтительности различных видов транспорта (рис. 3): насколько привлекателен в существующих условиях тот или иной его вид. Респондентам было предложено выбрать от одного до трех вариантов ответа.

Наиболее предпочтительным видом транспорта в Санкт-Петербурге является метро, что

объясняется отсутствием пробок в подземных тоннелях, а также высокими скоростью и частотой движения. В его пользу высказались около 64% респондентов. На втором месте по предпочтительности стоит личный автомобиль (44%), лишь немного опережая такси (43%). Их популярность объясняется высоким уровнем комфорта и удобства пользования (от дверей до дверей). Далее следуют автобус (40%) и трамвай (32%). Средства индивидуальной мобильности, такие как велосипед или самокат, предпочитают 22% опрошенных, что говорит о большом потенциале их развития. Менее предпочтительными оказались троллейбус (21%), маршрутка (17), каршеринг (10), электричка (7) и пешая ходьба (5%). Из приведенных данных видно, что маршрутки – наименее привлекательны среди всех

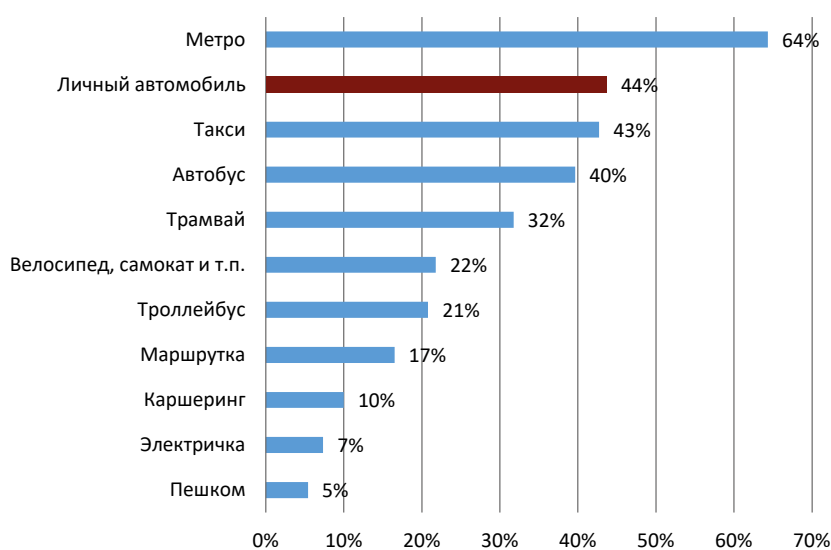


Рис. 3. Предпочтительность различных видов транспорта в Санкт-Петербурге

видов городского общественного транспорта. Низкий процент для электричек обусловлен их слабой интеграцией в городскую транспортную систему.

Предпочтительность того или иного вида транспорта обусловлена набором его характеристик (факторов поездки), таких как время в пути, удобство использования, безопасность, комфорт и др. Однако она не всегда совпадает с реальным использованием. Такси будет предпочтительнее других видов наземного транспорта ввиду высоких скорости и комфорта, однако в реальности горожане реже им пользуются из-за высокой цены. Таким образом, этот критерий показывает процент граждан, отметивших, что при равной стоимости поездки на все виды транспорта, они бы выбрали какие-то конкретные из них.

Определение значимости¹ каждого из факторов, влияющих на выбор средства передвижения (стоимость, время в пути, комфорт, удобство использования, безопасность и др.), позволяет объяснить использования конкретного вида транспорта.

Факторы поездки, влияющие на выбор средства передвижения

На рис. 4 приведен график значимости факторов выбора средства передвижения в Санкт-Петербурге. Время в пути – ключевой фактор для большинства населения (78% респондентов). Затем следует удобство использования (44%), подразумевающее отсутствие пересадок,

¹ Под значимостью факторов выбора средства передвижения в данном исследовании будет обозначаться процент респондентов, ответивших, что данный фактор значим для их выбора средства передвижения по городу.

поскольку они могут требовать дополнительных временных, финансовых и физических затрат [12]. Стоимость поездки важна только для 42% респондентов, про этом 76% опрошенных пользуются многоразовыми проездными билетами. Часть из них платит фиксированную сумму за определенное время использования (суточные, месячные билеты), т. е. не задумывается о количестве поездок. В то же время при выборе автомобиля горожане не принимают во внимание большую часть финансовых издержек, с ним связанных. При оценке стоимости поездки на автомобиле вне фокуса внимания остаются налог на владение, стоимость обслуживания, страховки и т. д., что составляет до 80% от полной стоимости поездки [5]. Комфорт и надежность в качестве значимых факторов указали 42 и 39% опрошенных соответственно. В меньшей степени горожанами ценится безопасность (23%). Кроме того, 19% респондентов сообщили, что их выбор определяется самим фактом владения автомобилем.

Эконометрический инструментарий позволяет оценить, могут ли на выбор опрошенных влиять несколько факторов одновременно. Иными словами, насколько часто респонденты, выбирающие время в пути в качестве значимого фактора, также будут обращать внимание на стоимость поездки, комфорт или наличие автомобиля. Для группирования факторов был применен анализ главных компонент (principal component analysis). В анкете респондентам было предложено отметить от одного до трех наиболее значимых факторов, влияющих на выбор средства передвижения, из семи предложенных. Эти семь факторов были включены в анализ в качестве переменных. Результаты представлены на рис. 5.

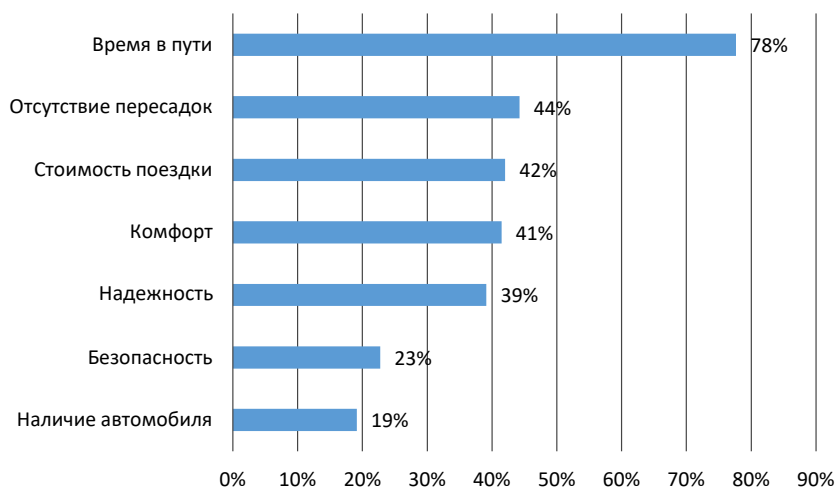


Рис. 4. Значимость факторов выбора средства передвижения в Санкт-Петербурге

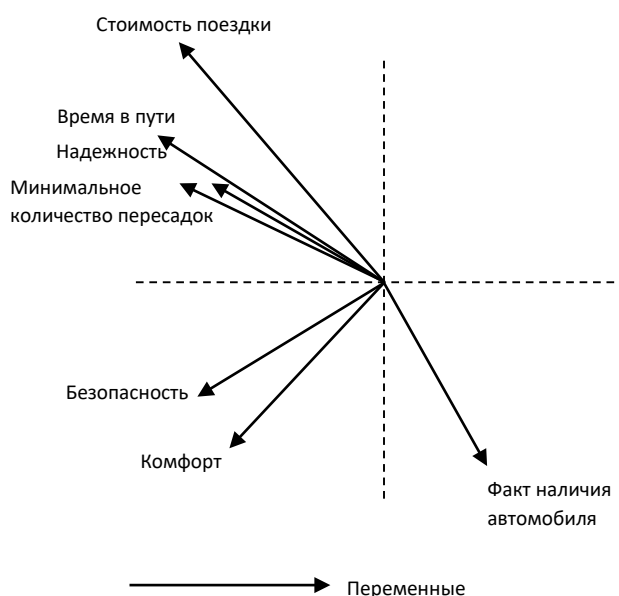


Рис. 5. Биplot факторов выбора средства передвижения в Санкт-Петербурге

Согласно биplotу, можно выделить три группы горожан в зависимости от типа транспортного поведения.

– Группа 1 – люди, чей выбор средства передвижения основывается на характеристиках инфраструктуры: стоимости, времени в пути, минимальном количестве пересадок и надежности.

– Группа 2 – горожане, для которых важны характеристики подвижного состава: безопасность и комфорт.

– Группа 3 – люди, выбор которых определяется наличием автомобиля.

Характеристики общественного транспорта и личного автомобиля, влияющие на выбор средства передвижения

Помимо общих факторов поездки (trip factors), при выборе средства передвижения имеют значение характеристики поездки как на общественном транспорте, так и на личном автомобиле. Каждому респонденту было предложено выбрать от одной до трех наиболее значимых из восьми предложенных. Ответы представлены на рис. 6, 7.

Для общественного транспорта наиболее значимой характеристикой стала скорость движения, ее отметили 68% опрошенных, второй – наличие и количество пересадок (50%). Затем следуют надежность (46%) и доступность остановочных пунктов (45%). Стоимость поездки оказалась только пятой по значимости, что также частично объясняется наличием у значительной части населения многоразовых проездных билетов. Доступность информации о расписании отметили чуть больше трети респондентов (35%). Менее значимыми оказались время работы (26%) и доступность информации о маршруте движения (23%). Причиной может быть то, что многие пассажиры регулярно ездят по одним и тем же маршрутам и не нуждаются в дополнительной информации о нем, кроме случаев изменений в движении. Таким образом, для повышения привлекательности общественного транспорта необходимо прежде всего повышать скорость его движения, следствием чего станет уменьшение времени в пути. Это достигается посредством ряда мер.

Для сокращения числа пересадок невозможно обеспечить прямой маршрут общественного транспорта из точки А в точку В для каждого



Рис. 6. Значимость характеристик поездки на общественном транспорте для жителей Санкт-Петербурга



Рис. 7. Значимость характеристик поездки на личном автомобиле в Санкт-Петербурге

пассажира. Однако можно предположить, что проблемой является не столько сама пересадка, сколько трудности, с ней сопряженные, тогда необходимо сделать этот процесс быстрым и удобным.

Оценка значимости характеристик поездки на личном автомобиле нужна для понимания того, за счет улучшения каких параметров общественного транспорта можно приблизить его привлекательность до уровня личного автомобиля. Необходимо понимать, что это касается не всех характеристик. Автомобиль, как правило, к дому находится ближе, чем остановка общественного транспорта, не нужно ждать его прибытия, он доступен на месте стоянки. Обе этих характеристики невозможны для общественного транспорта и делают автомобиль априори более удобным для использования, чем общественный транспорт.

Среди предложенных в опросе характеристик наибольшую значимость получила гибкость маршрута (44%). Далее следуют удобные сидения и возможности для удобной перевозки багажа, которые выбрали 32% респондентов. 31% указали на отсутствие незнакомых попутчиков, 29% выбрали время в пути. 20% респондентов считают поездку на автомобиле более безопасной, 15% выбирают комфортную температуру в салоне и 11% назвали более низкую стоимость поездки.

Базовые характеристики поездки – стоимость и время в пути – занимают разное положение в иерархии значимости характеристик автомобиля и общественного транспорта. Время в пути – ключевая характеристика общественного транспорта, для автомобиля оно занимает лишь пятое место. То есть скорость передвижения – более значимая характеристика для общественного транспорта. Ее повышение и, как

следствие, уменьшение времени поездки делает общественный транспорт более привлекательным по сравнению с автомобилем.

Факторы удобства использования (гибкость маршрута, перевозка багажа) и комфорта (удобные сидения, отсутствие попутчиков) при поездке на автомобиле оказываются более значимыми.

Удовлетворенность качеством работы общественного транспорта

Отдельно был проведен анализ степени удовлетворенности горожан различными характеристиками общественного транспорта.

На вопрос «Удовлетворены ли Вы в целом работой общественного транспорта в Санкт-Петербурге?» более половины респондентов ответили положительно (рис. 8). При ответе на вопрос «Согласны ли Вы с утверждением, что время ожидания общественного транспорта достаточно короткое и проходит в комфортной обстановке?» 72% выразили неудовлетворенность, одна четверть опрошенных отметила «совершенную неудовлетворенность» (рис. 9).

Таким образом, улучшение условий ожидания общественного транспорта и следование расписанию могут значительно повысить его привлекательность для горожан и привести к росту пассажиропотока. Для реализации подобных инициатив необходим комплексный подход, который бы включал расширение зон приоритетного движения общественного транспорта и реконструкцию остановочной инфраструктуры.

Меры транспортной политики, направленные на повышение использования общественного транспорта

В соответствии с результатами анализа главных компонент стимулирующие меры транс-

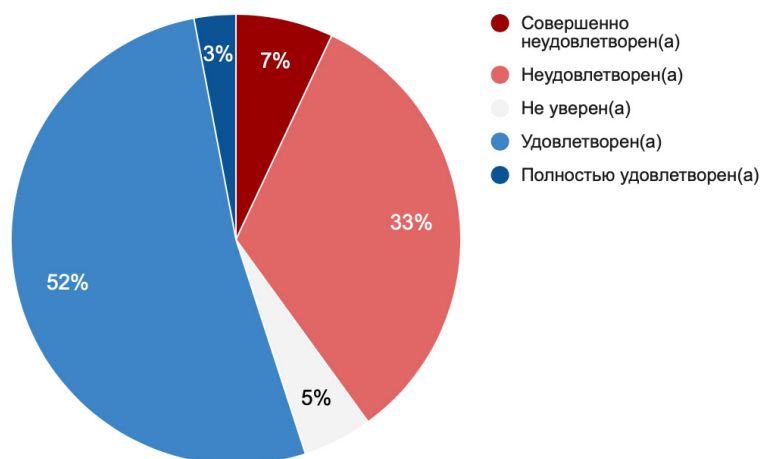


Рис. 8. Степень удовлетворенности общественным транспортом в Санкт-Петербурге



Рис. 9. Степень удовлетворенности временем ожидания общественного транспорта и остановочной инфраструктурой в Санкт-Петербурге

портной политики были разделены на две категории (рис. 10): улучшающие характеристики инфраструктуры маршрутной сети (светло-серым цветом) и улучшающие характеристики подвижного состава (темно-серым). Каждой мере соответствует процент автомобилистов, отметивших, что эти усилия могут повлиять на их выбор в пользу общественного транспорта.

Наиболее важной характеристикой оказалась заполненность салона общественного транспорта (49,1%)¹. Вторым по значимости стало наличие прямого маршрута, время в поездке на котором было бы не больше, чем на автомобиле (44,0%). Для 39,4% важным оказался по-

казатель чистоты в салоне, столько же отметили, что отказаться от поездок на автомобиле их заставило бы уменьшение стоимости проезда в общественном транспорте. Увеличение скорости движения и расширение маршрутной сети могли бы убедить 37,7 и 37,1 % респондентов-автомобилистов соответственно. Меньший эффект могли бы возыметь удобные сидения (31,4%) и комфортная температура в салоне (29,1), улучшение показателя безопасности (28,0), вежливости обслуживания (25,7), введение повсеместной возможности оплаты по банковской карте (24,6%). Среди наименее эффективных факторов оказались: наличие прямого маршрута от точки А до точки Б, длительность прохождения которого оказалась бы больше, чем на автомобиле (20,0%), увеличение числа перехватываю-

¹ Опрос проводился в ноябре 2020 г., в период пандемии Covid-19, что могло повлиять на результаты.



Рис. 10. Эффективность стимулирующих мер для автомобилистов при выборе общественного транспорта

щих парковок (16,0) и наличие бесплатного Wi-Fi (11,4,0%).

Значительное расхождение между прямым маршрутом с одинаковым временем в пути, как у автомобиля, и прямым маршрутом, время в пути на котором было бы дольше, подтверждает аргумент о том, что скорость движения – конкурентная характеристика общественного транспорта. В то же время создание беспересадочных маршрутов для всех пассажиров невозможно. Проблема неудобства пересадок решается созданием новой инфраструктуры: больших пересадочных хабов, одновременных остановок нескольких единиц. Подобные комплексные (системные) меры раскрыты в виде соответствующих им простых (осуществимых) мер на рис. 11.

Например, вместительный современный низкопольный подвижной состав способен обеспечить как снижение наполняемости салона (за счет большей площади), так и увеличение скорости движения, поскольку на входе и выходе отсутствует барьер в виде ступенек. Повышение

скорости перемещения на общественном транспорте обеспечивается за счет выделенных полос и приоритета движения, удобных пересадочных станций и интегрированного расписания. В Санкт-Петербурге крайне слабо задействован потенциал городских электричек, которые априори имеют выделенные полосы (ROW-A). Их развитие и интеграция в систему городского общественного транспорта создали бы альтернативу дорогостоящему строительству новых линий метрополитена. Мерой, которая бы существенно повысила привлекательность общественного транспорта для горожан, не пользующихся временными многократными проездными билетами, стало бы введение одноразовых временных билетов с бесплатной пересадкой. Принцип «один билет = одна поездка» – ключевой для создания удобной системы пересадок.

Среди мер, направленных на снижение стоимости поездки, можно отметить введение бесплатного проезда или компенсацию на проезд в общественном транспорте со стороны созна-



Рис. 11. Меры по повышению привлекательности общественного транспорта

тельного работодателя (при их сотрудничестве с организатором перевозок). Однако бесплатный проезд в общественном транспорте – противоречивая и ныне горячо обсуждаемая мера – был уже введен в ряде городов, например в Таллине. В результате количество поездок в общественном транспорте выросло слабо при значительно увеличившейся нагрузке на городской бюджет [13].

Повышение уровня безопасности достигается за счет модернизации освещения, а также распространения системы видеонаблюдения и тревожных кнопок на остановках и в салоне общественного транспорта.

Исследования показывают, что стимулирующие меры, направленные на повышение привлекательности общественного транспорта, наиболее эффективны в связке с ограничительными, нацеленными на сокращение привлекательности использования личного автомобиля для поездок по городу [14]. На рис. 12 представлены результаты оценки значимости ограничительных мер: респондентам было предложено выбрать три из представленных, которые могли бы повлиять на их решение отказаться от использования личного автомобиля в поездках по городу.

Наиболее действенной мерой оказалось ограничение на въезд личного автомобиля в центр

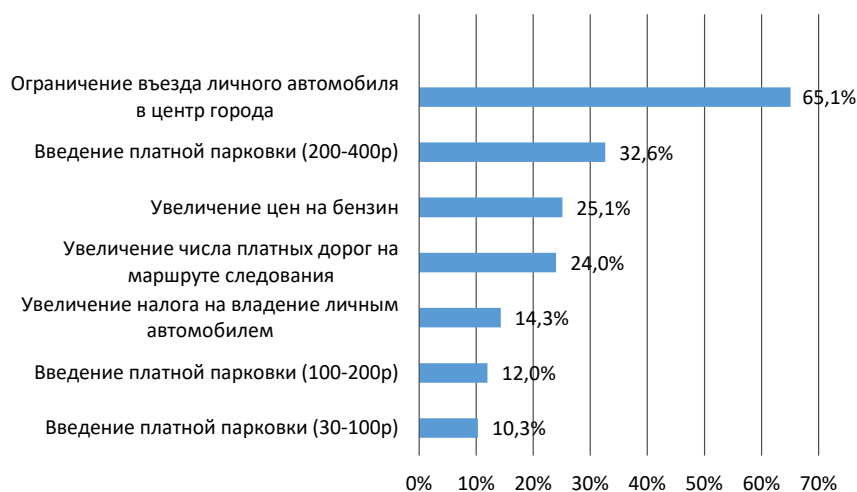


Рис. 12. Эффективность ограничительных мер для автомобилистов при отказе от автомобиля

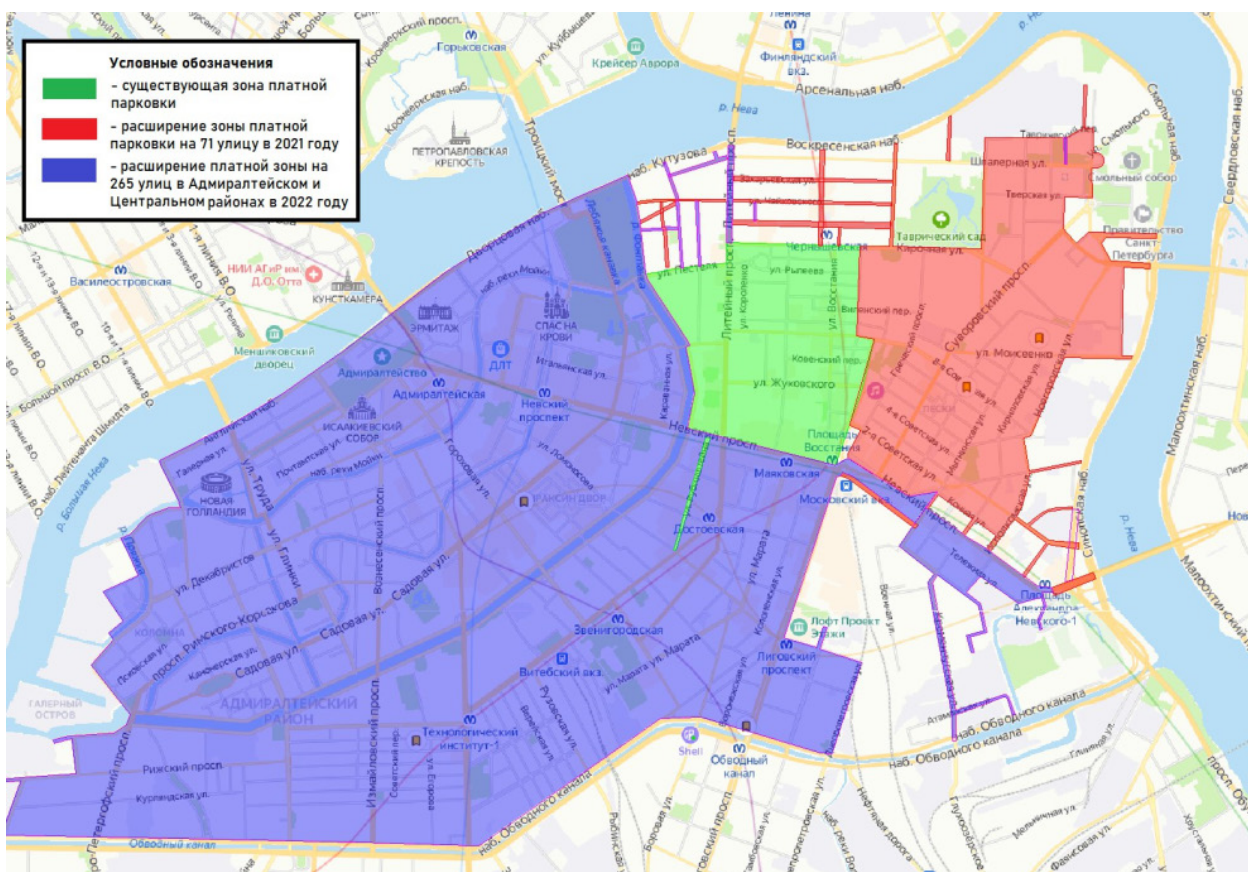


Рис. 13. Существующая зона платной парковки в Санкт-Петербурге и ее планируемые расширения в 2021–2022 гг. [15]

города (65,1%). Рост цен на автомобильное топливо (25,1%), увеличение числа платных дорог на маршруте следования (24,0) и повышение налога на владение личным автомобилем (14,3%) также способствуют сокращению использования личного автомобиля. Однако цены на топливо и транспортный налог находятся вне компетенции городских властей.

Расширение зоны платной парковки способно переключить от 10,3 до 32,6% автомобилистов на поездку на общественном транспорте. Почти 90,0% автомобилистов готовы платить до 100 руб. и даже до 200 руб. в час за парковку. При увеличении ценового диапазона до 200–400 руб. 32,6% водителей переседут на общественный транспорт.

В настоящий момент зона платной парковки в Санкт-Петербурге ограничена небольшим участком в центре города, стоимость которой для легкового автомобиля в дневные часы составляет 60 руб. в час. В 2021–2022 гг. городская администрация планирует существенно увеличить зону парковки (рис. 13). Нахождение оптимального уровня цен, который бы позволил, с одной стороны, привлечь достаточное коли-

чество автомобилистов к использованию общественного транспорта, а с другой – не вызвал бы недовольства, – одна из задач, стоящих перед городскими властями.

Заключение

Таким образом, последовательное решение проблем развития городской транспортной системы невозможно без изучения транспортного поведения горожан. Информация о факторах выбора средства передвижения и об эффекте тех или иных транспортных мер имеет большое значение для прогнозирования результата и общего повышения качества транспортной политики.

Результатами эмпирического исследования стали выстраивание иерархии факторов выбора средства передвижения в Санкт-Петербурге и их группирование в зависимости от того, являются ли они характеристиками инфраструктуры или подвижного состава. Было установлено, что одни и те же характеристики поездки занимают различные места в иерархии для общественного транспорта и для автомобиля. В ходе изучения удовлетворенности общественным транс-

портом было обнаружено, что жители Санкт-Петербурга недовольны временем его ожидания и состоянием остановочной инфраструктуры. Респонденты, пользующиеся в поездках по городу только автомобилем, были опрошены на предмет того, какие стимулирующие и ограничительные меры транспортной политики заставят их пересесть на общественный транспорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика: Автомобилизация России // Руксперт: патриотическая энциклопедия о России и мире. URL: https://ruxpert.ru/Статистика:Автомобилизация_России (дата обращения: 03.07.2021).
2. St. Petersburg traffic // TomTom. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/saint-petersburg-traffic/ (дата обращения: 13.04.2021).
3. Horni A., Nagel K., Axhausen K. W. The Multi-Agent Transport Simulation Title of Book: The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. L.: Ubiquity Press, 2016. 620 p.
4. О бюджете Санкт-Петербурга на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов: Закон Санкт-Петербурга (с изм. на 11 дек. 2020 г.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/563882215> (дата обращения: 07.05.2021).
5. Вучик В. Транспорт в городах, удобных для жизни. М.: Routledge, 2011. 413 с.
6. Mogridge M. Travel in Towns: Jam yesterday, jam today and jam tomorrow? Palgrave Macmillan UK, 1990. 308 p.
7. 12 принципов транспортной реформы // Организатор перевозок: офиц. сайт. URL: <http://orgp.spb.ru/tr-2020/12-принципов-транспортной-реформы/> (дата обращения: 21.04.2021).
8. О государственной программе Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга» (с изм. на 25 дек. 2020 г.) // Законодательное собрание Санкт-Петербурга: офиц. сайт. URL: <http://www.assembly.spb.ru/ndoc/doc/0/822403631?print=0> (дата обращения: 18.05.2021).
9. Wardman M., Chintakayala P., Jong G., Ferrer D. European wide meta-analysis of values of travel time. Final report to the European investment bank. May 2012. Leeds: University of Leeds, 2012. 56 p.
10. Batty P., Palacin R., González-gil A. Challenges and opportunities in developing urban modal shift // Travel Behaviour and Society. 2015. Vol. 2 (2), P. 109–123.
11. Возрастно-половой состав населения Санкт-Петербурга на 1 января 2019 г. / Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области

(ПЕТРОСТАТ). URL: <https://petrostat.gks.ru/storage/mediabank/Возраст-пол%20на%20СПб%202019.pdf> (дата обращения: 08.07.2021).

12. Ha J., Lee S., Ko J. Unraveling the impact of travel time, cost, and transit burdens on commute mode choice for different income and age groups // Transportation Research. Part A: Policy and Practice. 2020. Vol. 141. P. 147–166.
13. Kęblowski W. Why (not) abolish fares? Exploring the global geography of fare-free public transport // Transportation. 2020. Vol. 47 (6). P. 2807–2835.
14. Wicki M., Fesenfeld L., Bernauer T. In search of politically feasible policy-packages for sustainable passenger transport: Insights from choice experiments in China, Germany, and the USA // Environmental Research Letters. 2019. Vol. 14 (8). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab30a2> (дата обращения: 03.06.2021).
15. Заключен контракт на проектирование расширения зоны платной парковки // Администрация Санкт-Петербурга: офиц. сайт. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/215208/ (дата обращения: 08.07.2021).

REFERENCES

1. Statistika: Avtomobilizacija Rossii. Rukspert: patrioticheskaja jenciklopedija o Rossii i mire. Available at: https://ruxpert.ru/Statistika:Avtomobilizacija_Rossii (accessed: 03.07.2021). (In Russ.)
2. St. Petersburg traffic. TomTom. Available at: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/saint-petersburg-traffic/ (accessed: 13.04.2021).
3. Horni A., Nagel K., Axhausen K. W. The Multi-Agent Transport Simulation Title of Book: The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. London: Ubiquity Press, 2016. 620 p.
4. O bjudzhetе Sankt-Peterburga na 2020 god i na planovyj period 2021 i 2022 godov: Zakon Sankt-Peterburga (s izmenenijami na 11 dekabrya 2020 goda). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/563882215> (accessed: 07.05.2021). (In Russ.)
5. Vuchik V. Transport v gorodah, udobnyh dlja zhizni. Moskva: Routledge, 2011. 413 s. (In Russ.)
6. Mogridge M. Travel in Towns: Jam yesterday, jam today and jam tomorrow? Palgrave Macmillan UK, 1990. 308 p.
7. 12 principov transportnoj reform. Organizator perevozok: ofic. sajт. Available at: <http://orgp.spb.ru/tr-2020/12-principov-transportnoj-reformy/> (accessed: 21.04.2021). (In Russ.)
8. O gosudarstvennoj programme Sankt-Peterburga «Razvitie transportnoj sistemy Sankt-Peterburga» (s izm. na 25 dek. 2020 g.). Zakonodatel'noe sobranie

- Sankt-Peterburga: oficial'nyj sajt. Available at: <http://www.assembly.spb.ru/ndoc/doc/0/822403631?print=0> (accessed: 18.05.2021). (In Russ.)
9. **Wardman M., Chintakayala P., Jong G., Ferrer D.** European wide meta-analysis of values of travel time. Final report to the European investment bank. May 2012. Leeds: University of Leeds, 2012. 56 p.
 10. **Batty P., Palacin R., González-gil A.** Challenges and opportunities in developing urban modal shift. *Travel Behaviour and Society*. 2015;(2(2)):109–123.
 11. **Vozrastno-polovoj sostav naselenija Sankt-Peterburga na 1 janvarja 2019 g. / Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po gorodu Sankt-Peterburgu i Leningradskoj oblasti (PETROSTAT).** Available at: <https://petrostat.gks.ru/storage/mediabank/Vozrast-pol%20nas%20SPb%202019.pdf> (accessed: 08.07.2021).
 12. **Ha J., Lee S., Ko J.** Unraveling the impact of travel time, cost, and transit burdens on commute mode choice for different income and age groups. *Transportation Research. Part A: Policy and Practice*. 2020;(141):147–166.
 13. **Kęblowski W.** Why (not) abolish fares? Exploring the global geography of fare-free public transport. *Transportation*. 2020;(47(6)):2807–2835.
 14. **Wicki M., Fesenfeld L., Bernauer T.** In search of politically feasible policy-packages for sustainable passenger transport: Insights from choice experiments in China, Germany, and the USA. *Environmental Research Letters*. 2019;(14(8)). Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab30a2> (accessed: 03.06.2021).
 15. **Zaključen kontrakt na projektovanje rasshirenija zony platnoj parkovki. Administracija Sankt-Peterburga: oficial'nyj sajt.** Available at: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/215208/ (accessed: 08.07.2021). (In Russ.)

УДК 332.1:502.5

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-136-144

Александра Игоревна Радушинская*

кандидат экономических наук, доцент

Михаил Алексеевич Камнев*

магистрант

*Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, Россия

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ И АГЛОМЕРАЦИЙ НА ПРИНЦИПАХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ

Аннотация. Представлен анализ политики городского пространственного развития, основанной на эколого-социальных и эколого-экономических принципах. Выделяются пять ключевых, с точки зрения современных урбанистических подходов, взаимосвязанных направлений городской политики: мобильность, ресурсная политика, гражданское участие, создание городских сообществ и ревитализация. По данным направлениям на примере российских городов и агломераций определены актуальные проблемы городского планирования и строительства, преобладающие тенденции, а также механизмы, используемые для преодоления проблем. По итогу изучения обозначенных направлений был сделан вывод о необходимости учета современных урбанистических трендов для решения комплекса градостроительных проблем, присущих городам России, и переориентации городской политики на принципы устойчивого развития.

Ключевые слова: городское пространственное развитие, городское планирование, экономика, урбанистика, формирование сообществ, экологический и социальный баланс.

Aleksandra I. Radushinskaya*

PhD in Economic Sciences, Associate Professor

Mikhail A. Kamnev*

Postgraduate Student

*St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russia

URBAN SPATIAL DEVELOPMENT BASED ON ECOLOGICAL-ECONOMIC AND SOCIAL-ECOLOGICAL PRINCIPLES

Abstract. The article presents an analysis of urban spatial development based on ecological-economic and social-ecological principles. The authors define five key areas of urban development: mobility, resources, civil participation, urban communities and revitalization. The authors study Russian cases of urban policies in these areas and identify relevant issues, trends and practices that are used for problem-solving. In conclusion, the authors determine the relevance of modern urban studies approaches in policy planning because the ecological-economic and social-ecological factors that are taken into account by those approaches are essential in resolving the mistakes of urban planning and building sustainable cities.

Keywords: urban spatial development, urban planning, economy, urban studies, community formation, ecological and social balance.

Введение

Современная урбанистика уделяет большое внимание гармоничному сочетанию городской и природной сред. Существует ряд направлений, идеи которых базируются на экологическом оздоровлении городов, – биологический, экологический, ландшафтный урбанизм. Они получили широкое признание по всему миру, и сегодня повышение роли экологической повестки – один

из основных трендов в городской политике. Это в целом согласуется с тенденциями последних десятилетий, когда активно развивалась и получала распространение концепция устойчивого развития. Осознание необходимости защиты окружающей среды, климата, разумного использования природных ресурсов зафиксировано в международных договорах, государственных законах и городских планах. Одна из принятых в 2015 г. целей устойчивого развития

ООН – обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов – задает направление, в котором должен развиваться современный город на пути к достижению эколого-экономической и эколого-социальной сбалансированности.

К сожалению, далеко не всегда городские власти осознанно относятся к экологической проблематике либо сталкиваются с необходимостью исправлять многочисленные ошибки планирования, допущенные в прошлом. Города, особенно крупные, часто представляют собой опасную, враждебную среду, в которой человек вынужден жить в условиях постоянного стресса, вредной для здоровья обстановки, оторванный от природы. Особенно остро данная проблема выглядит на фоне того, что большая часть населения Земли проживает в городах и процесс урбанизации продолжается. Безусловно, продуманная городская политика должна ставить цель минимизировать негативные эффекты, производимые городом как для человека, так и для природы.

Проблемы пространственного развития городов в соответствии с экологическими принципами изучаются в архитектуре и урбанистике. Среди зарубежных авторов можно выделить Никоса Салингароса, одного из наиболее известных представителей биоурбанистики. Он автор множества работ по архитектуре, выдвигает идеи гармоничного вписывания человеческих поселений в природную среду [1], осуществления застройки на принципах биологического оздоровления и снижения вредного воздействия городской среды на здоровье человека [2], развития архитектуры в направлении устойчивого развития [3]. В книге испанского архитектора Мигеля Руано, который первым ввел понятие «экоурбанизм», представлен анализ опыта внедрения экологических практик в городское планирование на примере 60 кейсов городских проектов [4]. Данное направление получило особенно широкое развитие и признание. В дальнейшем идею экологического урбанизма развивали Мостафави [5], Доэрти [6], которые написали крупнейшую монографию по данному направлению. Ходсон и Марвин [7], рассматривали проблемы взаимодействия экологии и урбанистики в эру антропоцена. Капротти анализировал процесс реализации экологических городских проектов [8]. В работах Вальдхайма [9] и других авторов [10] отражены идеи еще одного современного течения – ландшафтного урбанизма, представляющего новый взгляд на проектирование городских пространств без уничтожения уникального ландшафта территории и существующих в гармонии с ним.

Исследования экологической проблематики в урбанистике распространяются и в отечественной науке. Ряд авторов изучают теоретические и практические [11–13] аспекты ландшафтного урбанизма. В статье Садковской систематизируется опыт внедрения практик экоурбанизма в городскую политику [14]. Некоторые авторы обращаются к возможности сочетания элементов экологического и ландшафтного урбанизма [15]. Работа Герцберг посвящена эколого-экономической гармонизации городов [16].

Направления устойчивой городской политики

Город представляет собой совокупность многочисленных взаимосвязанных систем, поэтому городская политика, осуществляемая по множеству различных направлений, для достижения успехов в создании условий устойчивости и комфорта среды должна быть объединена общей стратегией. С целью исследования экологических и социальных векторов пространственного развития города мы выделяем пять направлений городского планирования: мобильность, ресурсную политику, обеспечение гражданского участия, создание условий для формирования городских сообществ, ревитализацию. За основу было взято разделение, предложенное одним из основоположников экологического урбанизма Мигелем Руано [4], некоторые из выделяемых им направлений были объединены с учетом произошедшего с момента выпуска его работы прогресса в области информационно-коммуникационных технологий, а также с учетом специфики российского градостроительства, которому было уделено наибольшее внимание. Все выделенные направления обладают экономической, социальной и экологической значимостью, являются взаимозависимыми, играют определяющую роль в создании облика города, формировании городской экосистемы.

Мобильность

Проблема мобильности – одна из ключевых в городском планировании. Она актуальна как для крупных агломераций, так и для малых и средних городов. Возможность быстрого и безопасного перемещения внутри города, а также между городскими районами и пригородами – важный фактор, влияющий на производительность труда [17, с. 77]. Кроме того, это один из определяющих факторов комфорта и безопасности городской среды, социального благополучия и удовлетворенности населения полити-

кой городских властей. Наконец, транспортные системы в значительной мере влияют на экологическую ситуацию в городе, в связи с чем при формировании транспортной политики важно учитывать меры по снижению ущерба окружающей среде, уделять внимание развитию пешеходной и велосипедной инфраструктуры.

К сожалению, в российских реалиях городская транспортная политика, за редкими исключениями, остается крайне неэффективной. Это продиктовано комплексом экономических, социальных и иных проблем, недостатком системности при планировании, игнорированием экологических факторов.

Одно из ключевых направлений в решении проблемы мобильности в устойчивом городе – создание развитой системы общественного транспорта, с одной стороны, удовлетворяющей запросам горожан по скорости и комфорту перемещения, с другой – не наносящей ущерб городской среде и экологической обстановке. Наиболее устойчивыми и экологичными считаются электрические виды транспорта – троллейбус, трамвай и метрополитен. В советский период в большинстве крупных городов были выстроены развитые транспортные системы, в том числе активно развивались сети электрического транспорта. В Санкт-Петербурге еще в 1995 г. насчитывалось 305 км трамвайных путей, система считалась наиболее протяженной в мире, а подвижной состав насчитывал 1772 единицы [18]. К 1991 г. в шести городах РСФСР были открыты метрополитены. В большинстве областных центров действовало троллейбусное движение. Однако в постсоветский период позитивная тенденция к развитию электротранспорта в России не сохранилась. Только в Казани в 2005 г. открылся новый метрополитен, в других городах, где действует этот вид общественного транспорта, за исключением Москвы, развитие систем происходит крайне медленными темпами. Трамвайные системы в большинстве городов были сокращены, а некоторые полностью закрыты. Троллейбус за последние десятилетия также прекратил движение во многих городах.

В начале 1990-х гг. городские власти столкнулись с нехваткой ресурсов на обслуживание систем электрического транспорта, из-за чего инфраструктура и подвижной состав постепенно стали приходить в негодность. На фоне стремительной автомобилизации (в 1990 г. на 1000 жителей России приходилось 58,5 собственных легковых автомобилей, в 1995-м – 92,3, к 2000 г. – уже 130,5) [19], начавшейся в данный период, изношенные системы общественного транспорта стали утрачивать ключевую роль

в осуществлении мобильности внутри города. Упадок промышленности и закрытие большого числа предприятий привели к потере значимости части маршрутов, построенных в советское время для обеспечения связи спальных и промышленных районов. Эти обстоятельства привели к постепенному исключению статей о развитии систем электротранспорта из городского планирования, демонтажу трамвайной инфраструктуры в угоду расширения автомобильных дорог, распространению более мобильных, но гораздо менее комфортных, безопасных и экологических видов общественного транспорта, таких как маршрутное такси. В результате этих действий общественный транспорт в большинстве городов, как крупных, так и средних и малых, пришел в упадок, обострилась проблема дорожных заторов, затрудненности парковки, повысился уровень загрязнения воздуха и шума, возникли инфраструктурные разрывы в новых районах городов. Позитивным сдвигом в данном направлении было строительство на основе государственно-частного партнерства трамвайной системы «Чижик» в Санкт-Петербурге, показавшей отличные результаты в повышении скорости перемещения и комфорта пассажиров. Ежедневный пассажиропоток на реконструированных линиях повысился с 47000 до 90000 чел., а средняя скорость движения по маршрутам увеличилась с 13 до 25 км/ч [20]. Городские власти планируют продолжить успешную практику: на ближайшие годы назначено создание трамвайной линии между районами Купчино и Славянка, также с применением ГЧП.

Важно уделить внимание проблеме автомобилизации и ее последствий для городской среды. По данным агентства «Автостат», на 1000 жителей России в 2020 г. приходилось 309 легковых автомобилей [21]. Это свидетельствует об укоренении данного вида транспорта в качестве основного средства мобильности в нашей стране. На протяжении последних десятилетий, в ходе которых автомобилизация приобрела высочайшие темпы, пространственное развитие городов оказалось подчинено обеспечению инфраструктурой постоянно расширяющегося парка автомобилей. Это проявилось в расширении дорог, находящихся в черте городов, сокращении пешеходных пространств, выделении больших участков городской земли под парковки. Один легковой автомобиль требует около 25 кв. м площади для подъезда и парковки, что, учитывая уже существующий переизбыток личного автотранспорта, приводит к отчуждению большей доли городской земли от использования пешеходами [22, с. 10]. Это особен-

но очевидно проявляется в районах плотной жилой застройки, где пешеходная мобильность оказывается в значительной мере затруднена и начинает нести опасность для человека. Опасность, которую представляет переизбыток автотранспорта, отражает и статистика смертности в результате ДТП на 100000 населения: в 2018 г., по данным ВОЗ, Россия заняла 72-е место в мире с показателем 18 [23]. Очевидно, что подобное положение дел создает комплекс экологических и социальных проблем. Важно, чтобы городская политика была направлена на преодоление уже сделанных ошибок при планировании и не допускала усугубления их последствий. Необходимо направить усилия на освобождение городских районов, выполняющих рекреационные и досуговые функции, от интенсивного автомобильного движения, не допускать стихийной застройки районов без запланированной инфраструктуры. Создание системы платных парковок – одна из мер по снижению автомобильного трафика, уже несколько лет применяемая в Москве и других крупных городах России. Она позволяет сократить число нарушений правил дорожного движения, разгрузить часть городских улиц, упростить парковку для жителей районов. Более радикальной мерой может служить закрытие исторического центра города для проезда личного автотранспорта. Данная практика применяется в ряде крупных городов мира, однако в России до сих пор не получила распространения.

Проблемой, актуальной преимущественно для крупных агломераций, стала мобильность между центром агломерации и населенными пунктами, находящимися в ее черте. Внутри подобных территориальных образований наблюдается явление, называемое маятниковой миграцией, когда население периферийных районов постоянно перемещается в центр для работы и проведения досуга. При отсутствии развитой системы пригородного общественного транспорта оно становится причиной дорожных заторов как на городских въездах и выездах, так и внутри районов города, так как автомобильные маршруты пролегают через них. В Москве данная проблема решена путем строительства МЦД – линий пригородных поездов, проходящих через городские районы и соединяющих прилегающие к городу с различных окраин населенные пункты между собой.

Ресурсная политика

Промышленная и ресурсная политика – один из основополагающих механизмов управления эколого-экономической системой [24,

с. 26]. Город функционирует как единый организм, и каждая его система нуждается в обеспечении ресурсами. Прежде всего важно обратить внимание на энергоснабжение, которого требуют транспорт, промышленные объекты, хозяйственные, коммерческие и жилые постройки.

Вместе с концепцией устойчивого развития по всему миру быстро распространяется идея о необходимости повышать энергетическую эффективность, сокращать использование ископаемых ресурсов в пользу альтернативных и возобновляемых источников энергии. Данные тенденции не обходят стороной и Россию. В документах стратегического планирования обозначаются планы по снижению энергоемкости промышленности, предлагаются меры по энергосбережению [25]. Постепенно разворачивается производство отечественных технических средств для преобразования энергии солнца и ветра в электричество. И все же данные процессы идут медленно, развитие зеленой энергетики в России находится на начальном этапе. Традиционные энергоносители остаются значительно дешевле альтернативных, то же можно сказать и о строительстве и эксплуатации электростанций. Среди возобновляемых источников энергии в России наибольшее развитие получила гидроэнергетика, на долю которой в 2018 г. приходилось около 20% установленной генерирующей мощности среди различных технологий генерации [26]. При этом на энергию солнца, ветра и других альтернативных источников в сумме приходилось менее 1%, а основной объем мощности производили природный газ (48%) и уголь (18%) [26]. Угольные ТЭЦ, активно строившиеся во второй половине XX в. в СССР для обеспечения городов электричеством и теплом, с течением времени стали переводиться на природный газ. Такой подход частично решает проблему энергоэффективности, тем не менее при его сжигании все же выделяется значительный объем опасных веществ. При этом на Урале, а особенно в Сибири и на Дальнем Востоке эти предприятия продолжают использовать уголь в качестве основного топлива. Располагаясь в черте городов, ТЭЦ оказываются одним из основных источников загрязнения воздуха углекислым газом и другими продуктами горения угля, кроме того утилизация золы является фактором загрязнения почв.

Еще одна актуальная проблема с точки зрения ресурсной политики – энергетическая эффективность зданий. В последние годы в России был принят ряд нормативных актов по данному направлению: Федеральный закон № 261 «Об энергосбережении» [27] и приказ Минстроя

[28], согласно которому зданиям присваивается класс энергоэффективности от наивысшего «А» до низшего «Е» в зависимости от фактического потребления энергии. С 2016 г. запрещается вводить в эксплуатацию здания с оценкой ниже «В+», информация о классе энергоэффективности помещается в энергетическом паспорте объекта и на фасаде зданий. Было установлено, что здания старого жилого фонда, особенно панельные дома, построенные во второй половине XX в., имеют низкую степень энергетической эффективности, в связи с конструктивными особенностями требуют значительно больших затрат энергии на отопление и вентиляцию. Как известно, типовая советская застройка формирует крупные районы большинства городов России, что ставит перед городскими властями вызовы по их обновлению и реконструкции. Важно контролировать дальнейшее строительство, не допускать халатности при проектировании, устанавливая перед застройщиками требования по соблюдению норм энергетической эффективности, используемым при строительстве материалам.

Гражданское участие

При создании комфортного и устойчивого города важно следовать идее о центральном положении человека в нем. Поэтому реализуемые в городе проекты должны соответствовать интересам его жителей. Планируя строительство крупных объектов, власти должны учитывать мнение горожан, собирать данные об их потребностях, проводить общественные обсуждения перед принятием решения. Важно создание площадок для гражданской инициативы в области благоустройства и совершенствования городской среды, обратной связи для оценки качества работы городских служб и создания заявок для оперативного реагирования на локальные проблемы территорий.

Распространены ситуации, когда власти принимают крупные градостроительные решения без должных предварительных обсуждений и консультаций с горожанами. Это неизбежно приводит к социальной напряженности, снижению доверия населения к руководству города. Примером служит кейс Екатеринбурга, где в 2019 г. было принято решение о строительстве храма на территории зеленой зоны в центре города. Последствием стали протесты, продлившиеся несколько месяцев, история вышла далеко за пределы города, широко освещалась в федеральных и зарубежных СМИ, свою позицию по ситуации озвучил президент В. В. Пу-

тин в ходе прямой линии. По его предложению, было проведено голосование среди жителей, по итогам которого строительство было отложено и выдвинуты альтернативные варианты расположения будущего храма. В этой ситуации очевидными стали недостатки механизма общественных слушаний, которые из-за неудобного времени проведения, недостаточной осведомленности населения не позволяют в полной мере сформировать представление об отношении населения к проектам. В настоящее время развитие информационных технологий позволяет совершенствовать данный процесс, вовлекая в процесс работы над решениями большее число горожан, развивая горизонтальные связи между городскими властями и гражданским обществом. Первые шаги в этом направлении уже предпринимаются. В апреле 2021 г. было запущено всероссийское голосование по выбору объектов благоустройства, которое было доступно как на специально созданном портале, так и через сайт «Госуслуги» для всех граждан, достигших возраста 14 лет [29].

Сфера, в которой внедрение цифровых технологий происходит достаточно успешно, – гражданское бюджетирование. Создание площадок, подобных петербургскому portalу «Твой бюджет», открывает новые возможности для гражданского участия в совершенствовании городской среды. Особенно актуально это в условиях огромной страны, где существует много административных уровней. Именно население обладает наибольшей информацией о проблемах территорий, поэтому включение граждан в бюджетный процесс и предоставление им возможности инициировать проекты позволяют не только улучшить качество городской среды, но и повысить эффективность городского управления [30]. Требуется проводить мероприятия по повышению грамотности населения в сфере бюджетирования, информировать о создании подобных площадок, знакомить пользователя с их функционалом.

Городские сообщества

Формирование местных сообществ также относится к факторам создания устойчивого города. Данная проблема обычно более актуальна для крупных городов и агломераций, где наблюдается упомянутое ранее явление маятниковой миграции. На окраинах таких городов, где проживают люди, работающие и проводящие досуг преимущественно в центральных районах, важно создавать комфортную среду и общественные пространства в свя-

зи с тем, что в противном случае жители теряют связь с районом, начинают рассматривать его как временное место жительства, не проявляют заинтересованности в жизни территории и ее развитии. К сожалению, часто можно наблюдать примеры, когда в стремлении извлечь выгоду от строительства максимально возможной жилой площади застройщики пренебрегают данным фактором. В долгосрочной перспективе с оттоком молодежи, не видящей перспектив к улучшению среды, и удешевлением недвижимости такие районы начинают заселяться неблагополучными слоями населения, в них обостряются социальные проблемы и напряженность.

Развитие новых электронных форматов коммуникации, в частности интернет-форумов, социальных сетей и мессенджеров, поспособствовало упрощению формирования местных сообществ. Такие площадки позволяют объединить большое количество жителей территории, ускорить распространение информации о проходящих мероприятиях, облегчить решение бытовых вопросов. Они позволяют гражданам становиться субъектами социального действия, чувствовать себя частью данной социальной системы, помогают реализовывать свои права и возможности в рамках территории [31]. Для муниципалитетов также важно развивать свое присутствие в социальных сетях, стимулируя создание горизонтальных связей власти и сообщества, и иметь прямую связь с активными жителями района.

Ревитализация

В ходе последних десятилетий крупные промышленные предприятия начали постепенно выносить за пределы городов. При этом значительные площади городских земель, на которых размещались производственные комплексы предприятий, остались в запустении. Одна из тенденций, прослеживаемая в современном градостроительстве, – реконструкция неиспользуемых территорий, придание им новых функций. Ревитализация позволяет городу эффективнее использовать имеющиеся в его распоряжении земельные ресурсы, сохранять исторический облик районов, при этом обновляя среду.

В последние годы ревитализация распространилась и в России. В Москве удачным примером служит преобразование комплекса фабрики «Красный октябрь» в общественное пространство. Сохранив в целостности памятник промышленной архитектуры, удалось открыть пространство для жителей, создать крупную

площадку для досуга и проведения мероприятий. В Санкт-Петербурге «серый пояс» занимает около 40% площади исторического центра [32], что открывает большие возможности в области ревитализации. В городе также уже реализовано несколько подобных проектов: лофт-квартал в Новой Голландии, креативное пространство «Севкабель Порт», лофт-проект «Этажи». Эти места оказали позитивное влияние на городскую среду, стали новыми городскими достопримечательностями.

Выводы

Современные глобальные тенденции по защите климата и окружающей среды, созданию устойчивых и экологичных поселений оказывают существенное влияние на приоритеты городского пространственного развития. Они постепенно внедряются и в отечественное городское планирование. По направлениям городской политики, которые были выделены и рассмотрены в статье, существует очевидный комплекс проблем, возникших в результате прошлых градостроительных ошибок, в связи с экономической ситуацией, географическими особенностями нашей страны и иными факторами. Для модернизации городской среды и поднятия качества жизни в российских городах важно учитывать новые направления, проводить комплексную работу по приведению городской политики в соответствие с эколого-социальными и эколого-экономическими принципами. Построение города вокруг потребностей человека, преодоление враждебности городской среды, создание условий для безопасного передвижения жителей по городской территории должны сочетаться с ответственным и экономным расходованием ресурсов и потреблением энергии, отказом от использования вредных для здоровья и окружающей среды видов топлива и материалов для строительства. Важны гармонизация природной и рукотворной среды внутри города, отказ от расширения городских границ за счет природных и сельскохозяйственных земель в пользу преобразования неиспользуемых или утративших прежнее значение территорий внутри городской черты при помощи инструментов ревитализации. В то же время должны быть запущены процессы по включению населения в городское планирование и контроль за городской политикой, создаваться площадки для формирования городских сообществ. Учет этих факторов – важный шаг на пути к созданию устойчивого города.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Mehaffy M., Salingaros N. A.** Design for a Living Planet: Settlement, Science, & the Human Future. Portland, Oregon: Sustasis Press, 2017. 236 p.
2. **Salingaros N. A.** The Biophilic Healing Index Predicts Effects of the Built Environment on Our Well-being // Journal of Biourbanism. 2019. Vol. 8 (1). P. 13–34.
3. **Salingaros N. A., Masden K. G.** Intelligence-Based Design: A Sustainable Foundation for Worldwide Architectural Education // Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research. 2008. Vol. 2, Iss. 1. P. 129–189.
4. **Ruano M.** Eco-Urbanism: Sustainable Human Settlements, 60 Case Studies. N. Y.: Watson-Guptill Pubns, 1998. 192 p.
5. **Mostafavi M.** Why Ecological Urbanism? Why Now? // Harvard Design Magazine. 2010. Vol. 32. P. 1–12.
6. **Mostafavi M., Doherty G.** Ecological Urbanism. Harvard: Lars Müller Publishers, 2010. 656 p.
7. **Hodson M., Marvin S.** Urbanism in the anthropocene: Ecological Urbanism or premium ecological enclaves? // City. Analysis of Urban Change, Theory, Action. 2010. Vol. 14, Iss. 3, P. 298–313.
8. **Caprotti F.** Eco-urbanism and the Eco-city, or, Denying the Right to the City? // Antipode. 2014. Vol. 46. Iss. 5. P. 1285–1303.
9. **Waldheim C.** The Landscape Urbanism Reader. N. Y.: Princeton Architectural Press, 2006. 295 p.
10. **Howard P., Thompson I., Waterton E., Atha M.** The Routledge companion to landscape studies. L.: Routledge, 2018. 650 p.
11. **Петрова З. К., Долгова В. О.** «Экологический урбанизм» как перспективное направление в теории и практике градостроительства // Градостроительство. 2017. № 6 (52). С. 57–64.
12. **Ярмош Т. С., Михайлова И. Д.** Ландшафтный урбанизм – новое направление современных концепций развития городского пространства на примере городов России // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. № 7. С. 72–80.
13. **Тюлькина А. В., Узлова Н. В.** Ландшафтный урбанизм как элемент экологической культуры и метод формирования экологического сознания // Культура и экология – основы устойчивого развития России. Зеленый мост через поколения. Часть 1: матер. Междунар. форума. Екатеринбург, 2019. С. 318–323.
14. **Садковская О. Е.** Технологии эко-урбанизма как ответ на последствия изменения климата // Урбанистика. 2018. № 2. С. 98–122.
15. **Разгулова А. М.** Актуальность понятий экологического и ландшафтного урбанизма в современном городе // Теория современного города: прошлое, настоящее и будущее: матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Екатеринбург, 2016. С. 150–152.
16. **Герцберг Л. Я.** Интеграция экономики и экологии для обеспечения эффективной экологической гармонизации городов // Градостроительство. 2020. №5 (69). С. 59–64.
17. **Воробьева И. Б.** Роль городского пассажирского транспорта в повышении мобильности граждан // Логистический потенциал Санкт-Петербурга в формировании инновационной экономики: сб. тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2016. С. 77–82.
18. Протяженность эксплуатационных трамвайных путей и наличие трамваев в городах Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b09_55/isswww.exe/stg/02-48.htm (дата обращения: 02.06.2021).
19. Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения // Федеральная служба государственной статистики офиц. сайт. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14p/isswww.exe/stg/d01/05-17.htm (дата обращения: 02.06.2021).
20. Стратегия устойчивого развития ТЭК // Чижик. URL: <http://chizhik-lrt.ru/document/Стратегия%20устойчивого%20развития%20ТЭК.pdf> (дата обращения: 03.06.2021).
21. Обеспеченность легковыми автомобилями в России // Автостат: аналитическое агентство. URL: <https://www.autostat.ru/news/46352/> (дата обращения: 04.06.2021).
22. **Камынина А. В.** Влияние автомобилизации крупных городов России на формирование городской среды // Наукосфера. 2019. № 5. С. 10–12.
23. Global Status Report on Road Safety 2018 // World Health Organization. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> (дата обращения: 04.06.2021).
24. **Злочевский И. А., Булетова Н. Е.** Промышленная политика как инструмент управления эколого-экономической системой города // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 19 (346). С. 22–28.
25. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» // Министерство энергетики Российской Федерации: офиц. сайт. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (дата обращения: 03.06.2021).
26. Возможности для солнечной энергетики в России // BSW Solar. URL: solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/Enabling_PV_Russia_RU.pdf (дата обращения: 04.06.2021).
27. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Феде-

- рации: Федеральный закон от 23 нояб. 2009 г. № 261-ФЗ. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102133970> (дата обращения: 05.06.2021).
28. Об утверждении правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов: Приказ от 6 июня 2016 г. № 399/пр // Контур. Норматив: справочно-правовой сервис. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=278092> (дата обращения: 05.06.2021).
29. Стартовало всероссийское голосование за объекты благоустройства на платформе za.gorodsreda.ru // Минстрой России: офиц. сайт. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/startovalo-vserossiyskoe-golosovanie-za-obekty-blagoustroystva-na-platfome-za-gorodsreda-ru/> (дата обращения: 05.06.2021).
30. **Барина Е. А., Когель А. С.** Теоретические основы структуры политических возможностей гражданского бюджетирования // Вопросы студенческой науки. 2018. № 12 (28). С. 259–263.
31. **Невеличко Л. Г.** Сетевая структура местного общества в решении межнациональных проблем муниципального образования // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2013. № 1 (12). С. 116–124.
32. **Гусева С. Е., Барян А. А.** Полифункциональный автокомплекс как уникальный инновационный элемент системной реконструкции «серого пояса» Санкт-Петербурга // Новые идеи нового века: матер. Междунар. науч. конф. ФАД ТОГУ. Хабаровск, 2019. Т. 2. С. 86–92.
7. **Hodson M., Marvin S.** Urbanism in the anthropocene: Ecological Urbanism or premium ecological enclaves? *City. Analysis of Urban Change, Theory, Action.* 2010;(14(3)):298–313.
8. **Caprotti F.** Eco-urbanism and the Eco-city, or, Denying the Right to the City? *Antipode.* 2014;(46(5)):1285–1303.
9. **Waldheim C.** *The Landscape Urbanism Reader.* New York: Princeton Architectural Press, 2006. 295 p.
10. **Howard P., Thompson I., Waterton E., Atha M.** *The Routledge companion to landscape studies.* London: Routledge, 2018. 650 p.
11. **Petrova Z. K., Dolgova V. O.** «Jekologicheskij urbanizm» kak perspektivnoe napravlenie v teorii i praktike gradostroitel'stva. *Gradostroitel'stvo.* 2017;(6(52)):57–64. (In Russ.)
12. **Yarmosh T. S., Mikhailova I. D.** Landshaftnyj urbanizm – novoe napravlenie sovremennykh koncepcij razvitija gorodskogo prostranstva na primere gorodov Rossii. *Vestnik BGTU im. V. G. Shuhova.* 2019;(7):72–80. (In Russ.)
13. **Tyul'kina A. V., Uzlova N. V.** Landshaftnyj urbanizm kak jelement jekologicheskoy kul'tury i metod formirovaniya jekologicheskogo soznaniya. *Kul'tura i jekologija – osnovy ustojchivogo razvitija Rossii. Zelenyj most cherez pokoleniya. Chast' 1: mater. Mezhdunar. foruma. Ekaterinburg, 2019:318–323.* (In Russ.)
14. **Sadkovskaya O. E.** Tehnologii jeko-urbanizma kak otvet na posledstvija izmenenija klimata. *Urbanistika.* 2018;(2):98–122. (In Russ.)
15. **Razgulova A. M.** Aktual'nost' ponjatij jekologicheskogo i landshaftnogo urbanizma v sovremennom gorode. *Teorija sovremennogo goroda: proshloe, nastojashhee i budushhee: materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Ekaterinburg, 2016:150–152.* (In Russ.)
16. **Gereberg L. Ya.** Integracija jekonomiki i jekologii dlja obespechenija jeffektivnoj jekologicheskoy garmonizacii gorodov. *Gradostroitel'stvo.* 2020;(5(69)):59–64. (In Russ.)
17. **Vorob'eva I. B.** Rol' gorodskogo passazhirskogo transporta v povyshenii mobil'nosti grazhdan. *Logisticheskij potencial Sankt-Peterburga v formirovanii innovacionnoj jekonomiki: sbornik tezisov dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Saint-Petersburg, 2016:77–82.* (In Russ.)
18. Protjazhennost' jekspluatacionnykh tramvajnykh putej i nalichie tramvaev v gorodah Rossijskoj Federacii. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki: oficial'nyj sajt.* Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/b09_55/isswww.exe/stg/02-48.htm (accessed: 02.06.2021). (In Russ.)
19. Chislo sobstvennykh legkovykh avtomobilej na 1000 chelovek naselenija // *Federal'naja sluzhba gos-*

- darstvennoj statistiki oficial'nyj sajt. Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14p/isswww.exe/stg/d01/05-17.htm (accessed: 02.06.2021). (In Russ.)
20. Strategija ustojchivogo razvitija TKK. Chizhik. Available at: <http://chizhik-lrt.ru/document/Strategija%20ustojchivogo%20razvitija%20TKK.pdf> (accessed: 03.06.2021). (In Russ.)
21. Obespechennost' legkovymi avtomobiljami v Rossii. Avtostat: analiticheskoe agentstvo. Available at: <https://www.autostat.ru/news/46352/> (accessed: 04.06.2021). (In Russ.)
22. Kamynina A. V. Vlijanie avtomobilizacii krupnyh gorodov Rossii na formirovanie gorodskoj sredy. Naukosfera. 2019;(5):10–12. (In Russ.)
23. Global Status Report on Road Safety 2018. World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> (accessed: 04.06.2021).
24. Zlochevskii I. A., Buletova N. E. Promyshlennaja politika kak instrument upravlenija jekologo-jekonomicheskoj sistemoj goroda. Regional'naja jekonomika: teorija i praktika. 2014;(19(346)):22–28. (In Russ.)
25. Gosudarstvennaja programma Rossijskoj Federacii «Razvitie jenergetiki». Ministerstvo jenergetiki Rossijskoj Federacii: oficial'nyj sajt. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (accessed: 03.06.2021). (In Russ.)
26. Vozmozhnosti dlja solnečnoj jenergetiki v Rossii. BSW Solar. Available at: solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/Enabling_PV_Russia_RU.pdf (accessed: 04.06.2021). (In Russ.)
27. Ob jenergosberezenii i o povyshenii jenergeticheskoi jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii: Federal'nyj zakon ot 23 nojabrja 2009 g. № 261-FZ. Available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102133970> (accessed: 05.06.2021). (In Russ.)
28. Ob utverzhdenii pravil opredelenija klassa jenergeticheskoi jeffektivnosti mnogokvartirnyh domov: Priraz ot 6 ijunja 2016 g. № 399/pr. Kontur. Normativ: spravочно-pravovoj servis. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=278092> (accessed: 05.06.2021). (In Russ.)
29. Startovalo vsrossijskoe golosovanie za ob#ekty blagoustrojstva na platforme za.gorodsreda.ru. Ministroy Rossii: oficial'nyj sajt. Available at: <https://minstroyrf.gov.ru/press/startovalo-vsrossijskoe-golosovanie-za-obekty-blagoustrojstva-na-platforme-za-gorodsreda-ru/> (accessed: 05.06.2021). (In Russ.)
30. Barinova E. A., Kogel' A. S. Teoreticheskie osnovy struktury politicheskikh vozmozhnostej grazhdanskogo bjudzhetirovanija. Voprosy studencheskoj nauki. 2018;(12(28)):259–263. (In Russ.)
31. Nevelichko L. G. Setevaja struktura mestnogo soobshhestva v reshenii mezhnacional'nyh problem municipal'nogo obrazovanija. Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Alejhe-ma. 2013;(1(12)):116–124. (In Russ.)
32. Guseva S. E., Bareyan A. A. Polifunkcional'nyj avtokompleks kak unikal'nyj innovacionnyj jelement sistemnoj rekonstrukcii «serogo pojasa» Sankt-Peterburga. Novye idei novogo veka: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU. Habarovsk, 2019;(2):86–92. (In Russ.)

УДК 656.1(470.22)

DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-145-150

Евгений Павлович Дудкин*

доктор технических наук, профессор

Абужваид Хусам Аббас Мохсин*

аспирант

Леонид Андреевич Лосин**

кандидат технических наук

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

**Институт проблем региональной экономики РАН

Санкт-Петербург, Россия

ТЕСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПЕТРОЗАВОДСКА)

Аннотация. Транспортная сеть городов может быть представлена как совокупность улиц и проездов, а также элементов инфраструктуры общественного транспорта, не связанных с улично-дорожной сетью. Для анализа свойств транспортной сети целесообразно реальную сеть представить в виде упрощенной сети на основе теории графов. Существуют различные методы оценки связности сети, в том числе на основе различных индексов.

По всем показателям в улично-дорожной сети города Петрозаводска необходимо увеличивать количество звеньев. Реализация рекомендаций по изменению улично-дорожной сети Петрозаводска позволит уменьшить заторы, сократить количество аварий и снизить транспортные расходы. Предложенный метод рекомендуется использовать для оценки и совершенствования улично-дорожной сети городов.

Ключевые слова: тестирование эффективности улично-дорожной сети городов, алгоритм оценки связности и эффективности, общественный транспорт.

Evgeny P. Dudkin*

Grand PhD in Engineering Sciences, Professor

Abujwaid Husam Abbas Mohsin*

PhD Student

Leonid A. Losin**

PhD in Engineering Sciences

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

**Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences

St. Petersburg, Russian Federation

TESTING THE EFFECTIVENESS OF THE STREET NETWORK OF CITIES (ON THE EXAMPLE OF PETROZAVODSK)

Abstract. The transport network of cities can be represented as a complex of streets and passages, as well as elements of public transport infrastructure unconnected with the street and road network. It is reasonable to represent the real network in the form of a simplified network based on graph theory to analyze the properties of the transport network. There are various methods of network connectivity assessment, including those based on various indices. According to all indicators in the street and road network of the city of Petrozavodsk it is necessary to increase the number of units. The implementation of recommendations for changes of the street and road network of the city of Petrozavodsk will reduce traffic congestion, the number of accidents and transport expenses. It is recommended to use the proposed method to assess and improve the street and road network of cities.

Keywords: efficiency testing city road network, connectivity and efficiency assessment algorithm, public transport.

Существуют различные методы оценки связности сети, в том числе на основе различных индексов, которые можно представить в следующем виде [1, 2, 3].

Бета-индекс (β) сравнивает количество звеньев с количеством узлов в сети. Значение этого

индекса находится в диапазоне от нуля и выше. Если значение равно нулю, это означает отсутствие связей, а если значение равно единице, то количество звеньев равно количеству узлов, однако количество звеньев может быть больше количества узлов, тогда коэффициент больше еди-

ницы. По мере развития и повышения эффективности транспортных сетей значение β должно возрастать. $\beta = e/v - (1)$, где e – количество звеньев в сети, v – количество узлов.

Гамма-индекс (γ) сравнивает фактическое количество звеньев с их максимально возможным количеством в сети. Этот индекс измеряет теоретическую максимальную связность сети и определяется по формуле (2). $\gamma = e/(3 \times (v - 2)) - (2)$, где v – количество узлов в сети. Если связность отсутствует, значение приближается к нулю, если значение равно единице, это означает полную связность.

Альфа-индекс (α) – это отношение количества основных цепей к максимально возможному количеству цепей в сети. Диапазон значений от нуля (нет связей) до единицы указывает на высоко интегрированную сеть, в которой существуют все возможные связи между различными узлами (полностью взаимосвязанная сеть). $\alpha = (e - v + 1)/(2v - 5) - (3)$.

Степень распространения. Это индекс возможной скорости в сети. При этом чем длиннее сегмент, тем лучше он обеспечивает максимальную скорость в нем. Индекс используется для измерения близости и расхождения между узлами (вершинами) по следующим показателям:

А. Индекс-Eta (η) используется для измерения реальной длины связей между узлами: $\eta = M/e - (4)$, где M – общая протяженность сети в км.

В. Первый индекс Бетти используется для измерения уровня распространения сети для участка, в котором сеть расположена и обслуживается. Если значение этого индекса равно единице и более, то уровень распространения сети высокий, если равно нулю, это означает, что распространение отсутствует. Индекс определяется по формуле: $V_f = e - v + 1 - (5)$, где V_f – Первый индекс Бетти.

Индекс объезда. Большинство маршрутов отклоняется от прямого направления, что приводит к увеличению длины передвижения и характеризуется индексом объезда. Данный индекс используется для оценки эффективности улично-дорожной сети. Значение этого индекса можно определить по следующей формуле: $O = (L_{act}/L_s) \times 100$, где O – индекс объезда, L_{act} – фактическая длина участка дороги, L_s – расстояние по прямой на том же участке. Значение этого индекса равно или превышает 100%. Чем больше эта величина превышает 100%, тем менее эффективна сеть.

Индекс корреляции представляет собой степень корреляции между звеньями в сети. Этот индекс рассчитывается следующим образом:

$K = e_{act}/e_{max} - (6)$, где K – индекс корреляции, e_{act} – количество фактических звеньев, e_{max} – максимальное количество возможных звеньев. Максимальное количество возможных звеньев равно $1/2(n^2 - n)$, где n – количество узлов.

Когда максимальное количество возможных звеньев значительно превышает количество фактических звеньев, значение этого индекса приближается к нулю. Это означает низкую корреляцию и диктует необходимость увеличения числа фактических звеньев. Если значение индекса равно единице, это означает, что количество фактических звеньев является максимально возможным [4, 5, 6].

Предлагается следующий алгоритм оценки связности и эффективности улично-дорожной сети с использованием всех перечисленных индексов (рис. 1).

Для оценки эффективности использования данного алгоритма рассмотрим в качестве примера город Петрозаводск [7].

Петрозаводск – столица республики Карелия, расположен на северо-западе России, на берегу Онежского озера, примерно в 400 км от Санкт-Петербурга и в 1100 км от Москвы (рис. 2). Город известен своей необычной природой и памятниками архитектуры, территория Петрозаводска составляет 113,26 км², самое высокое место в городе – гора Кукковка (193 м). Административно город Петрозаводск входит в состав Петрозаводского городского округа, является единственным населенным пунктом округа (табл. 1). Город со всех сторон окружен территорией Прионежского района, административным центром которого он является [1].

К 1940 г. протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием в Карелии составила 448 км. В послевоенное время строительство дорог республиканского значения было продолжено. В Республике Карелия находится головной участок федеральной автомобильной дороги «Кола», протяженность по Карелии 969 км. Общая протяженность автомобильных дорог Республики составляет 12 463,2 км, в том числе дороги общего пользования – 7869,2 км, ведомственные – 4594 км. Из общей протяженности автомобильных дорог дороги с твердым покрытием составляют 9347,8 км. Министерством строительства Республики Карелия разработана региональная целевая программа «Развитие дорожного хозяйства Республики Карелия на период до 2015 года» [8].

Автобусное сообщение в Карелии активно развивается. Столица Республики связана линиями с большинством районных центров (кроме Лоухского и Муезерского), в районах Респу-



Рис. 1. Блок-схема оценки связности и эффективности сети

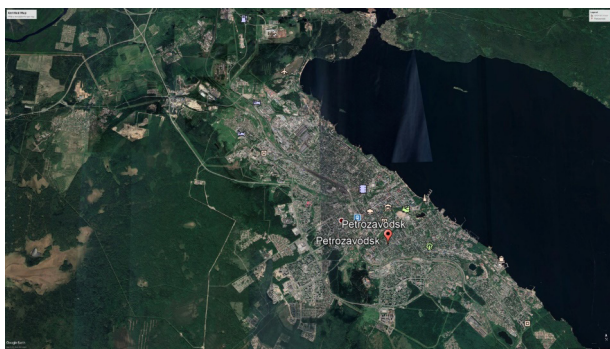


Рис. 2. Карта города Петрозаводска (источник: <https://www.google.com/earth>)

Таблица 1

Численность населения

Год	Численность населения, чел.
1723	2000
1856	10 100
1939	69 723
1985	256 000
1997	282 000
2008	268 000
2021	280 711

блики действуют пригородные и междугородные автолинии.

Троллейбусное сообщение действует в Петрозаводске с 1961 г. В настоящее время существует 7 маршрутов троллейбуса.

Служба легкового и грузового такси существует в Петрозаводске и районных центрах Карелии. Появилась в 1930–1950-х гг. как услуга, предоставляемая государственными автопредприятиями. Петрозаводское автотранспортное предприятие и автоколонны райцентров осуществляли движение маршрутных такси в городе Петрозаводске. В настоящее время термин «маршрутное такси» в Карелии официально не употребляется, применяется термин «автобус» независимо от вместимости.

Чтобы применить предлагаемый алгоритм для города Петрозаводска, его улично-дорожная сеть была представлена в виде топологической карты (рис. 3), на основе которой выполнен расчет оценки связности и эффективности улично-дорожной сети. Анализ топологической карты показал, что количество узлов (v) в городе равно 508, а количество звеньев в сети (e) – 601.

Выполненные расчеты дали следующие результаты:

Бета-индекс $\beta = e/v$, $\beta = 601/508 = 1,183$. Результат дает положительный индикатор подключения к сети.

Гамма-индекс $\gamma = e/(3 \times (v - 2))$, $\gamma = 601/(3 \times (508 - 2)) = 601/1518 = 0,395$. Сеть имеет низкий уровень связности. Для того что-

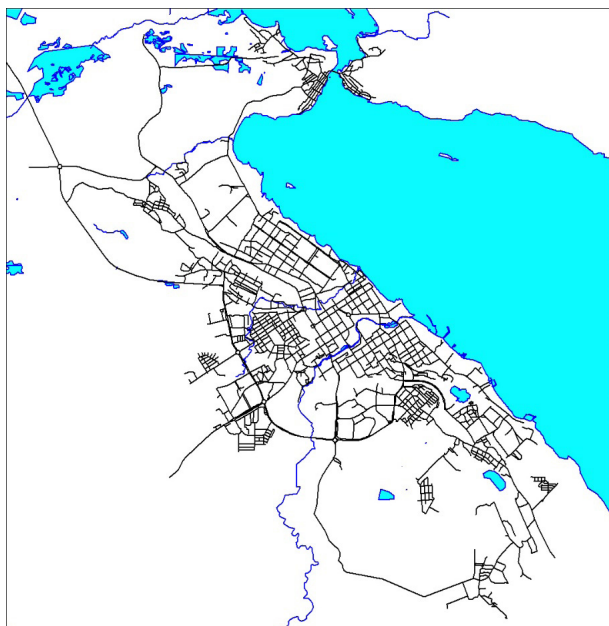


Рис. 3. Топологическая карта (граф) улично-дорожной сети г. Петрозаводска

бы довести значение гамма-индекса до идеального (единицы), количество звеньев необходимо увеличить на 917: $(917 + 601)/1518 = 1$.

Альфа-индекс $\alpha = (e - v + p)/(2v - 5) = (601 - 508)/(2 \times 508 - 5) = 93/1011 = 0,092$.

Степень распространения

Индекс Eta $\eta = M/e \rightarrow M$ – общая протяженность сети 9,930 км. $\eta = 9,930/601 = 0,0165$ км. Расстояние между узлами небольшое.

Первый индекс Бетти $B_f = e - v + 1 = 601 - 508 + 1 = 94$. Имеется большой разброс транспортной сети в масштабах города.

Индекс объезда $O = (L_{act}/L_g) \times 100$. Расчет индексов объезда по основным элементам улично-дорожной сети представлен в табл. 2.

Таблица 2

Расчет индекса объезда

Улица	Фактическая длина, м (L_{act})	Длина по воздуху, м (L_g)	Индекс объезда O
Проспект Ленина	1810	1810	100
Улица Куйбышева	1088	1088	100
Улица Антикайнена	1600	1600	100
Улица Гоголя	1100	1100	100
Октябрьский проспект	2540	2540	100
Улица Чапаева	2130	2130	100
Университетская улица	1540	1540	100
Проспект Александра Невского	2340	2340	100
Улица Кирова	1460	1450	100,6897
Мурманская улица	1310	1300	100,7692
Комсомольский проспект	2310	2290	100,8734
Красноармейская улица	990	980	101,0204
Ключевая улица	1300	1280	101,5625
Лососинское шоссе	5260	5170	101,7408
Улица Ригачина	1950	1910	102,0942
Лыжная улица	1190	1160	102,5862

Окончание табл. 2

Улица	Фактическая длина, м (L_{act})	Длина по воздуху, м (L_s)	Индекс объезда O
Улица Онежской флотилии	1890	1840	102,7174
Ленинградская улица	1040	1010	102,9703
Гвардейская улица	1640	1590	103,1447
Первомайский проспект	3520	3380	104,142
Карельский проспект	1700	1630	104,2945
Улица Ровио	1680	1610	104,3478
Проспект Карла Маркса	1453	1390	104,5324
Муезерская улица	2190	2090	104,7847
Улица Шотмана	2530	2400	105,4167
Улица Правды	1680	1560	107,6923
Суоярвское шоссе	9930	8980	110,5791
Лесной проспект	5770	5120	112,6953
Ключевское шоссе	1590	1390	114,3885
Шуйское шоссе	6410	5570	115,0808
Соломенское шоссе	4290	3220	133,2298

– Средний индекс объезда составляет 101,33395%. Увеличение показателя на 1,333% от идеального значения указывает, что город Петрозаводск имеет эффективную сеть.

– 8 участков улиц имеют значение индекса равное 100%, тогда как для 17 участков значение индекса колеблется от 100% до 110%.

– Количество участков улиц, значение индекса для которых превышает 110%, составляет пять, что соответствует 16,1% от общего количества исследованных улиц. Это Суоярвское шоссе, Лесной проспект, Ключевское шоссе, Шуйское шоссе, Соломенское шоссе.

Можно сделать вывод, что улично-дорожная сеть города Петрозаводска эффективна по данному критерию.

Индекс корреляции $K = e_{act} / e_{max} \rightarrow$ Максимальное количество возможных звеньев – $1/2(n^2 - n) = 1/2(508^2 - 508) = 128,778$. \rightarrow Индекс корреляции – $601/128778 = 0,004666$. Величина индекса значительно ниже единицы, т. е. степень корреляции слабая.

Таблица 3

Результаты расчетов индексов

Индекс	Значение
Бета-индекс β	1,183
Гамма-индекс γ	0,395
Альфа-индекс α	0,424
Индекс Eta η	0,0165
Первый индекс Бетти B_f	94
Индекс корреляции K	0,004666

Результаты расчетов индексов, применяемых для оценки связности и эффективности улично-дорожной сети Петрозаводска, приведены в табл. 3.

Выводы и рекомендации

Анализ полученных в результате расчета значений индексов (табл. 2, 3) показал, что дороги города Петрозаводска достаточно эффективны. Однако степень распространения показывает, что в сети существует широкий разброс. Показатели связности для улично-дорожной сети города Петрозаводска малы. Принимая во внимание то, что индекс Eta $\eta = 0,0165$, гамма-индекс – 0,395, альфа-индекс – 0,424 и индекс корреляции – 0,004666 показали низкие значения, узлы недостаточно удалены друг от друга, и степень корреляции между дорогами неудовлетворительная, количество элементов улично-дорожной сети необходимо увеличить на 917, т. е. для повышения эффективности улично-дорожной сети города Петрозаводска в первую очередь необходимо увеличивать количество звеньев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горев А. Э. Основы теории транспортных систем. СПб.: СПбГАСУ, 2010. 214 с.
2. Самойлов Д. С. Городской транспорт: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1983. 384 с.
3. Kansky K. Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics: PhD thesis. University of Chicago. 1963. N 84.
4. Noda H. Quantitative analysis on the patterns of street networks using mesh data system // City planning review. 1996. Vol. 202. P. 64–72.
5. Xie F., Levinson D. Measuring the Structure of Road Networks // Geographical Analysis. 2007. Vol. 39 (3). P. 336–356.

6. **Xie F.** The evolution of road networks: a simulation study based on network degeneration: master's thesis. Minneapolis: Department of civil engineering, University of Minnesota, 2005.
7. **Дудкин Е. П., Черняева В. А., Абужваид Х. А. М.** Перспективы развития городского общественного транспорта Ирака [english] // Транспорт Российской Федерации. 2020. № 5 (90).
8. **Дудкин Е. П., Абужваид Х. А. М., Аль-Джамиль Хамед Азаб.** Выбор вида городского транспорта в городе Наджаф (Ирак) // Промышленный транспорт XXI. 2019. № 1–2.

REFERENCE

1. **Gorev A. E.** Osnovy teorii transportnykh sistem. SPb.: SPbGASU. 2010. 214 s.
2. **Samoilov D. S.** Gorodskoi transport: uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Stroiizdat, 1983. 384 s.

3. **Kansky K.** Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics: PhD thesis. University of Chicago. 1963;(84).
4. **Noda H.** Quantitative analysis on the patterns of street networks using mesh data system // City planning review. 1996;202:64–72.
5. **Xie F., Levinson D.** Measuring the Structure of Road Networks // Geographical Analysis. 2007;39(3):336–356.
6. **Xie F.** The evolution of road networks: a simulation study based on network degeneration: master's thesis. Minneapolis: Department of civil engineering, University of Minnesota. 2005.
7. **Dudkin E. P., Chernyaeva V. A., Abuzhvaid H. A. M.** Perspektivy razvitiya gorodskogo obshchestvennogo transporta Iraka [english] // Transport Rossiiskoi Federatsii. 2020;(5(90)).
8. **Dudkin E. P., Abuzhvaid H. A. M., Al'-Dzhamil' Khamed Azab.** Vybor vida gorodskogo transporta v gorode Nadzhaf (Irak) // Promyshlennyyi transport XXI. 2019;(1-2).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антохина Юлия Анатольевна	доктор экономических наук, профессор, ректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения antoxina@guar.ru	Камнев Михаил Алексеевич	магистрант факультета политологии Санкт-Петербургского государственного университета kamnev.fmo@gmail.com
Абужваид Хусам Аббас Мохсин	аспирант кафедры «Строительство дорог транспортного комплекса» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I husamalkafai@gmail.com	Капский Денис Васильевич	доктор технических наук, профессор, декан автотракторного факультета Белорусского национального технического университета d.kapsky@gmail.com
Аганбегян Абел Гезевич	академик РАН, заведующий кафедрой Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ aganbegyan@ranepa.ru	Коль Ольга Дмитриевна	доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры логистики и управления цепями поставок Санкт-Петербургского государственного экономического университета kol.o@unecon.ru
Булычева Нэля Васильевна	старший научный сотрудник лаборатории математического моделирования функционально-пространственного развития городов Института проблем региональной экономики РАН bul45@mail.ru	Кот Евгений Николаевич	кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортных систем и технологий Белорусского национального технического университета en_kot@mail.ru
Гагулина Наталья Львовна	кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем региональной экономики РАН nata_c@bk.ru	Котов Анатолий Иванович	специальный представитель Губернатора Санкт-Петербурга по вопросам экономического развития
Дудкин Евгений Павлович	доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство дорог транспортного комплекса» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I ed@pgups-tempus.ru	Лосин Леонид Андреевич	кандидат технических наук, заведующий лабораторией математического моделирования функционально-пространственного развития городов Института проблем региональной экономики РАН nipigrad@yandex.ru
Иванов Владимир Викторович	член-корреспондент РАН, заместитель президента РАН, руководитель Информационно-аналитического центра «Наука» РАН Vivanov07@yandex.ru	Мягков Владислав Николаевич	кандидат физико-математических наук, член Санкт-Петербургского научно-методического совета по оценке, действительный член Британского Королевского общества сертифицированных экспертов MRICS vladislav.n.miagkov@gmail.com
Калмыков Михаил Юрьевич	соискатель ученой степени кандидата технических наук в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I kalmykov240886@mail.ru	Окрепилов Владимир Валентинович	доктор экономических наук, профессор, академик РАН, научный руководитель Института проблем региональной экономики РАН okrepilov@test-spb.ru

**Радущинская
Александра
Игоревна** кандидат экономических наук,
доцент, доцент кафедры российской
политики факультета политологии
Санкт-Петербургского государственного
университета
aleigrad@gmail.com

**Свириденко
Марина
Владимировна** кандидат экономических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник
лаборатории комплексного
исследования пространственного
развития регионов Института
проблем региональной экономики
РАН, доцент Санкт-Петербургского
университета технологий
управления и экономики
mv_svir@mail.ru

**Семченков
Сергей
Сергеевич** магистр, старший преподаватель
кафедры транспортных систем и
технологий Белорусского националь-
ного технического университета
sergej.semtschenkow@gmail.com

**Соколова
Екатерина
Владимировна** кандидат экономических наук,
доцент кафедры государственного
и муниципального управления
Высшей школы менеджмента
Санкт-Петербургского государственного
университета. Академический директор
магистерской программы «Управление
умным городом»
sokolova@gsom.spbu.ru

**Солодилов
Виктор
Владимирович** старший научный сотрудник
лаборатории математического
моделирования функционально-
пространственного развития
городов Института проблем
региональной экономики РАН
solodilov.55@mail.ru

**Старшов
Егор
Дмитриевич** аспирант Высшей школы менедж-
мента Санкт-Петербургского
государственного университета
st049919@gsom.spbu.ru

**Требования к порядку представления рукописей для публикации в журнале
«ЭКОНОМИКА СЕВЕРО-ЗАПАДА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

Все направляемые для публикации в журнале авторские материалы должны быть оформлены в соответствии с указанными далее требованиями.

Статьи следует представлять в редакцию в напечатанном виде (в 2-х экземплярах) с приложением электронного носителя или присылать на электронный адрес: info@iresras.ru.

Материал на бумажном носителе должен строго соответствовать информации на электронном носителе. В случае обнаружения расхождений редакция будет ориентироваться на электронный вариант материала.

1. Редакция научного журнала (далее – редакция) принимает к рассмотрению только не опубликованные ранее рукописи, соответствующие тематической направленности журнала и критериям научного качества, представляющие интерес для широкого круга читателей.

2. Статья должна быть написана на хорошем русском или английском языке. Объем рукописи не должен превышать одного авторского листа (40 000 знаков), или 22–23 машинописных страниц. Распечатка статьи должна быть подписана всеми авторами с указанием даты ее отправки.

3. При оформлении рукописи необходимо придерживаться следующей структуры информации, представленной на русском и английском языках:

– фамилия, имя и отчество автора(ов); ученая степень, ученое звание, почетное звание (если имеются); должность, место работы; название организации; контактная информация: e-mail, город, страна проживания, контактные телефоны для связи с редакцией журнала;

– заглавие статьи;

– аннотация (100–150 слов);

– ключевые слова (8–12 слов).

4. В конце статьи размещается библиографический список на русском и на английском языках.

5. Рукописи проходят научное и литературное редактирование.

Технические требования к оформлению

Текстовый материал должен быть набран в Microsoft Office Word, шрифт основного текста – Times New Roman, размер шрифта – 12, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине; параметры страницы: верхнее поле – 2,5 см, нижнее поле – 2,5 см, левое – 2 см, правое – 2 см. Страницы должны быть пронумерованы.

Формулы необходимо набирать в формульных редакторах Mathtype или Equation; знаки препинания (точки, запятые) в конце формулы набираются, не выходя из программы.

Абзацы отделяются друг от друга одним нажатием на клавишу «Enter».

Недопустимо использовать принудительные переносы.

Материал статьи – текст, включая аннотацию, ключевые слова на русском и английском языках, рисунки, таблицы оформляются в одном файле.

Графические материалы (рисунки, схемы, иллюстрации) должны иметь подрисуночные подписи, обязательную ссылку.

Векторные рисунки должны быть представлены в векторных программах: Visio; Coreldraw (сохранить в более низшей версии не выше 15); Excel; Word; AdobeIllustrator; Mathcad; AutoCad (*.dxf); Компас; Matlab.

Фотографии и растровые – в формате *.tif, *.png с максимальным разрешением (не менее 300 pixels/inch при размере не менее 12Ч12 см).

При подготовке графических материалов и таблиц необходимо учитывать, что журнал черно-белый, поэтому не следует применять заливки цветом.

Условные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночных текстах.

Таблицы должны иметь последовательные порядковые номера и заголовки, ссылки в тексте.

Единицы измерений и буквенные обозначения физических величин должны отвечать требованиям ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы величин».

Список литературы составляется по порядку ссылок в тексте в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, не рассматриваются.

Автор несет полную ответственность за точность и достоверность данных, приведенных в рукописи статьи, присылаемой в редакцию журнала.